

Dinámica poblacional y evolución durante el período agroalfarero temprano en el Valle de San Antonio de los Cobres, Puna de Salta, Argentina. Vol 1

Autor:

Muscio, Juan Hernán

Tutor:

Olivera, Daniel Enzo

2004

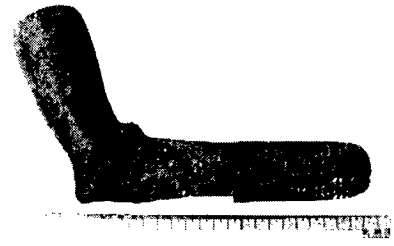
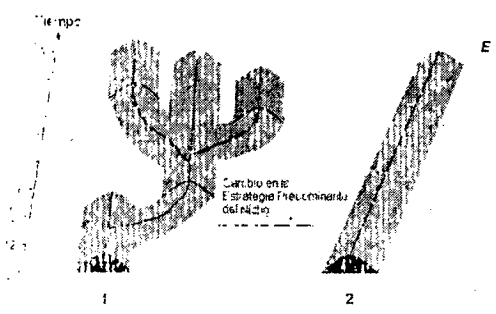
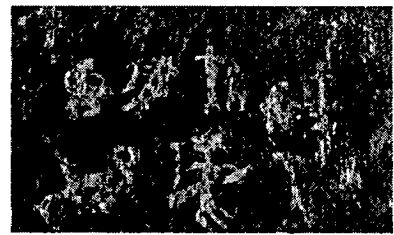
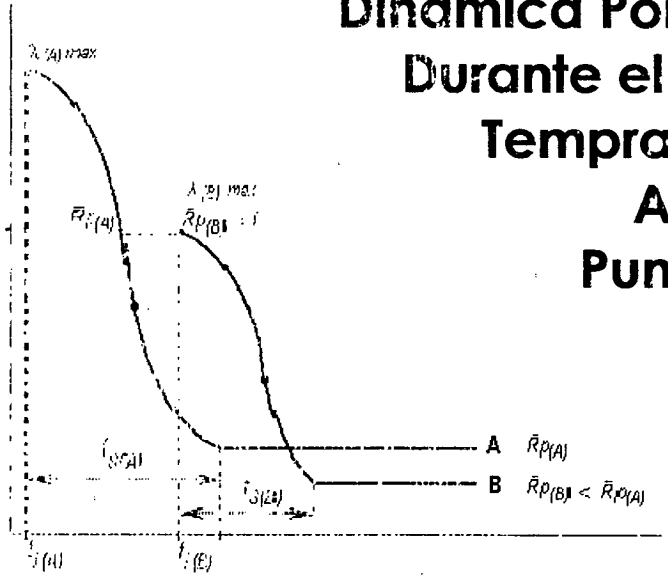
Tesis presentada con el fin de cumplimentar con los requisitos finales para la obtención del título en Doctor de la Universidad de Buenos Aires en Antropología

Posgrado

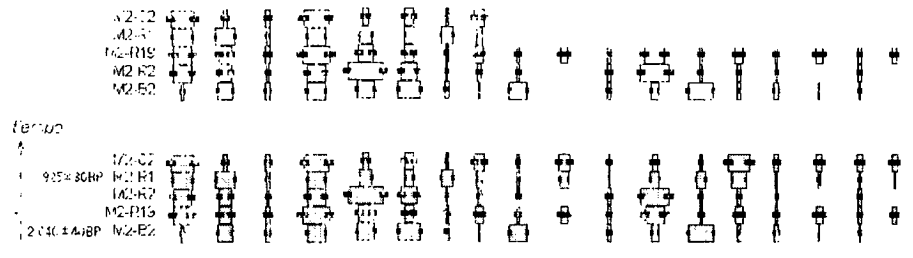
Tesis Doctoral

Dinámica Poblacional y Evolución Durante el Período Agroalfarero Temprano en El Valle de San Antonio de los Cobres, Puna de Salta, Argentina

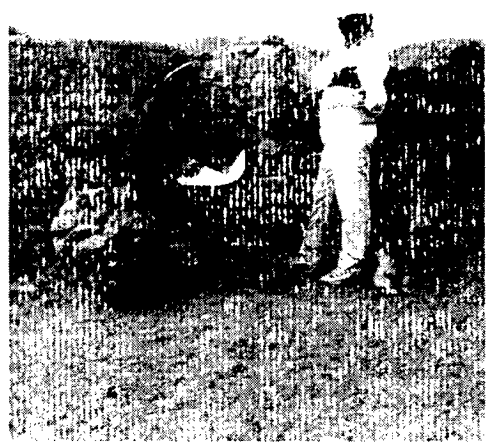
Hernán Juan Muscio



Zaración Fenotípica



Orden de Conjuntos Maximizando Distribuciones Lentificadas
 Orden de Conjuntos Ascendente Con Respuesta a la Medición ¹⁴C
 Escala 15 %



TOMO I

TESIS 10-8-8

v. 1

**Dinámica Poblacional y Evolución Durante el Período
Agroalfarero Temprano del Valle de San Antonio de los
Cobres, Puna de Salta Argentina**

Hernán Juan Muscio

**Director: Dr. Daniel Enzo Olivera
Codirector: Dr. José Luis Lanata**

**UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Dirección de Bibliotecas**

Tesis Para Optar al Grado de Doctor en Arqueología

**Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Buenos Aires
2004**

TESIS 10-8-8

v.1

A mis padres a quienes amo

CONTENIDOS

	<i>pág.</i>
Resumen	<i>VII</i>
Prefacio	<i>XX</i>
Agradecimientos	<i>XXI</i>
CAPÍTULO 1	1
Objetivos de Investigación, Marco Teórico y Espacial y Perspectiva Teórica	
1 El Tema de Investigación	1
2 Objetivos e Hipótesis de Investigación. Marco Espacial y Temporal	2
3 Fundamentación Teórica: Arqueología Evolutiva Darwiniana	5
CAPÍTULO 2	7
Antecedentes de la Investigación de las Primeras Sociedades con Producción de Alimentos en la Puna Argentina	
Introducción	7
1 Reseña Histórica de las Primeras Investigaciones Arqueológicas en la Puna	7
1.1 1890-1850	7
1.2 1950-1980	8
1.3 1980 Hasta la Actualidad	9
2 Síntesis del Conocimiento de las Primeras Sociedades Productoras de Alimentos en la Puna Argentina y Tierras Altas del NOA	11
CAPÍTULO 3	15
Aspectos Teóricos y Metodológicos de la Investigación en la Perspectiva Evolutiva	
1 Materialismo Darwiniano y Construcción de Datos en Arqueología Evolutiva	15
2 El Rol de las Unidades de Análisis en el Materialismo Darwiniano	16
3 Unidades Evolutivas, Adaptación y Procesos Evolutivos Anidados	17
4 Unidades Temporales de Segmentación del Cambio Cultural	19
5 La Noción de <i>Formativo</i>	20
6 El <i>Período Temprano</i> Como Unidad de Análisis Histórico Cultural	23
7 Unidades de Análisis en la Arqueología del Valle de SAC	25
8 Unidades Teóricas Básicas	26
8.1 Principales Características de las Unidades Teóricas	27
9 Taxonomía de Unidades Observacionales de la Arqueología del Valle de SAC	28
9.1 Principales Características de las Unidades Observacionales	30
10 La Arqueología Evolutiva No es una Versión Actualizada de la escuela Histórico Cultural	33
11 Acerca del Diseño y la Metodología de Investigación	35

CAPÍTULO 4	38
El Área de Estudio, Propiedades Físicas y Bióticas con Relación a las Adaptaciones Humanas Agrícolas y Pastoriles	
1 El Ambiente Desde la Perspectiva Evolutiva	38
2 La Puna Como un Bioma de Desierto de Altura	39
3 Historia Climática Reciente de la Puna	41
4 El Valle de San Antonio de los Cobres. Ubicación y Generalidades	44
5 Variabilidad Geoecológica del Valle de SAC	46
5.1 Heterogeneidad del Fondo de Cuenca	47
5.2 Heterogeneidad de las Quebradas Laterales	49
6 Factores Selectivos potenciales del Valle de SAC Para Poblaciones Humanas	50
6.1 Hipoxia	50
6.2 Distribución Espacial discreta de los Recursos Críticos	50
6.3 Variación de las Temperaturas y Frecuencia de Heladas	56
6.4 Estacionalidad	57
6.5 Fluctuación de las Precipitaciones	59
7 Calidad de Hábitats Para la Instalación Residencial en el Valle de SAC	61
CAPÍTULO 5	63
Modelos Seleccionistas para el Estudio De la Dinámica Evolutiva de Nichos Humanos con Producción de Alimentos	
Introducción	63
1 El Modelo de Nicho	64
2 Ecología del Comportamiento Humano y Nichos Económicos con Producción de Alimentos	66
2.1 Optimización del <i>Fitness</i> : Modelo de Beneficios Marginales Decrecientes y Costos Decrecientes	66
3 El Modelo de Amplitud de la Dieta en el Contexto de la Producción de Alimentos	70
4 Riesgo y Manejo Adaptativo de las Fluctuaciones	75
4.1 El Modelo ZScore	77
5 Teoría de la Transmisión Cultural: El Modelo de Herencia Dual y los Mecanismos de Transmisión Cultural	80
5.1 La Variación Guiada	83
5.2 La Transmisión Sesgada	85
5.3 Transmisión Cultural y Registro Arqueológico	87
6 Teoría de Metapoblaciones y Dinámica Poblacional	92
6.1 Dinámica Poblacional en la Escala Arqueológica Evolutiva: Modelo de Homogeneización de Espacial de la Calidad de los Hábitats Locales de una Metapoblación	99
6.2 Algunas Implicaciones del Modelo	102
6.3 Modelo de Metapoblación de dos Fracciones Desiguales con Hábitats de Calidad	104

Decreciente	
6.4 La Transición Agrícola en el Marco de la Teoría de las Metapoblaciones	107
6.5 Diferencias del Modelo de Dispersión De Innovaciones en Metapoblaciones Estructuradas con los Modelos de Difusión y Flujo Dérmico	111
7 Hipótesis de Investigación en la Arqueología del Valle de SAC	113
CAPÍTULO 6	115
Horticultores y Pastores Etnográficos de la Puna de Salta: Observaciones Actualísticas Para el Análisis ArqueológicoEvolutivo de la Producción de Alimentos en la Puna de Argentina	
Introducción	115
1 Contexto Sociecológico De las Sociedades Etnográficas Estudiadas	116
2 Comunidades Pastoriles de Santa Rosa de los Pastos Grandes	117
3 Horticultores y Pastores de la Quebrada de Matancillas	119
4 Utilidad y Valor Calórico de los Recursos del Valle de SAC	121
5 Inversión Temporal en la Producción Pastoril Etnográfica de la Puna de Salta	124
6 La Producción Doméstica y el Rendimiento Agrícola de las Comunidades Etnográficas de Matancillas	129
7 Manejo de Riesgo de la Producción Agrícola en Matancillas	132
7.1 Dispersión de los Campos de Cultivo y Manejo Adaptativo del Riesgo	140
7.2 Productividad Agrícola y Dispersión de los Campos	141
8 La Inversión Temporal y los Costos de las Actividades Agrícolas en Matancillas	145
9 Costos de Manejo de los Principales Recursos Económicos del Valle de SAC	151
9.1 Estimación de los Costos de Producción	154
9.2 Estimación de los Costos de Manejo Primario	155
9.3 Estimación de los Costos de Manejo Secundario y de los Costos de Manejo Final	164
9.4 Composición de los Costos de Manejo	171
10 Ranking de los Principales Recursos de Producción y Recolección en el Valle de SAC	175
11 El Rol de los Estudios Actualísticos de Sociedades Etnográficas en Arqueología Evolutiva	178
11. Transmisión Cultural en Sociedades Etnográficas de La Puna de Salta y Expectativas	180
1 Para las Trayectorias de Evolución en el Período Temprano	
CAPÍTULO 7	184
Prospecciones y Excavaciones Arqueológicas en el Valle de SAC	184
Parte A	
Prospecciones en el Valle de SAC y Patrones del Registro Arqueológico de Superficie	
Introducción	184
1 Relevamiento del Registro Arqueológico de Superficie en el Valle de SAC	185
1.1 Densidades de Artefactos del Paisaje Arqueológico Regional del Valle de SAC	188

1.2	Heterogeneidad Espacial en la Distribución Superficial de Artefactos del Valle de SAC	197
1.3	Patrones de Distribución de Estructuras Arquitectónicas en el Valle de SAC	201
	Parte B	209
	Excavaciones en el Fondo de Cuenca del Valle de SAC	
1	Los Sitios de Ramadas	209
1.1	Excavación de Ramadas 1 Sondeo 1 (R1S1)	211
2	Excavación de Ramadas Estructura 1 (RE1)	219
	CAPÍTULO 8	233
	Excavaciones en Las Quebradas Laterales del Valle de SAC: Los Casos de Matancillas y Urcuro	
	Introducción	233
1	Excavaciones en el Sitio Matancillas 1	235
1.1	Sondeos de Exploración Subsuperficial en Matancillas 1	238
1.2	Matancillas 1 Recinto 10 (M1R10)	243
1.3	Matancillas 1 Recinto 86 (M1R86)	245
1.4	Matancillas 1 Recinto 19 (M1R19)	247
1.5	Caracterización Temporal y Contextual del Sitio Matancillas 1	249
2	Excavaciones en el Sitio Matancillas 2	251
2.1	Matancillas 2 Transecta A (M2TA)	253
2.2	Excavación de Matancillas 2 Basural 2 (M2B2)	258
2.3	Excavación de Matancillas 2 Recinto 1 (M2R1)	261
2.4	Excavación de Matancillas 2 Cuadrícula 2 (M2C2)	265
2.5	Matancillas 2 Recinto 2 (M2R2)	265
2.6	Marco Cronológico del Sitio Matancillas 2 y de la Ocupación Humana durante el Período Temprano de la Quebrada de Matancillas	267
2.7	Patrones de Abundancia y Preservación Arqueológica de los Contextos Excavados de Matancillas 2	269
3	Excavaciones en la Quebrada de Urcuro	273
3.1	Excavación de Sondeos en Urcuro	274
3.2	Excavación de Urcuro Sondeo 11	276
	CAPÍTULO 9	281
	Subsistencia, Uso del espacio y Organización del Nicho Económico Humano Durante La Ocupación Temprana de la Quebrada de Matancillas	
	Introducción	281
1	La Evidencia de Producción Agrícola en el Período Temprano en la Quebrada de Matancillas	282
2	El Estudio de Patrones en las Arqueofaunas de Matancillas	286
2.1	Conjuntos Arqueofaunísticos Analizados, Metodología y Resultados	287
3	Tecnología Lítica, Patrones de uso de Materias Primas y Eficiencia del Nicho Económico	292

3.1	Metodología de Análisis, Conjuntos Analizados y Clasificación	292
3.2	Patrones de Diversidad de Clases de Artefactos	296
3.3	Uso de Materias Primas, Eficiencia Tecnológica y Obtención de los Recursos Líticos	301
3.4	Caracterización General de la Estrategia de Uso de Tecnologías Líticas	306
4	La Organización Espacial del Nicho Económico Durante la Ocupación de Matancillas	308
4.1	Organización del Nicho Económico de Matancillas en la Escala Local	308
4.2	Organización del Nicho en la Mesoescala	312
	CAPÍTULO 10	314
	Evolución de la Cerámica Temprana en el Valle de SAC	
	Introducción	314
	C10 PARTE A: Dinámica de Evolución de la Cerámica de Matancillas y Urcuro. Filogenia Cultural y Selección en el Nivel del Artefacto	315
1	Metodología de Construcción de Clases	316
2	Control de los Factores que Intervienen en la Frecuencia de Tiestos de los Conjuntos y en la Representación de Clases	321
3	La Cerámica de Matancillas y Su Relación con la Tradición Alfarera San Francisco (TASF)	325
3.1	Aspectos de la Variabilidad Formal de las Clases Matancillas Alisado y Matancillas Pulido	332
4	Patrones de Evolución de la Cerámica de Matancillas	336
4.1	Evolución Adaptativa y Tasas de Cambio	339
5	Patrones Emergentes de la Transmisión Cultural de la Cerámica Decorada de Matancillas	350
5.1	Metodología de Análisis y Variables Métricas	351
5.2	Variación Métrica del Conjunto de Bordes Decorados de Matancillas	354
5.3	Patrones de Correlación Entre las Variables Métricas de los Bordes Decorados de la Cerámica de Matancillas.	357
6	Conclusiones Acerca de la Evolución Local de la Cerámica de Matancillas	364
7	Descripción General de la Cerámica de Urcuro	365
8	Indicadores de Manufactura Local de la Cerámica en el Valle de SAC	368
	C10 PARTE B: Dinámica de Evolución de la Cerámica del Valle de SAC en la Mesoescala Espacial. Patrones de Cambio Por Selección Natural en el Nivel del Individuo	
9	Filogenia de la Cerámica del Período Temprano del Valle de SAC en el Nivel de la Metapoblación	374
10	Evolución Selectiva en el Nivel del Individuo de la Cerámica Temprana de la Puna Norte	380
11	Las Condiciones Para el Cambio Selectivo: Construcción de Nicho y Selección Natural.	383

CAPÍTULO 11	386
Sociabilidad y Expansión de la Frontera Agrícola Durante el Período Temprano en el valle de SAC	
Introducción	386
C11 PARTE A: El Orden Social de Las Poblaciones Humanas del Período Temprano en el Valle de SAC	
1 El Arte Rupestre de Matancillas: Aspectos Teóricos y Metodológicos	389
1.1 Características de las Representaciones Rupestres de Matancillas	390
1.2 Comportamiento Social y Representaciones Rupestres	395
1.3 Sociabilidad Intergrupala y Señalización del Espacio Mediante Representaciones Rupestres	396
1.4 Sociabilidad Intragrupal y Arte Rupestre	399
C11 PARTE B: Dinámica Poblacional y Expansión de la Frontera Agrícola en el Valle de SAC	
2 Las Causas de la Expansión de la Frontera Agrícola al Valle de SAC	407
3 Expansión de la Agricultura al Valle de SAC Por Expansión Poblacional Oportunista.	410
3.1 Persistencia de la Metapoblación Humana en la Puna Norte y Expansión de la Frontera Agrícola.	411
4 Sociabilidad y Expansión Agrícola	416
4.1 Juegos de Competencia: Invasores, Residentes y Robo Tolerado del Espacio	417
5 Expansión Agrícola Mutualista y Evolución de Sistemas Cooperativos Evolutivamente Estables	421
CAPÍTULO 12	428
Discusión de las Hipótesis de Investigación y Contribución Teórica para el Estudio de los Nichos Económicos del Período Temprano en el Valle de SAC	
Introducción	428
1 Discusión de las Hipótesis de Investigación	429
2 Estrategia Predominante del Nicho	433
2.1 Estrategias Predominantes y Producción de Variación	436
2.2 Estrategias Predominantes y Vulnerabilidad Demográfica	437
3 Dinámica Evolutiva de los Nichos Humanos Durante el Período Temprano en el Valle de SAC	438
3.1 Tempo y Modo En la Evolución de Conductas y Artefactos por la Dinámica del Nicho	440
3.2 Simbiosis entre Poblaciones con Nichos Económicos Divergentes	441
4 Modelo Seleccionista de Evolución y Poblamiento Durante el Período Temprano en el Valle de SAC	443
CONCLUSIONES	449
BIBLIOGRAFÍA	465
APÉNDICE	501

RESUMEN: Esta tesis, desde la perspectiva de la Arqueología Evolutiva, contribuye al estudio de los procesos de cambio ocurridos durante el poblamiento humano del Período Temprano en el Valle de San Antonio de los Cobres (Valle de SAC) – Puna de la Provincia de Salta, Argentina. A partir de los patrones del registro arqueológico superficial en la escala regional; y del análisis de la evidencia de excavación de sitios fechados entre ca 5200 y el 1500 BP, analizamos el cambio en los nichos humanos; enfatizando el estudio de los nichos agrícolas y pastoriles. Primero exponemos el trabajo actualístico realizado en la Puna de Salta, del cual generamos expectativas arqueológicas acerca de las presiones selectivas que actúan en los nichos con producción de alimentos en las Tierras Altas Surandinas. A partir de este trabajo presentamos el ranking óptimo de los recursos, la estructura de costos y beneficios de la agricultura y el pastoralismo, y la acción de la transmisión cultural en ambientes fluctuantes y de baja productividad ecológica; mostrando que en este entorno la Transmisión Vertical propicia la persistencia, en escalas evolutivas, de variación localmente adaptativa. Mediante el registro arqueológico de sitios del Holoceno Medio y del límite Holoceno Medio/Holoceno Tardío, presentamos evidencias de procesos de reducción de la movilidad residencial asociados con el Altitermal; y proponemos que la adopción de la cerámica ocurrió en el marco de la intensificación del uso del espacio, y durante la evolución del pastoralismo. Luego, mediante el registro de los sitios Matancillas 1 y 2, y Urcuro 1, pertenecientes al Período Temprano, estudiamos las conductas de uso del espacio y los recursos, las estrategias tecnológicas, y el comportamiento social, correspondientes a nichos agrícolas y pastoriles tempranos; presentado evidencia de la evolución de adaptaciones tecnológicas y sociales, resultantes de la selección optimizante que actuó en el nivel del individuo y en el nivel del artefacto. Argumentamos, que esto fue el resultado de presiones selectivas propias de los ecosistemas de altura, con distinta expresión local. Más generalmente sostenemos que estas presiones selectivas – derivadas de la baja productividad primaria, la estocasticidad ambiental y la alta heterogeneidad espacial de la distribución de los hábitats colonizables y de los recursos- explican el establecimiento más tardío de la agricultura en la Puna Norte de Argentina - con relación a otros ambientes del Área Andina Centro Sur - y la persistencia de nichos basados en el pastoralismo a lo largo del Período Temprano. Sobre la base de nuestra investigación teórica, desarrollada en el marco de la Teoría de las Metapoblaciones, proponemos que la Puna Norte durante el Período Temprano fue ocupada por una metapoblación espacialmente estructurada; caracterizada por altas tasas de extinción local, derivadas de la estocasticidad ambiental. Desde este marco formalizamos un modelo en el cual la expansión de la agricultura al Valle de SAC fue el resultado de un proceso de Expansión Poblacional Oportunista desde poblaciones vecinas. Mediante la evidencia de Matancillas contrastamos este modelo, sosteniendo que hacia el 2040 BP, en el Valle de SAC, la agricultura se dispersó al ritmo de la Tradición Alfarera San Francisco; y que este proceso fue el resultado de la selección natural favorecedora de la colonización oportunista de ambientes riesgosos, pero aptos para la agricultura. Además sostenemos que esta expansión fue un proceso dispersivo, de invasión poblacional de espacios ocupados por otras poblaciones con nichos económicos divergentes, biológicamente equivalente a la invasión del rango de una especie por otra especie; donde las poblaciones residentes -con nichos de pastoreo y caza - y las poblaciones invasoras -con nichos de horticultura y pastoreo y una mayor eficacia reproductiva- fueron las poblaciones interactuantes. Mediante la Teoría Evolutiva de Juegos formalizamos un modelo por el cual este fenómeno pudo ser factible, por un equilibrio Nash Evolutivamente Estable, basado en el mutualismo entre poblaciones simbióticas por el alto beneficio de la cooperación recíproca, derivado del intercambio adverso al riesgo. Sobre esta base proponemos que evolucionó una metapoblación mixta, y órdenes sociales basados en economías abiertas –no autosuficientes. Finalmente discutimos el resultado de nuestras investigaciones en el Valle de SAC, en el marco de la variabilidad de los procesos de cambio evolutivo asociada con la transición a las economías basadas en la producción de alimentos de las Tierras Altas del Área Andina Centro Sur.

ÍNDICE DE FOTOS

Foto	Pág.
6.1 Trabajo de Encuesta en Santa Rosa de Pastos Grandes	129
6.2 Cultivos del Sector Alto de Matancillas	144
6.3 Cultivos del Sector Medio de Matancillas	144
6.4 Canchones de Cultivo y Canales de Riego del Sector Medio de Matancillas	144
6.5 Quínoa Silvestre y Lajas Planas para la Molienda de Granos	157
6.6 Gramíneas Silvestres con Espigas y Granos Potencialmente Comestibles	157
6.7 Primera Experiencia de Matanza y Faenado de Llama	162
6.8 Segunda Experiencia de Matanza y Faenado de Llama	162
6.9 Cocción de Quínoa por Hervido	174
7.1 Aluviones Aterrazados del Valle de SAC	187
7.2 Aluviones No Aterrazados de Ramadas en el Valle de SAC	187
7.3 Quebradas Laterales al Valle de SAC	187
7.4 Desechos de Talla Laminares de las Concentraciones de Superficie de Ramadas	191
7.5 Preformas y Punta de Proyectoil Lanceolada de Ramadas	191
7.6 Artefactos Diversos de las Concentraciones de Superficie de Ramadas	191
7.7 Puntas de Proyectoil Completas y Fragmentadas de las Distribuciones de Superficie de la Quebrada de Matancillas	196
7.8 Vista del Sitio Morrito 1 de Los Patos	203
7.9 Vista y Localización del Extremo Oeste del Perfil Norte de Ramadas	213
7.10 Vista del Comienzo de la Capa de Turba Portadora de Material Arqueológico de R1-S1	213
7.11 Desechos de Tallas, Lascas Primarias y Secundarias de R1-S1, E2	216
7.12 Instrumentos Bifaciales de R1-S1,E2	216
7.13 Punta de Proyectoil Lanceolada de R1-S1,E2	216
7.14 Vista de la Ubicación de las Estructuras 1 y 2 de Ramadas	219
7.15 Cimientos de Rocas Alineadas de las Estructuras 1 y 2 de Ramadas	219
7.16 Comienzo del nivel 3 de RE-1	220
7.17 Artefactos líticos de Nivel 4 de RE-1	224
7.18 Fragmentos Cerámicos del Nivel 4 de RE-1	226
7.19 Borde Corrugado e Inciso Partido en dos Fragmentos	226
7.20 Vista de la Superficie Interna de los dos Fragmentos del Borde Corrugado	226
7.21 Vista del grosor de la Pared del Fragmento Superior del Borde Corrugado	226
7.22 Artefacto de Molienda Asociado a la Estructura 1 de Ramadas	231
8.1 Vista Frontal de la Localización del Sitio Matancillas 1	235
8.2 Vista Superior de la Localización del Sitio Matancillas 1	236
8.3 Concentraciones de Lascas de Obsidiana en la Base del Emplazamiento de M1	242
8.4 Cimientos de M1-R10	244
8.5 Excavación de M1-R10, Nivel 2	245

8.6	Excavación de M1-R6 en el Nivel de Cierre de la Estaca Sur	246
8.7	Muro Externo de M1-R19	248
8.8	Perfil y Nivel Final de la Excavación de M1-R19	248
	Vista del Emplazamiento de Matancillas 2 sobre las Laderas de Terrazas Aluviales del	
8.9	Sector Intermedio de la Quebrada	252
	Capa Carbonosa Presente en un Perfil Expuesto del Frente SE de M2, y Asociada con	
8.10	el Recinto 2	257
8.11	Capa Orgánica del Sondeo 4 de M2-TA Localizado en un Corral Arqueológico	257
8.12	Excavación de M2-B2	259
8.13	Asociación de Tiestos de la Excavación de M2-B2	260
8.14	Asociación de Artefactos Líticos y Arqueofaunas de la Excavación de M2-B2	260
8.15	Vista de la Excavación de M2-R1	262
8.16	Vista del Final de la Excavación de M2-R1	263
8.17	Asociación de Tiestos en el Sector 9 de M2-R1	264
8.18	Asociación de Tiestos y Mano de Moler en el Sector 10 de M2-R1	264
8.19	Excavación de M2-C2	265
8.20	Fragmentos de Vasijas Grandes del Sector E6 de M2-R2	266
8.21	Revoque Adherido a las Paredes de los Cimientos del Sector D2 de M2-R2	266
8.22	Localización de Urcuro 1 y de UR-S1 en la Quebrada de Urcuro	274
8.23	Localización de UR-S11 en el Interior de un Corral Actualmente en Uso	278
8.24	Detalle de UR-S11, Nivel 5	278
	Macrorrestos Carbonizados de Granos y Fracciones de Granos de <i>Chenopodium</i> de	
9.1	M2-B2.	282
9.2	Macrorrestos Carbonizados de <i>Zea Mays</i> , de M2-B2.	282
9.3	Artefactos de Molienda de Matancillas 2	283
9.4	Azadas Líticas de M2-B2 (superior) y M2-R1 (Inferior)	284
	Restos de Canal de Riego Arqueológico Delimitado Por Paredes de Doble Hilera de	
9.5	Lajas	285
	Canchón de Cultivo Actualmente Utilizado, Con Cimientos que Conservan Muros	
9.6	Arqueológicos	285
9.7	Cuentas de Valva (A), y Malaquita (B)	295
9.8	Lascas de Obsidianas de C.Zapaleri (A) y Tocomar (B y C)	295
9.9	Instrumento con Filo de Raedera, de Obsidiana	295
	Instrumentos Sobre Lascas de Obsidiana: Cuchillos sobre lascas corticales (A y B).	
9.10	Raedera sobre lasca secundaria (C)	295
9.11	Puntas de Proyectoil de M1 y M2: A y B	295
10.1	Asa con Aplicación Zoomorfa	318
10.2	Corrugado Simple	318
10.3	Corrugado Complicado	318
10.4	Asa Labio Adherida con Cinta Aplicada y Ungiculado (exterior) y Puntos Incisos	318

(interior)	
10.5	Asa con Decoración Geométrica, y Borde con Decoración no Geométrica. 327
10.6	Asas Con Decoración Geométrica (izq.) , y Modelaje (der.) 327
10.7	Fracción de Cuerpo con Modelaje Antropomorfo y Puntos Incisos 327
10.8	Fracción de Cuerpo Con Decoración Geométrica Escalonada 327
10.9	Borde Con Decoración No Geométrica, Interior Gris Bruñido 327
10.10	Borde Con Decoración Geométrica 327
10.11	Bordes Decorados y No Decorados de Matancillas 1 y 2 328
10.12	Pipa Angular con Decoración aplicada y con Puntos Incisos Procedente de M2-B2 329
10.13	Fragmentos de Tubos de Pipas de Matancillas 2 329
10.14	Modelado Antropomorfo con Rasgos Felínicos 330
10.15	Olla Globular Exterior Bruñido con Pintura Interior 330
10.16	Tiestos con Pintura Interior Roja 330
10.17	Borde Inciso con Pintura Postcocción Resaltando el Diseño Decorativo 330
10.18	Olla Asimétrica con base Convexa Revocada y expuesta al Fuego Directo 332
10.19	Escudilla de Perfil Compuesto y Base Plano Convexa, con Decoración Incisa 333
10.20	Olla Globular Con Asas en Cinta Incisas 333
10.21	Fragmentos de una Pieza Restringida de gran Tamaño con Cuello y Bordes evertidos 333
10.22	Escudilla Decorada con Base Plana 334
10.23	Olla Globular Bruñida 334
10.24	Jarra de Cuerpo Globular Cos Asas Incisas 334
10.25	Orificios de Reparación Presentes en una Vasija de la Clase Matancillas Alisado 362
10.26	Borde del Tipo San Pedro Negro Pulido de Ur-S11 367
10.27	Tiestos del Tipo San Pedro Negro Pulido de Ur-S11 367
10.28	Tiestos de la Clase 12 (Gris Bruñido) de Ur-S11 367
10.29	Borde Corrugado de Ur-S11 367
10.30	Pulidor Procedente de M2-R1 373
11.1	Representación Antropomorfa Con Máscara de M1 392
11.2	Representación Antropomorfa Con Tocado de M1 392
11.3	Representación Antropomorfa Con Detalles de Vestimenta de M1 392
11.4	Representaciones con Motivos de Pisadas y Círculos de MP2 392
11.5	Escena de Actividades Rituales con Personaje Central Portando Atributos de Prestigio de M1 392
11.6	Localización de Geoglifos y Petroglifos en el Acceso a la Quebrada de Matancillas (MG1,MP2) 393
11.7	Vista de MG1. 1 Camélido Adulto(1), Cría de Camélido (2) 394
11.8	Geoglifo Representando a Una Cría de Camélido en MG1 394
11.9	Escena de Ritual con Coito del Arte Rupestre de Matancillas 3 402
11.10	Rostro Felínico Modelado en Cerámica de Matancillas 1 402

11.11 Representación de Mujer Portando un Cuenco, de M1	404
11.12 Personaje Con Cabeza Alargada de M1	404

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pag.
Jerarquía de Agregados de Rasgos Fenotípicos Materiales con Expresión Arqueológica,	
3.1 en Orden Decreciente de Inclusividad	18
3.2 Taxonomía de las Unidades Observacionales de la Arqueología del Valle de SAC	29
Rango de Escalas Espaciales de los Paisajes Geoecológicos. Tomado de Hugget	
3.3 (1995:14)	29
4.1 Geoambientes del Valle de SAC en las dos Unidades Ambientales de Mayor Escala	46
Ranking Cualitativo de Para el Establecimiento Residencial Agrícola y Pastoril de los	
4.2 Sectores de Fondo de Cuenca y Quebradas Laterales del Valle de SAC	62
5.1 Terminología Básica de la Teoría de Dinámica de Metapoblaciones	94
Hipótesis de Investigación y Expectativas Arqueológicas del poblamiento Temprano del	
5.2 valle de SAC	114
6.1 Propiedades de los Recursos Alimenticios del Valle de SAC que Afectan su Elegibilidad	123
Tiempo Promedio Invertido en el Trabajo Pastoril de la Puna de Salta y Tamaño	
6.2 Promedio de los Rebaños	124
6.3 Inversión Temporal de la Producción Pastoril en La Puna de Salta	125
Rendimiento Productivo por Especie Cultivada del Ciclo Agrícola 2000-2001 en	
6.4 Matancillas	134
Productividad y Porcentajes de Siembra de los Principales Cultivos de la Quebrada de	
6.5 Matancillas	134
6.6 Estados Posibles de la Estructura Hídrica Local de Matancillas	138
Consumo de Kilocalorías Diarias de Diferentes Poblaciones de Cazadores Recolectores	
6.7 Etnográficos	140
Tiempo Invertido Estimado en la Producción Agrícola de la Quebrada de Matancillas y	
6.8 Calendario de Actividades	147
6.9 Costos de Trabajo en la Agricultura de Maíz, Papa y Quínoa de Matancillas	149
Estructura de Costos de Manejo de los Recursos y Equivalencias entre Recursos	
6.10 Silvestres y Domésticos	151
6.11 Inversión de Tiempo en Actividades de Preparación, Faenado y Matanza de Llamas	161
Modos de Procesamiento Precocción y Tiempos de Cocción de los Principales Recursos	
6.12 de la Puna de Salta	165
Matriz de Costos de Manejo de los Principales Recursos Alimenticios, Silvestres y	
6.13 Domésticos, de la Puna de Salta	171
Ranking en Kilocalorías por Hora de los Principales Recursos Silvestres y Domésticos de	
6.14 la Puna de Salta	175
Dimensiones y Estadística Descriptiva de las Transectas de Relevamiento del Registro	
7.1 Arqueológico Superficial del Valle de SAC	188
Superficie, Proporción y Frecuencias de Artefactos de los Distintos Ambientes de	
7.2 Depositación del Registro Arqueológico Superficial del Valle de SAC	200
Distribución de los Diferentes Ambientes Vegetacionales y de Depositación de Artefactos	
7.3 en el Valle de SAC	201
7.4 Frecuencia de Estructuras Arquitectónicas en los Tres Paisajes Principales del Valle de	204

SAC, y en los Tres Ambientes Vegetacionales	
Frecuencias Observadas y Esperadas de Estructuras Arquitectónicas en el Fondo de	
7.5	Cuenca y en Las Quebradas Laterales del Valle de SAC y Prueba X^2 206
7.6	Resumen de las Principales Características de la Extracción 2 de R1-S1. 215
7.7	Incidencia de la Meteorización en el Conjunto Óseo de la Extracción 2 de R1-S1 215
7.8	NISP del Conjunto Arqueofaunístico Total de RE-1 222
7.9	Incidencia de la Meteorización Sobre el NISP del Conjunto Arqueofaunístico de RE-1 222
7.10	Características de la Cerámica de la Estructura 1 de Ramadas 225
8.1	Características y Estadística Descriptiva de los Sondeos de Matancillas 1. 239
Matriz del Coeficiente de Correlación R entre las Principales Variables del Registro	
8.2	Arqueológico Enterrado de Matancillas 1 239
8.3	Principales Características Arqueológicas de los Recintos Excavados en Matancillas 1 249
8.4	Características y Propiedades Arqueológicas de los Sondeos de M2-TA 254
8.5	Resumen de las Principales Propiedades de las Unidades de Excavación de Matancillas 2 270
Matriz de Covariación r^2 de las Principales Variables Cuantitativas de las Unidades de	
8.6	Excavación de Matancillas 2 270
8.7	Resumen de las Principales Propiedades de los Sondeos Excavados en Urcuro 1 275
Cálculo del NISP en los Tres Conjuntos Arqueofaunísticos del Sitio Matancillas 2, Bajo un	
9.1	Criterio de Máxima Distinción Entre Unidades 289
Cálculo del NISP Para una Muestra en el Nivel del Componente del Sitio Matancillas 2,	
9.2	Siguiendo un Criterio de Mínima Distinción 289
9.3	Cálculo del NISP Para una Muestra en el Nivel del Componente del Sitio Matancillas 1 289
9.4	Estadios de Meteorización en Conjuntos Arqueofaunísticos de Matancillas 290
Cálculo del NISP Para la Muestra en el Nivel de la Ocupación de la Quebrada de	
9.5	Matancillas Siguiendo un Criterio de Mínima Distinción entre los Sitios M1 y M2 290
9.6	Materias primas Presentes en los Conjuntos Líticos de M1 y M2 296
Tamaño, Riqueza de Clases e Índice de Instrumentos por Desecho de Tallas de las	
9.7	Unidades Excavadas en M1 y M2 296
9.8	Frecuencia de Clases de Artefactos de M2-R2 y M2-R1 297
9.9	Frecuencia de Clases de Artefactos de M2-C2 y M2-B2 298
9.10	Frecuencia de Clases de Artefactos de M1-R19 298
Composición del Conjunto de Artefactos Líticos en de M1 y M2, en el Nivel de Máxima	
9.11	Agregación 300
Representación y Procedencia de las Materias Primas Líticas Presentes en el Conjunto	
9.12	Total de Artefactos de M2 y M1 302
Porcentaje de Especímenes con Restos de Corteza en los Desechos de Talla de	
9.13	Obsidiana Alóctona al Valle de SAC en el Conjunto Lítico M1-M2 306
Conjuntos de Tiestos Clasificados de las Excavaciones de Matancillas y	
10.1	Representatividad Porcentual de Cada Conjunto 319
10.2	Clases de Tiestos del Conjunto Total de Matancillas 1 y 2 320
10.3	Frecuencias de Tiestos Pertenecientes a las Clases Decoradas y No Decoradas de la 320

Cerámica de Matancillas 1 y 2

10.4	: Distribución de Tamaños de Tiestos y Riqueza de Clases Por Conjunto	321
10.5	Estadística Descriptiva del Grosor de los Tiestos de los Conjuntos Analizados de M1 y M2	323
10.6	Distribución de las Clases de Tiestos en los Conjuntos Excavados de Matancillas. Los conjuntos están ordenados de manera ascendente con respecto a su fecha ¹⁴ C.	336
10.7	Clases de Primer, Segundo y Tercer Nivel de Inclusividad de Caracteres	341
10.8	Frecuencias de Tiestos de las Clases del Segundo Nivel en los Conjuntos de M1 y M2	341
10.9	Frecuencias de Tiestos de las Clases de Tercer Nivel en los Conjuntos de M1 y M2	341
10.10	Muestra Analizada de Bordes Decorados de M1 y M2, Mediciones y Estadística Descriptiva	356
10.11	Residuales Estandarizados de la Regresión Lineal entre la Media y el Desvío Estándar de Todas las Mediciones de los Bordes Decorados de Matancillas	357
10.12	Matriz del Coeficiente de Correlación Lineal Entre las Variables de la Forma y La Decoración de los Bordes Decorados de M1 y M2	358
10.13	Matriz del Coeficiente de Determinación Entre las Variables de la Forma y La Decoración de los Bordes Decorados de M1 y M2	359
10.14	Estadística Descriptiva del Tamaño y el Grosor de los Tiestos de Ur-S11	365
10.15	Frecuencia y Riqueza de Clases de Ur-S11	366
10.16	Características Petrográficas de la Muestra de Cerámica Analizada de Ramadas, Urcuro y Matancillas	370
10.17	Componentes Arqueológicos Tempranos de la Puna Norte de Argentina Con Presencia de Cerámica y Matriz de Rasgos de Presencia y Ausencia	376
10.18	Componentes Arqueológicos con Cerámica Temprana de la Puna Norte de Argentina, Ordenados por la Seriación de Rasgos	377
10.19	Ocupaciones Arqueológicas con Cerámica Temprana de la Puna Norte de Argentina	378
10.20	Conjuntos Cerámicos Tempranos de la Puna Norte	381
11.1	Clases de Representaciones Rupestres de Matancillas y Características Generales, Según los Contexto de Uso y Replicación del Arte Rupestre	395
12.1	Hipótesis de Investigación y Evidencia Arqueológica, Derivadas de la Hipótesis A	431
12.2	Hipótesis de Investigación y Evidencia Arqueológica, Derivadas de la Hipótesis B	432
12.3	Causas, Restricciones, Contingencias y Resultados de los Procesos de Cambio Evolutivo	444
C1	Marco Cronológico y Periodización del Valle de SAC	450

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1.1 Área de Estudio, El Valle de San Antonio de Los Cobres, Puna de la Provincia de Salta	3
1.2 Marco Cronológico de Estudio, Edades 14C Calibradas	4
3.1 Diagrama de Flujo de los Procedimientos de Investigación Arqueológica Evolutiva en el Valle de SAC	36
4.1 Puna Argentina, Sectorización y Gradiente de Aridez Valle de San Antonio de los Cobres –Valle de SAC- Localización en la Puna Argentina y	40
4.2 Aspectos Físicos	45
4.3 Geoambientes de las Quebradas Laterales y el Fondo de Cuenca del Valle de SAC	47
4.4 Imagen Satelital del Valle de SAC, en Falso Color	51
4.5 Temperaturas y Heladas en el Valle de SAC	57
4.6 Distribución de Precipitaciones Mensuales Medias en el Valle de SAC	58
4.7 Patrones de las Precipitaciones Anuales de la Puna Argentina Modelo Seleccionista de Nicho y Principales Procesos de Cambio que lo Afectan en el	60
5.1 Tiempo Ecológico y Evolutivo	64
5.2 Modelo de Optimización de Tasa Beneficios Decrecientes y de Costos Crecientes	67
5.3 Dos Fenotipos Alternativos que Difieren en el Costo de sus Estrategias	68
5.4 Modelo de Amplitud Optima de la Dieta	70
5.5 Modelo de Amplitud de la Dieta y Estrategias de Producción de Alimentos	73
5.6 Modelo Básico de Sensibilidad Adaptativa al Riesgo	76
5.7 Modelo Z-Score	78
5.8 Dos Modos Principales de Transmisión Cultural	81
5.9 Tres Resultados Ideales de la Transmisión Cultural Selectiva	83
5.10 Efectos de la Variación Guiada Proporción de la Transmisión Social de Variantes de Comportamiento con Relación a los	84
5.11 Costos del Error y a los Costos del Aprendizaje	90
5.12 Modelo de Metapoblación Espacialmente Estructurada	95
5.13 Factores que Intervienen en la Persistencia de una Metapoblación y de Poblaciones Locales	97
5.14 Modelo de Homogeneización de la Calidad de los Hábitats Locales de una Metapoblación	102
5.15 Evolución de una Metapoblación Humana Espacial y Demográficamente Situación Geográfica de las Localidades de Matancillas y Santa Rosa de los Pastos Grandes	106
6.1 en la Puna de la Provincia de Salta	116
6.2 Histograma de Frecuencias del Tamaño de las Espigas de Maíz Cultivadas en Matancillas	122
6.3 Relación entre el Peso de la Espiga de Maíz, el Peso Total de sus Granos y el Peso del Marlo	122
6.4 Efectos del Tamaño Total de los Rebaños Sobre los Costos de Producción <i>per capita</i> en la Puna de Salta	127

Esquema de la Distribución de Campos de Cultivo y Facilidades de Pastoreo en la	
6.5 Quebrada de Matancillas	130
6.6 Planta de uno de los Huertos Utilizados en Matancillas	131
Variación en el Rendimiento de los Huertos Según su Localización en la Quebrada de	
6.7 Matancillas	136
Proyección de los Rendimientos Decrecientes en Kilocalorías Diarias Resultante de la	
6.8 Variación en la Proporción de Dispersión de los Campos de Cultivo	142
Modelo de Minimización de Riesgos de la Producción Agrícola en Matancillas por la	
6.9 Fluctuación Local de la Disponibilidad de Agua para el Riego	143
Composición del Costo Global de Manejo de los Principales Recursos Silvestres y	
6.10 Domésticos de la Puna de Salta y Contribución Relativa de los Distintos Costos de Manejo	172
6.11 Serie Ordenada de Recursos de Acuerdo a su Utilidad en Kilocalorías por Hora de Manejo	176
Índices de Transmisión Cultural y Aprendizaje Individual en Santa Rosa de los Pastos	
6.12 Grandes, Puna de Salta	182
Localización de la Transectas de Relevamiento Arqueológico de Superficie en el Valle de	
7.1 SAC	186
7.2 Densidad Artefactual Media de Cada Transecta en Función del Número de Celdas	189
7.3 Densidades Artefactuales de cada Transecta	190
Proporción de Artefactos Líticos y de Tiestos de las Distribuciones de Superficie de los	
7.4 Aluviones Aterrazados y los Aluviones No Aterrazados	193
7.5 Tamaño de los Tiestos de Superficie	194
Plano de Distribución de las Densidades de Artefactos por Transecta del Registro	
7.6 Arqueológico Superficial del Valle de SAC	198
Histograma de las Densidades de Artefactos (Art/m ²) con Respecto al Área total	
7.7 Prospectada, y Frecuencia Acumulada	198
Densidad de Artefactos en los Distintos Ambientes de Depositación Diferenciados por la	
7.8 Vegetación del Valle de SAC	199
Densidad Media de Artefactos de Cada Ambiente de Depositación Superficial del Valle de	
7.9 SAC	200
Proporción Estimada de los Diferentes Tipos de Vegetación en el Fondo de Cuenca y en las	
7.10 Quebradas Laterales del Valle de SAC	202
7.11 Frecuencia y Porcentaje de Estructuras Arquitectónicas Dispersas y Concentradas	205
Localización de los Sitios Excavados y de las Estructuras Arquitectónicas en la Planicie de	
7.12 Fondo de Cuenca del Valle de SAC	210
7.13 Estratigrafía del Sitio R1-S1 Extracción 2	212
7.14 Determinación Radiocarbónica de Ramadas 1 Sondeo 1 y Rango de Edades Calibradas	214
7.15 Frecuencia de Clases de Artefactos de las Extracción 2 de R1-S1	215
7.16 Topografía del Sector de Ramadas	217
7.17 Planta de la Estructura 1 de Ramadas	220
7.18 Perfil de la Excavación de la Estructura 1 de Ramadas	221
7.19 Frecuencia de Clases de Hallazgos por Nivel de la Excavación de RE-1	222

7.20	Planta de Excavación y Distribución de Hallazgos del Nivel 4 de RE-1	223
	Determinación Radiocarbónica de Ramadas Estructura 1 y Distribución de Probabilidades	
7.21	de las Edades Calibradas	228
	Rangos de Probabilidades de las Fechas Calibradas ¹⁴ C de los Sitios con Cerámica	
7.22	Temprana del Noroeste de Argentina	229
8.1	Ubicación de las Quebradas de Matancillas y Urcuro en el Valle de SAC	234
8.2	Planta del Sitio Matancillas 1	237
	Incidencia de la Pendiente del Terreno Sobre el Registro Arqueológico Enterrado de	
8.3	Matancillas 1	240
	Frecuencia y Porcentaje de las Clases de Artefactos de los Sondeos Excavados en	
8.4	Matancillas 1	241
	Distribución de Tiestos y Artefactos Líticos por Sondeo, y en Relación con la Pendiente de	
8.5	Matancillas 1	241
8.6	Planta y Sectores de Excavación de M1-R10	244
8.7	Planta de Excavación de M1-R86	246
8.8	Planta de Excavación de M1-R19	247
8.9	Perfil Estratigráfico de M1-R19	248
8.10	Patrones Principales de los Agregados Arqueológicos en Matancillas 1	250
8.11	Planta del Sitio Matancillas 2	253
	Gráficos de Dispersión de las Principales Mediciones Arqueológicas del Conjunto de	
8.12	Sondeos de M2-TA	255
8.13	Dependencia de la Frecuencia de Hallazgo de Artefactos (a) y de Especímenes óseos (b)	256
8.14	Serie de Perfiles de los Sondeos de M2-TA	256
8.15	. Perfil Estratigráfico y Área Excavada de M2-B2	259
	Ubicación del Recinto 1 (M2-R1) y de la Cuadrícula 2, y de sus Respetivos Sectores de	
8.16	Excavación	262
8.17	Perfiles de Los Cimientos de M2-R1	263
8.18	Perfiles de los Sectores 6 y 7 de M2-R1, y Posición de las Muestras ¹⁴ C.	264
8.19	Planta y Sectores de Excavación de M2-R2	266
8.20	Perfiles de los Sectores D6 y D7 de M2-R2	267
	Rango de Probabilidades de las Edades Calibradas ¹⁴ C de Matancillas 1 y 2 Para uno y 2	
8.21	Sigmas	268
8.22	Covariación entre Variables Cuantitativas de las Excavaciones de Matancillas 2	271
8.23	Planta del Sitio Urcuro 1 en la Quebrada de Urcuro	274
8.24	Densidad arqueológica de los Sondeos de UR-1	275
8.25	Planta de Excavación de UR-S11, Nivel 7	277
8.26	Perfil de UR-S11	278
	Distribución de Fechas ¹⁴ C Calibradas de los Sitios del Período Temprano del Valle de San	
8.27	Antonio de los Cobres	279

9.1	Taxonomía de Artefactos Líticos de Matancillas 1 y 2	293
	Frecuencias de las Tecnologías de Alto Costo y de Bajo Costo de la Ocupación de	
9.2	Matancillas, Excluyendo los Costos de Obtención de las Materias Primas	301
9.3	Rango Máximo de Aprovisionamiento de los Recursos Líticos Alóctonos al Valle de SAC	302
	Rango Máximo de Aprovisionamiento de los Recursos Líticos Locales Con un Radio de 8	
9.4	Kmts.	303
9.5	Frecuencias de Clases de Artefactos Líticos por Materia Prima del Conjunto Total M1-M2	304
9.6	Frecuencias de Clases de Instrumentos Líticos por Materia Prima del Conjunto Total M1-M2	304
	Curva de Crecimiento Exponencial del Valor del Terreno Cultivable en Relación con su	
9.7	Cantidad	311
10.1	Ejemplos de la Cerámica Decorada de Matancillas 1 y 2	318
	Histogramas de Frecuencias del Tamaño de los Tiestos de los Conjuntos Cerámicos de	
10.2	Matancillas 1 y 2	322
10.3	Tendencias Medias y Variación del Grosor de los Tiestos de los Conjuntos de M1 y M2	323
	Relación Entre la Varianza del Grosor y el Tamaño Medio de los Tiestos de los Conjuntos de	
10.4	M1y M2	323
	Frecuencias Absolutas de Tiestos por Clase Ordenada de Manera Ascendente del	
10.5	Subconjunto de Tiestos Pertenecientes al Cuerpo y Bases de las Vasijas	326
	Frecuencias Absolutas de Tiestos por Clase Ordenada de Manera Ascendente del	
10.6	Subconjunto de Asas	326
	Frecuencias Absolutas de Tiestos por Clase Ordenada de Manera Ascendente del	
10.7	Subconjunto de Bordes	326
	Proporción de la Decoración Geométrica y No Geométrica del Conjunto de Tiestos	
10.8	Decorados de Matancillas 1 y 2	331
	Formas del Extremo Superior de las Vasijas, Puntos de Inflexión y Forma de los Labios del	
10.9	Conjunto de la Cerámica de Matancillas	334
	Seriación de Frecuencias De Los Conjuntos Excavados de Matancillas. Los conjuntos estan	
10.10	ordenados cronológicamente	337
10.11	Seriación de Frecuencias de los Tiestos Decorados de M1 y M2	338
	Seriación de Frecuencias de los Conjuntos de Matancillas a Partir de las Clases de Segundo	
10.12	Orden de Inclusividad de Rasgos	342
10.13	Tasas de Crecimiento (t) de Algunas Clases de Tiestos de Matancillas 1 y 2	344
10.14	Coefficientes de Selección Transgeneracional de las Clases de la Cerámica de Matancillas	345
10.15	Seriación de Frecuencias de los Tipos Matancillas Alisado y Matancillas Pulido	346
	Seriación de Frecuencias de los Tipos San Francisco Pulido y San Francisco Ordinario en	
10.16	las Tierras Bajas del NOA	346
10.17	Tendencias de Evolución de los Tipos Matancillas Alisado y Matancillas Pulido	347
10.18	Tendencia de Evolución del Bruñido durante el Tiempo de Ocupación de Matancillas 1 y 2	348
10.19	Variables Métricas de la Decoración	351
10.20	Localización de los Puntos de Inflexión y de las Longitudes Medidas	353
10.21	Regresión Lineal entre la Media y el Desvío Estándar de Todas las Mediciones de los	355

Bordes Decorados de Matancillas	
Gráfico de Pareto de la Correlación Entre Los Pares de Variables de la Forma y la	
10.22 Decoración de los Bordes Decorados de M1 y M2	358
Dispersión Entre los Pares de Variables Métricas de los Bordes Decorados de M2, que	
10.23 Covarian de Manera más Significativa y Tendencias de Ajuste Óptimo	361
10.24 Variación del Grosor y el Módulo de Tamaño de los Tiestos de Ur-S11	365
10.25 Representatividad de los Elementos Litológicos de los Especímenes Analizados	371
10.26 Similitud con Respecto al Especimen Experimental de Fragmento de la Muestra Analizada	371
10.27 Agrupación de los Especímenes por la Disimilaridad de su Composición Litológica	372
Declinación Temporal del Grosor Medio de las Paredes de la Cerámica Más Temprana de la	
10.28 Puna Argentina	380
Evolución Temporal de la Frecuencia de Estructuras Arquitectónicas en el Valle de SAC, y	
10.29 su Relación con el Grosor Medio de las Paredes de la Cerámica	384
11.1 Geoglifo Representando a Una Cría de Camélido en MG1	394
Representatividad de las Representaciones Antropomorfas, Zoomorfas y de Pisadas en los	396
11.2 Diferentes Conjuntos de Arte Rupestre de Matancillas	
11.3 Paneles de Arte Rupestre de la Quebrada de Matancillas	397
11.4 Representaciones Individuales y Escenas en el Arte Rupestre de Matancillas	400
11.5 Escenas de Rituales y Otras Representaciones del Arte Rupestre de Matancillas	401
Historia Ocupacional en la Mesoescala, de la Puna Norte y su Borde a Partir de la	
11.6 Cronología ¹⁴ C Calibrada del Intervalo 3600-1200 años BP	412
Distribución de Fechados Radiocarbónicos de la Puna Norte y su Borde y del Intervalo 3600-	
11.7 1200 años BP en la Curva de Calibración	413
11.8 Modelo de Sharov y Liebhold de Expansión Poblacional	415
Función de Valor Marginal Decreciente del Espacio Productivo y Ubicación Asimétrica de	
11.9 los Fenotipos en Competencia	418
Relación entre Valor Marginal Decreciente del Espacio Productivo y el Beneficio Creciente	
11.10 de la Cooperación Mutua	421
11.11 Estructura del Juego de Robo Tolerado del Espacio y Mutualismo	424
Modelo Básico de Evolución y Estructura del Nicho de la Ocupación Temprana de	
12.1 Matancillas	434
12.2 Modelo de Paisaje Evolutivo de la Combinación de Dos Fenotipos	438
Patrones de Tempo y Modo en Evolución Emergentes del Cambio en la Estructura del	
12.3 Nicho, y la Acción de la Selección Natural	441
Modelo de Paisaje Evolutivo de Dos Fenotipos en Una Relación de Simbiosis Por Una	
12.4 Estrategia Evolutivamente Estable de Mutualismo	442
12.5 Componentes que Intervienen en los Procesos de Cambio Evolutivo	443
Modelo Seleccionista de Dinámica Poblacional y Evolutiva Durante el Período Temprano	
12.6 en el Valle de SAC	445

PREFACIO

La Puna es el ambiente más cercano al cielo que puedo imaginar. Allí aprendí a ser arqueólogo, y relegué mi interés por la paleontología y por la matemática, que a mi juicio tiene elegancia pero no belleza. Su paisaje lo descubrí en 1989, en mi primera campaña como estudiante de Daniel Olivera. En esa oportunidad lo vi a Daniel tratando de interpretar la complejidad de los Montículos de Casa Chávez, la secuencia de componentes era demasiado compleja para mí. Pero el cambio a lo largo del tiempo era claro. En el extremo superior la cerámica era distinta, más variada, y definitivamente la más parecida a la cerámica temprana de la Puna, como la que luego me enseñara Pedro Krapovickas. En ese entonces me fui con la intriga acerca de por qué cambiaban el registro arqueológico a lo largo del tiempo, y por qué se presentaban esas acumulaciones con intervalos de abandono y reocupación. Trabajé dos años con esa cerámica y me formé en este tema. El tiempo transcurrió también para mí, y diez años después sucedió que tuve a cargo mi propio proyecto de investigación en la Puna. Así me encontré en la misma situación que Daniel: rodeado de variación para explicar, y recordé las lecturas de Kent Flannery y David Clarke. El mensaje era claro: el trabajo empírico no puede ser independiente del trabajo teórico. La consecuencia era ineludible, necesitaba construir modelos y reconciliarme con la matemática.

Este trabajo se basa en investigación teórica y empírica que conduje en un intento de explicar la variabilidad y la complejidad del registro arqueológico del Valle de San Antonio de los Cobres. Particularmente durante el Período Temprano. Ambas líneas de investigación han ocupado los cinco años que llevó esta tesis. La Teoría de la Evolución Darwiniana me ha servido como marco. Recordando que desde esta perspectiva el cambio es continuo, estoy confiado que el futuro traerá cambios a muchos de los planteos que aquí he propuesto. Alguien dijo que no hay nada más bello que hacer aquello para lo cual evolucionamos. Por esta razón, seguramente no haya nada más placentero, para un homínido que evolucionó en el Pleistoceno Superior, que construir teorías acerca de cómo es el mundo. Si esto forma parte de mis instintos espero haberlos honrado.

AGRADECIMIENTOS

Son mucha las personas que distinta manera me ayudaron y me incentivaron a lo largo de los 5 años que tomó el trabajo de investigación de esta tesis. En primer lugar quiero agradecer a quienes de manera más directa se vincularon con el desafío de la investigación en la Puna de Salta, y que tomaron el proyecto como propio. Me refiero al Lic. Gabriel López, a Sebastián Frete –cebolla-, a Carolina Azcune –ojitos de llama -, a Mariana Gómez –monkey girl-, a Luciano Criscuolo, a Ulises Camino, a Roberto Tonarelli, a Cecilia Mercuri –la mejor jefa de cuadrícula- a Sebastián Abeledo –tanguito-, y a Marcelo Morales. Con ellos he compartido el trabajo de campo arqueológico y etnográfico; y el trabajo de laboratorio. También les agradezco a Ezequiel Prat y a Adriana- Jenniffer Gutiérrez, por su paciencia –remontando y analizando tiestos en el laboratorio – y a Marcelo Cardillo, por su constante apoyo a mi trabajo. Ellos han sido los mejores compañeros de ruta, y lo seguirán siendo.

Mi agradecimiento es infinito a Eulalia y Benito Arjona; quienes sin su ayuda en la Puna nada hubiera sido posible. También agradezco a Mirta Santoni por su ayuda incondicional en cada una de las campañas; y a Ana Lávaque por confiar en mi investigación, y haberme brindado la ayuda necesaria para que se lleve a cabo.

Agradezco, a L. A. Borrero, E. A. Smith y R Kelley por sus sugerencias y comentarios en ideas claves que se exponen en esta tesis; a J.L. Lanata por la lectura minuciosa del manuscrito, al Físico Rolando Lillo por su ayuda en el formalismo matemático, a Betty Meggers por su apoyo a mi línea trabajo, a Annete Aguerre por su afecto, su interés y su apoyo en cada tramo de mi carrera doctoral, a Alicia Fernández Dístel, a Felix Acuto por su amistad y a Marisa Lazzari por su amistad y su ayuda con el tema de las obsidianas; y fundamentalmente a mi director Daniel E. Olivera que con paciencia hizo lo imposible para que esta tesis pueda ser un hecho. También agradezco a mis compañeros de la Sección Arqueología, del Instituto de Ciencias Antropológica (FFyL-UBA), que brindaron todo su apoyo a mi proyecto de investigación, en especial a Hugo Yacobaccio y a Norma Pérez.

Finalmente agradezco a mis padres Juan y Rosalía Muscio, a mis hermanas Nora, Marcela y Cecilia, que me brindaron todo su amor paciencia y soporte en momentos difíciles de este trabajo, a mis amigos Gabriel Gagliardi, y a Loreley Ceriani por su apoyo; y a Rolando Lillo por haber estado a mi lado en cada tramo de mi trabajo.

CAPÍTULO 1

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN, MARCO TEMPORAL Y ESPACIAL Y PERSPECTIVA TEÓRICA

1- El Tema de Investigación.

En la escala global, el registro arqueológico de las transiciones económicas de nichos humanos basados en la predación hacia los de producción de alimentos, muestra que estos fenómenos comenzaron a partir del Holoceno (Harris 1996, Smith 2001). Salvo en ambientes muy secos o muy fríos y en la mayoría de los casos, estas transiciones se iniciaron con la intensificación económica –i.e., el incremento de la eficiencia por unidad de área- y culminaron con el predominio de la agricultura (Richerson et al. 2001). Desde un punto de vista evolutivo, la transición hacia la producción de alimentos y la expansión agrícola a casi todas las áreas del planeta potencialmente cultivables, implicó un cambio drástico en el rol ecológico homínido (Eldredge 1999). En términos tróficos esta trayectoria evolutiva se interpreta como el triunfo de la estrategia herbívora (Foley 1996:83). Como consecuencia de las transiciones, los humanos devinieron en super-herbívoros que disminuyeron la diversidad de fuentes de productividad primaria de sus hábitats a las especies comestibles, extinguieron competitivamente especies herbívoras y domesticaron a un conjunto de herbívoros especializados, para alimentarse de plantas inaccesibles directamente para los humanos.

El estudio arqueológico de las transiciones hacia economías productoras de alimentos requiere enfoques teóricos y empíricos tanto en escalas espaciales amplias –continentales, regionales- como más reducidas –locales- (Pearsal 1992, Harris 1996, Cavalli-Sforza 1996, Winterhalder y Goland 1997, Zvelevil 1996, Smith 2001). El trabajo en distintas escalas es necesario para una comprensión adecuada de los procesos de domesticación expansión de las estrategias agrícolas y pastoriles (Harris 1996). La evidencia arqueológica señala que Sudamérica fue uno de estos escenarios (Smith 1998). En efecto, al momento del contacto euroamericano el hemisferio presentaba un mosaico de nichos económicos humanos muy diverso, en el cual coexistían economías locales plenamente agropastoriles basadas en la agricultura, con adaptaciones donde la producción de alimentos era una estrategia secundaria o no utilizada (Pearsal 1992).

La historia evolutiva de las adaptaciones con economías de producción de alimentos en Sudamérica indica un patrón de correlación entre las especies domesticadas y el mosaico ambiental altitudinal, con disponibilidad diferencial de especies potencialmente domesticables y distintas limitaciones a los cultivos y al pastoralismo. Se destacan la existencia de:

- a) sistemas de baja altitud basados en el cultivo de tubérculos como la mandioca (*Manihot esculenta*), el maíz (*Zea mays*) y porotos *Canavalia*,
- b) sistemas andinos de mediana altitud caracterizados por el uso del maíz, el maní (*Arachis hypogaea*) y porotos *Phaseolus*, y
- c) sistemas de alta altitud dominados por los cultivos de papa (*Solanum tuberosum*), tuberosas varias, y quasicereales como la quinoa (*Chenopodium quinoa*).

Mediante la información arqueobotánica hemicontinental y considerando la distribución de ancestros silvestres en el gradiente altitudinal y latitudinal, se postulan diferentes regiones en las cuales ocurrieron procesos de domesticación, en diferentes tiempos (Smith 1998). Esto a su vez dio lugar a distintos procesos de dispersión agrícola en la historia cultural sudamericana, donde el maíz habría sido introducido ya domesticado (Pearsall 1992, Smith 1998). Por otra parte, en relación con el proceso de domesticación de los camélidos sudamericanos, éste tuvo lugar en las Tierras Altas Andinas (Browman 1989), donde el Centro Sur andino fue uno de los escenarios tempranos. Las evidencias del Sur de Perú, Norte de Chile y Noroeste Argentino son de crucial importancia para la comprensión de los distintos escenarios en los que se desarrolló este proceso (Aldenderfer 2001, Yacobaccio *et. al.* 1994, 1998, Yacobaccio 2001 a, b ; Yacobaccio y Vilá 2001).

De manera similar a lo ocurrido en otro continentes, las transiciones a economías dependientes de la producción de alimentos en Sudamérica evidencian variaciones de escala regional y local. Estas variaciones se expresan en la temporalidad, en los constituyentes tecnológicos y económicos, y en la dinámica sociocultural implicada (Smith 1998). Los trabajos de síntesis, de la distribución espacial de fechados, especies domesticadas y contextos de hallazgo pueden consultarse en Pearsall 1992, Castro y Tarragó 1994, Lagiglia 2001, Yacobaccio 2001-a, entre otros. La diversidad de procesos regionales y locales propicia la investigación de los factores causales de esta variabilidad desde la perspectiva evolucionista Darwiniana (Rindos 1984, 1985, O'Brien y Lyman 2000, 2002). Principalmente de los factores que pudieron controlar las tasas y los modos de las expansiones de las estrategias productivas, en la diversidad de ambientes particulares de Sudamérica. Este es el tema de investigación de este doctorado, analizando el caso del Valle de San Antonio de Los Cobres, Puna de la Provincia de Salta, Argentina.

En las Tierras Altas del Noroeste de Argentina, el registro arqueológico del poblamiento agropastoril se remonta a ca 2500 BP. (Raffino 1977, Berberian y Raffino 1992, Lagiglia 2001, Olivera 2001) y abarca el denominado Período Temprano (González 1977). La evidencia indica un cambio hacia el establecimiento de ocupaciones sedentarias con economías basadas en la agricultura, el pastoreo de llamas, la caza y la recolección, y el uso de tecnologías cerámicas y metalúrgicas. En la Puna Sur de Argentina la evidencia de ocupaciones aldeanas con producción de alimentos proviene de Antofagasta de la Sierra. Son los casos de Casa Chávez Montículos (Olivera 1991, 1997), Tebenquiche (Krapovickas 1955, Haber 1999) y Laguna Blanca (González 1977, Raffino 1988). En la Puna Norte, la evidencia abarca las ocupaciones más tempranas de Cerro Colorado 2 (Krapovickas 1987-1988) en el norte de la Puna de Jujuy, y de Cochinoca, en el río Las Burras, y Huancar de la región Sur de Susques (Fernandez Distel 1998, 1999). A estos registros de la Puna Norte se le suma la nueva información de las quebradas de Matancillas y Urcuro (Muscio 1999), localizadas en el Valle de San Antonio de los Cobres, Provincia de Salta. Esta evidencia constituye la principal fuente empírica de la presente tesis.

2- Objetivos e Hipótesis de Investigación. Marco Espacial y Temporal

El objetivo de esta tesis es el estudio del poblamiento y la evolución durante el Período Temprano en el Valle de San Antonio de los Cobres (SAC), localizado en la Puna de la Provincia de Salta, Figura 1-1. Para la región se obtuvo una serie de fechados radiocarbónicos que proporciona el marco cronológico de estudio. La Figura 1-2 presentan la distribución de estos datos calibrados. En este marco, enfatizamos el estudio del bloque 50 BC – 605 AD. Este objetivo de investigación los llevamos a cabo a partir de hipótesis de trabajo orientadas a esclarecer los aspectos adaptativos de las ocupaciones humanas con producción de alimentos, considerando las propiedades ecológicas del ambiente que pudieron estimular distintas respuestas conductuales, principalmente económicas y sociales; y también los aspectos histórico culturales de estas poblaciones.

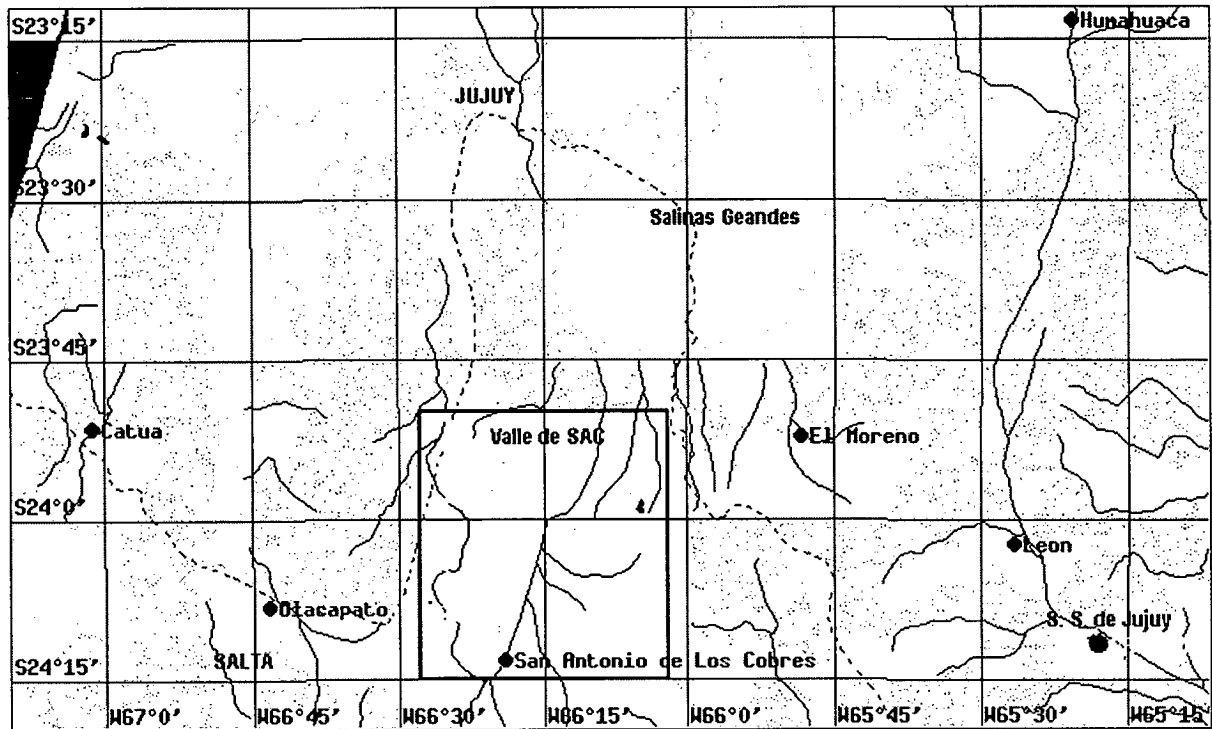


Figura 1.1: Área de Estudio, el Valle de San Antonio de los Cobres: Valle de SAC- en la Puna de la Provincia de Salta, Argentina.

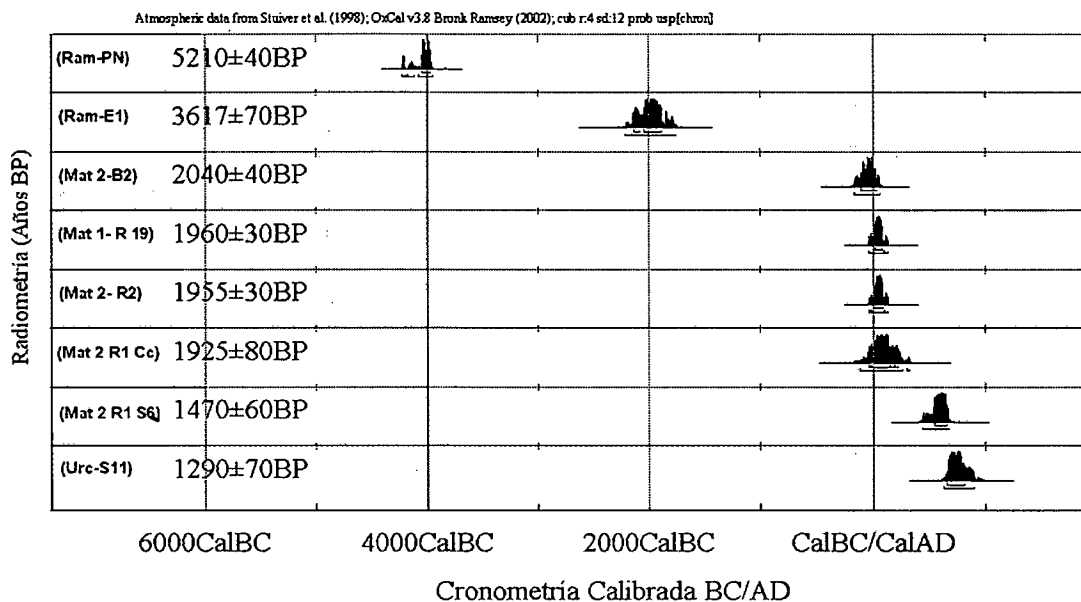
Paralelamente, desde modelos teóricos más generales de dinámica de metapoblaciones (Hansky y Gilpin 1997), analizamos las causas del proceso de poblamiento y de desocupación de ambientes locales. Esto último lo llevamos a cabo a partir de hipótesis derivadas de modelos de dispersión de poblaciones con producción de alimentos (Rindos 1980, 1984, 1985, Richerson *et al.* 2001), y considerando al riesgo (*sensu* Winterhalder y Lu 1999) como la principal presión de selección natural actuando tanto sobre el conjunto de las adaptaciones en la dispersión inicial, como en el despoblamiento de los ambientes locales ya colonizados.

Dos hipótesis generales guiaron el proceso de investigación de esta tesis:

A) Las poblaciones del Período Temprano del Valle de SAC presentaron un conjunto de adaptaciones económicas dependientes de: 1) la baja productividad primaria de la región, 2) la marcada heterogeneidad de hábitats apropiados para la instalación humana, y 3) las fluctuaciones ambientales que determinaron un entorno selectivo de riesgo.

B) El establecimiento de poblaciones con economías de producción de alimentos en el Valle de SAC fue un proceso oportunista, vinculado con la dinámica poblacional de áreas vecinas.

Marco Cronológico del Valle de San Antonio de los Cobres (SAC)



Designación	Identificación	Material	Determinación C ¹⁴	Calibración (p 68,2%)	Calibración (p 95,4%)	Media Calibrada
Ramadas Perfil Norte	UGA 8726	Turba	5210 ± 40	4045 BC-3965 BC	4220 BC-3950 BC	3997 BC
Ramadas Estructura 1	LP 1410	Hueso	3617 ± 70	2130 BC-1880 BC	2200 BC-1750 BC	1895 BC
Matancillas 2 Basural 2	UGA 8624	Carbón	2040 ± 40	110 BC - 30 AD	170BC - 60 AD	50 BC
Matancillas 1 Recinto 19	Poz-2736	Hueso*	1960 ± 30	0 AD - 80 AD	40 BC - 130 AD	75 AD
Matancillas 2 Recinto 2 Sector E6	Poz-2737	Hueso*	1955 ± 30	0 AD - 85 AD	30 BC - 130 AD	70 AD
Matancillas 2 Recinto 1 Capa C Sector 7	AC 1659	Carbón	1925 ± 80	40 BC - 220 AD	120 BC - 320 AD	130 AD
Matancillas 2 Recinto 1 Sector 5	LP 1363	Carbón	1290 ± 70	650 AD - 910 AD	620AD-900 AD	775 AD
Urcuro Sondeo 11, Nivel 7	GX-30399	Carbón	1470 ± 60	540 AD-650 AD	430AD-670 AD	605 AD

Figura 1-2: Marco Cronológico de Estudio: Edades Calibradas La media calibrada de cada datación es la correspondiente a un desvío (p= 68, 2 %).

A partir de estas hipótesis, el trabajo de investigación busca contrastar en los registros disponibles algunas de sus implicancias. De tal manera, a partir de la hipótesis A, se analizan los conjuntos arqueofaunísticos y arqueobotánicos para estudiar la toma de decisión con respecto al uso de recursos, partiendo de modelos orientados a la medición de la eficiencia económica de la adaptación (Grayson y Delpech 1998). En este caso se aplica el Modelo de Amplitud de la Dieta (Smith 1983, Stephens y Krebs 1986; Kelly 1995). También se evalúa la amplitud general del nicho económico en términos de modelos sensitivos del riesgo, en particular del modelo Z-Score de minimización de la varianza (Bettinger 1991, Winterhalder y Lu 1999). En la línea de los modelos de optimización se analiza la estrategia de tecnología lítica (Bousman 1993), con el fin de observar patrones relacionados a la estrategia de procura y uso de recursos alimenticios.

A partir de la hipótesis B se efectúa una serie de análisis orientados a establecer filogenia cultural en la tecnología cerámica y para reconocer probables mecanismos de transmisión cultural (Boyd y Richerson 1985). En esta instancia, se realiza la seriación de frecuencias (O'Brien y Lyman 2000) de los conjuntos excavados; y se efectúa el análisis de correlación de variables métricas de los bordes (Bettinger y Erkens 1997, O'Brien y Lyman 2002). Estos análisis se complementan con el análisis petrográfico de las cerámicas para probar en un nivel inicial que la producción fue local. El conjunto de esta información se discute en relación con hipótesis de dispersión, que consideran como unidades de análisis a la metapoblación y a la población local o *deme* (Hansky y Gilpin 1997), particularmente para aislar indicadores materiales (no biológicos) de conectividad entre poblaciones.

Finalmente, se desarrolla un trabajo de índole exclusivamente teórica orientado a la construcción de un modelo de interacciones sociales entre poblaciones con nichos económicos divergentes, que propicia la dispersión mutualista (Layton 2000). Para esto se formaliza un modelo en el marco de la Teoría Evolutiva de Juegos (Maynard Smith 1964, Smith y Winterhalder 1992, Gintis 2000), en el cual interactúan fenotipos invasores y fenotipos residentes de ambientes ya colonizados, en un marco de competencia *contest* (Boone 1992:316).

3- Fundamentación Teórica: Arqueología Evolutiva Darwiniana

Este trabajo de investigación está fundamentado en el marco de la Arqueología Evolutiva Darwiniana que consiste en la aplicación del principio de *selección* para explicar los fenómenos arqueológicos (Dunnell 1980, Bettinger 1991, Teltser 1995, Bettinger y Erkens 1997, O'Brien y Lyman 2000, 2002, Lyman y O'Brien 1998). Actualmente la investigación evolutiva en arqueología es una línea en expansión y crecimiento que congrega las distintas perspectivas Darwinianas del estudio del comportamiento humano, la cultura y sus residuos materiales. En este marco la diferenciación entre el Selecciónismo y la Ecología Evolutiva (Boone y Smith 1998, Lyman y O'Brien 1998), característica de los comienzos de la aplicación del paradigma evolutivo en arqueología, actualmente empieza a ser superada, a la luz de los avances en la Teoría de la Transmisión Cultural (ver O'Brien y Leonard 2001, O'Brien y Lyman 2002) y más generalmente de la epistemología de la Teoría de la Evolución (Wilson y Sober 1994, Dennet 1995, Dickens 2000). Entre las perspectivas seleccionistas complementarias (Smith 2001) se destacan La Ecología del Comportamiento Humano (Smith y Winterhalder 1992), la Teoría de la Transmisión Cultural (Boyd y Richerson 1985, Durham 1991) y la Psicología Evolutiva (Tooby y Cosmides 1992). En Argentina el desarrollo de la Arqueología Evolutiva es un terreno fecundo, que desde sus comienzos implicó una agenda de investigación pluralista en cuanto a los mecanismos potencialmente explicativos de la variabilidad arqueológica (Borrero 1993, Lanata y Borrero 1994, Lanata 1996, 1997, 2002, Lanata y Neff 1999, Muscio 1996, 1999, 2002, Scheinshon 2001, 2002). Esto ha permitido avanzar en un marco teórico Darwiniano inclusivo en arqueología de las variadas perspectivas seleccionistas, orientado al estudio de diferentes

mecanismos de heredabilidad y cambio fenotípico (Muscio 2002). Es importante en este marco teórico, el desarrollo de metodologías y de análisis orientados al estudio de filogenia y transmisión cultural. Entre estas se destacan la seriación de frecuencias, el análisis cladístico (Neiman 1995, O'Brien y Lyman 2000, Lyman y O'Brien 2000, Jordan y Shennan 2002, Tehrani y Collard 2002, O'Brien 2002, O'Brien et al. 2002) y el análisis de la variación y la correlación entre atributos (Bettinger y Eerkens 1997, O'Brien y Lyman 2002). También son centrales las metodologías para el estudio de comportamiento óptimo y toma de decisión en registros promediados, arqueofaunísticos y artefactuales (Bettinger 1991, Edwards y O'Connell 1995, Grayson y Delpech 1998, Bousman 1993, Ugan et al. 2003). Estas metodologías, en conjunto, permiten acceder a marcos explicativos basados en la historia como *herencia* -filogénesis- y en la diversificación de linajes culturales como evolución, y no como transformación (Rindos 1989). Precisamente de la vinculación entre los aspectos filogenéticos y de los aspectos adaptativos, desarrollados en las explicaciones de la variabilidad del registro arqueológico, resulta un marco teórico fundamentalmente materialista (Dunnell 1981). Esto es importante de remarcar dado que al centrarse en la dimensión materialista de la evolución, sobre la base de modelos que especifican las consecuencias en términos de fitness de conductas o artefactos, la agenda de investigación Darwiniana se diferencia sustantivamente del esencialismo de la escuela Histórico Cultural Americanista, que también se interesó en el estudio de la filogenia artefactual, pero sobre la base de mecanismos de cambio no materialistas (ver Lyman et al. 1997, O'Brien y Lyman 2000)

Una de las premisas fundacionales de la Arqueología Evolutiva es que tanto conductas y artefactos forman parte del fenotipo humano (Dunnell 1980, O'Brien y Holland 1992, O'Brien et al. 1994). La principal consecuencia de este planteo es que el registro arqueológico puede servir para el estudio de procesos evolutivos en donde la selección natural y la adaptación fenotípica tienen un rol explicativo en distintos niveles de análisis (Wilson 1999). Esto no implica que otros mecanismos de cambio, tales como la evolución neutral y la deriva, no sean de crucial importancia en esta perspectiva (Shennan 2000).

La aplicación de la teoría Darwiniana de la evolución al registro arqueológico no es directa, sino que implica el desarrollo de modelos particulares (*sensu* Winterhalder 2001) acerca de las causas y los mecanismos del cambio, basados en la lógica seleccionista (Smith y Winterhalder 1992, Cronk et al. 2000, O'Brien y Lyman 2000). En este punto los modelos de optimización son ejemplificadores por su potencial analítico. Otra línea de modelos son los concernientes al *tempo* y *modo* del cambio evolutivo y los de transmisión cultural aplicados al registro arqueológico (ver O'Brien y Lyman 2000, Lyman 2001, Neff 2001).

Finalmente es importante señalar que la perspectiva teórica Darwiniana expandida de las variadas disciplinas evolucionistas al estudio de la conducta humana, no implica un compromiso inherente con el individualismo ni con el colectivismo metodológico. En cada caso la cuestión acerca de donde residen las causas del cambio y cuáles fueron las unidades en las que operaron los procesos de cambio -genes, artefactos, individuos o grupos- se transforma en una cuestión empírica (Boyd y Richerson 1985, Soltis et al. 1995, Wilson 1999, Shennan 2002).

En el siguiente capítulo exponemos una síntesis del desarrollo de la investigación arqueológica de las primeras sociedades con producción de alimentos de la Puna Argentina. Para esto efectuamos una reseña histórica de estas investigaciones y del estado actual del conocimiento.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN DE LAS PRIMERAS SOCIEDADES CON PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN LA PUNA ARGENTINA

Introducción

Con referencia a los objetivos de esta tesis, los antecedentes de investigación remiten al estado actual de la discusión, en arqueología, de la diversidad de los fenómenos de poblamiento agropastoril temprano en las tierras altas del Noroeste de Argentina. Los mismos se encuadran en los procesos de evolución y diversificación de las economías de producción de alimentos en el área Surandina (Olivera 2001). Aquí ofrecemos una breve reseña histórica de los primeros trabajos de investigación llevados a cabo en la Puna de Argentina, los cuales desde sus comienzos plantearon debates acerca del origen y la antigüedad de las primeras poblaciones agroalfareras prehispánicas y que por lo tanto se vinculan con nuestra investigación. Esta síntesis se lleva a cabo distinguiendo los principales períodos en los cuales se realizaron distintos aportes en la arqueología de esta región, a la par que se producían cambios en los marcos teóricos de la arqueología en Argentina y en el resto del mundo, y que marcaron las agendas y los interrogantes de investigación. Estos períodos son 1890-1950; 1950-1980, y 1980 hasta la actualidad. Luego se reseña el estado actual del conocimiento de las primeras poblaciones humanas con sistemas de subsistencia basados en la producción de alimentos en la Puna Argentina y Tierras altas del NOA.

1- Reseña Histórica de las Primeras Investigaciones Arqueológicas en La Puna

1890 – 1950

Este período de las investigaciones en la Puna de Argentina se caracterizó, en su etapa inicial, por el trabajo de naturalistas y viajeros, cuyos intereses respondieron básicamente a la búsqueda y descripción de hallazgos, en el ámbito de la creación de las instituciones culturales de Argentina, como estado emergente. Esto se expresó en los viajes y las expediciones orientadas al acopio de colecciones de antigüedades e información geográfica del territorio nacional. Es el caso de las expediciones de M. Uhle, G. Guerling, E.A. Holmberg y J.B. Ambrosetti. En este marco las investigaciones carecieron de rigor científico, y los debates se centraron en los orígenes y la antigüedad de la ocupación Prehispánica de la Puna. Posteriormente esto se complementó con algunos elementos de la Escuela Americanista Histórico Cultural, la cual estaba emergiendo en los Estados Unidos.

En este período tuvo lugar la expedición sueca, en la que participó E. Nordenskjöld, E. Boman y E. von Rosen; y la expedición francesa, en la cual el relevamiento del sector altiplánico argentino estuvo cargo E. Boman. Estos tempranos trabajos, especialmente la síntesis de Boman (1908), expusieron una serie de sitios con estructuras arquitectónicas y diversos conjuntos de evidencias artefactual, incluyendo cerámica y restos bioarqueológicos, indicativos de su poblamiento prehispánico por culturas alfareras. Desde los comienzos de estas investigaciones, las interpretaciones adujeron una temporalidad tardía para estas sociedades y debatieron la asignación cultural Calchaquí, según la interpretación de Ambrosetti (1901) o Atacameña, vinculadas con el norte de Chile según Boman (1908). Estos enfoques resaltaron el carácter desértico y despoblado de la región. Ambrosetti (1901) caracterizó su poblamiento a partir de una cultura del desierto comparable a los indios Pueblo de

suroeste de los Estados Unidos. Estos trabajos propiciaron una imagen homogénea de la Puna, que la caracterizó como un espacio marginal para el poblamiento humano agropastoril. Sobre estas líneas de debate, centradas en las adscripciones étnicas, siguieron los posteriores trabajos de Serrano (1935) Vignati (1936) y Latcham (1938); y las excavaciones de Casanova (1939, 1946) y Márquez Miranda (1937, 1942). Palavecino (1948) consideró que el núcleo de la cultura altoandina de la Puna argentina se hallaba en la vertiente andina chilena, por lo cual las culturas de la vertiente puneña de Argentina serían marginales de esta región. Bennet *et al.* (1948), sobre la base de los conocimientos acerca de la cerámica del norte de Chile y sus vinculaciones con Tiahuanaco, consideraron que al carecer de esta cerámica el "Complejo de la Puna" era tardío.

1950 –1980

El marco conceptual de homogeneidad cultural, poblamiento tardío y sector marginal para el establecimiento de sociedades agroalfareras, debido al ambiente de desierto, fue desafiado por los trabajos de Krapovickas (1955). Este autor advirtió acerca de la heterogeneidad del paisaje puneño y del potencial agrícola de los sistemas de cuencas y de los oasis de altura en las quebradas protegidas, como lo demostraba el sitio Tebenquiche en la Puna de la provincia de Catamarca (Krapovickas 1968). El período de investigaciones comprendido entre 1950-1980 fue clave en el reconocimiento de la posibilidad de una historia de poblamiento humano puneño de largo alcance temporal, a partir del planteo de ocupaciones "precerámicas", esgrimido sobre evidencias de conjuntos líticos de superficie acerámicos (Menghin 1953, Cigliano 1962, 1965). Efectivamente, bajo esta perspectiva de historia de poblamiento de largo alcance se formuló el trabajo de síntesis para la arqueología de Salta, que incluyó la región de la Puna (Serrano 1963).

Sobre la base de una historia evolutiva de largo alcance para el poblamiento de la Puna y de la excavación con control radiocarbónico, Rex González (1963) llamó a una agenda científica de investigación para el estudio de la transición hacia las economías de producción de alimentos, de la variabilidad local, y del establecimiento de filogenia cultura a partir de las secuencias conocidas en otras subáreas del noroeste argentino, del norte de Chile y del altiplano boliviano. Esto fue el resultado de su propio trabajo de periodización basado en las secuencias arqueológicas de otras áreas del Noroeste de Argentina tales como la de los valles de Tafí -Tucumán-, Hualfin y Abaucán -Catamarca- entre otros trabajos. El marco teórico adoptado fue la Escuela Americanista Histórico Cultural, que estaba en pleno auge en los Estados Unidos, y que con variantes de enfoques, dominó la agenda de investigación del Noroeste de Argentina hasta 1980. Sobre esta base se orientaron las investigaciones en la Puna norte y sur y en los espacios circundantes de la Quebrada del Toro (Cigliano *et al.* 1972, 1976) y el sector norte del Valle Calchaquí (Tarragó 1980). La investigación en la Puna se enriqueció mediante los trabajos con control cronoestratigráfico en cuevas y aleros de altura del sector de la Quebrada de Humahuaca (Aguerre *et al.* 1973, 1975, Fernández Distel 1974) Estos trabajos aportaron evidencias de ocupaciones de cazadores recolectores del Holoceno Temprano y Medio, lo cual inauguró en la Puna de Argentina el estudio del cambio hacia la producción de alimentos mediante registros cronoestratigráficos. Esto se hizo en el marco de la transición Arcaico-Formativo Al mismo tiempo se llevó a cabo un refinamiento del marco cronológico sobre el cual se asentaba la investigación, y una mayor preocupación por la teoría, incorporando elementos del materialismo histórico marxista para la revisión de los conceptos teóricos básicos (Tarragó 1968, 1977, Núñez Regueiro 1973, Núñez Regueiro y Tarragó).

El panorama general que emergió durante este período de investigaciones en la Puna argentina, y más generalmente en el NOA, fue uno en el cual los desarrollos socioculturales locales eran manifestaciones marginales de los procesos de cambio ocurridos de los Andes Centrales (Gonzalez 1977,1979). Sobre esta base, se plantearon modelos difusionistas para explicar el

surgimiento de las primeras sociedades aldeanas, principalmente desde el Altiplano boliviano (Ponce 1970, Núñez 1972). Los patrones monticulares de las primeras aldeas de la Puna y la Prepuna fueron los principales elementos considerados en esta propuesta, ya que se los consideraron comparables con los de Wankarani (Cigliano *et al.* 1972, 1976, entre otros). Esta propuesta se enmarcó en el estudio del Formativo Surandino. A partir de la distribución de los estilos cerámicos se propusieron conexiones entre las sociedades de la Puna de Argentina, con sociedades de las yungas y del Norte de Chile, desde el comienzo de Formativo Puneño. De tal manera tomó sustento la concepción de la Puna Argentina, como un lugar de tránsito de ideas, recursos y poblaciones, que desde mucho antes del Formativo había funcionado como un espacio que unía a las diversas poblaciones del área “circumpuneña” (Tarragó 1980).

1980 – Hasta la Actualidad

La investigación arqueológica en las Tierras Altas del Noroeste de Argentina, desde finales de la década de 1970, se expandió con la adopción de la perspectiva teórica de la Nueva Arqueología, desarrollada en los Estados Unidos e Inglaterra (ver Raffino 1988). Esto se materializó incorporando el estudio de la adaptación ecológica a los ambientes puneños, a partir de la Teoría de Sistemas y de la Ecología Cultural, (Yacobaccio 1983-1985, 1984) y desarrollando nuevos campos de investigación, tales como la etnoarqueología (Haber 1990, 1991, 1992, García 1993, Yacobaccio *et al.* 1998 y referencias), el estudio de los procesos de formación del registro arqueológico (Yacobaccio y Madero 1988, 2001, Olivera y Nasti 1988, Elkin y Mondini 2001, Mondini 2001 entre otros) y fundamentalmente una mayor preocupación por la calidad de los procedimientos de construcción de datos y explicaciones. En el Noroeste de Argentina la Puna fue el sector en el cual esta agenda de investigación, también denominada “procesual”, se operativizó con mayor intensidad, siendo el paradigma dominante en la actualidad. Desde el marco procesual la investigación afianzó la perspectiva de historia larga del poblamiento de la Puna, a partir de la secuencia de ocupaciones holocénicas de Antofagasta de la Sierra (Aschero y Podestá 1986) y del estudio de su poblamiento por cazadores recolectores, durante la interfase Pleistoceno Holoceno, integradamente con las secuencias del Norte de Chile y la Quebrada de Humahuaca (Yacobaccio 1991).

La nueva perspectiva teórica se orientó principalmente al estudio de la variabilidad del registro arqueológico para generar marcos explicativos basados explícitamente en el método hipotético deductivo. En esta tarea se dio prioridad al estudio del proceso de domesticación de los camélidos y emergencia del pastoralismo, y a la caracterización de los patrones de asentamiento y uso de recursos de las sociedades con economías agrícolas y pastoriles, focalizando el estudio de la adaptación ecológica (Olivera 1988, Olivera y Elkin 1994, García y Carrión 1992, García 1999)

En consecuencia la investigación en la Puna y Prepuna a partir de finales de la década de 1970, mediante nuevas estrategias de muestreo y planteo de problemas, derivados de la perspectiva procesual, generó una gran cantidad de nuevas evidencias, con respecto al establecimiento y desarrollo de las primeras sociedades sedentarias con estrategias productivas, y al uso de nuevas tecnologías como la cerámica. Durante este período se estudiaron los patrones de instalación de las Cuevas (Raffino 1988), Casa Chavez Montículos y Tebenquiche. En el sector Norte de la Puna se determinaron nuevas cronologías para conjuntos cerámicos, ubicando estas evidencias en el 3.000 BP (Fernández 1988, García 1988-1989, 1997), y se dieron a conocer nuevos sitios como resultado del trabajo de prospección de regiones no conocidas desde lo arqueológico. Es el caso de Susques (Yacobaccio *et al.* 1993), Castro Tolar Fernández Distel (1998) y San Antonio de Los Cobres (Acuto *et al.* 1993 Muscio *et al.* 1993, 1999 Muscio 1996, 2000a, Nasti *et al.* 1993).

Así, particularmente desde mediados de 1980 hasta la actualidad, se estudiaron los aspectos adaptativos de las tecnologías, los patrones de uso de los recursos y las interacciones sociales (Pintar 1995, Escola 1990,1991,1996,1999, Escola *et al.* 1997), y se remarcó la importancia de los estudios paleoambientales para enmarcar la dinámica sociocultural surandina (Pintar 1995, Yacobaccio 1997, Yacobaccio *et al.* 2001 entre otros). En síntesis la agenda de investigación procesual en la Puna, abandonó los análisis de filogenia cultural y favoreció la construcción de modelos sistémicos para explicar la variación en términos funcionales y adaptativos.

El panorama que comenzó a tomar forma a partir de estos trabajos, fue uno en el cual los procesos de cambio en las Tierras Altas Surandinas no fueron simplemente desarrollos marginales de los procesos de los Andes Centrales, sino fenómenos resultantes también de la dinámica sociocultural local. El modelo de difusión altiplánica del pastoralismo y del poblamiento aldeano fue cuestionado por las evidencias de la aldea Tulán -TU-54. Estas sugieren el desarrollo surandino del proceso de domesticación de camélidos, el surgimiento de asentamientos complejos y permanentes, y el inicio de una complejización social temprana. En estos procesos también habría participado la vertiente argentina de los Andes (Aldenderfer 1994, 1998, 2001 Núñez 1994, Yacobaccio *et al.* 1998).

Posteriormente se planteó a la domesticación de los camélidos sudamericanos y a la emergencia del pastoralismo como un proceso de largo plazo, que comenzó en sociedades de cazadores recolectores complejos (Yacobaccio 2000). En esta perspectiva la Puna de Argentina fue uno de los escenarios de escala local de un proceso surandino. Es muy importante remarcar el cambio, durante esta etapa, hacia el planteo del estudio *local* de los procesos de domesticación de camélidos silvestres y desarrollo de complejidad social, debido a que significó un desafío a la perspectiva difusionista.

Considerando el desarrollo del pastoralismo en una historia larga de cambio cultural, se planteó que la adopción de la agricultura fue un proceso posterior, y se orientó la investigación a la construcción de modelos para el estudio de los aspectos ecológicos relacionados con la instalación de las primeras aldeas agropastoriles en ambientes particulares (Olivera 1988, 1992). Paralelamente se robustecieron los estudios acerca de los aspectos estilísticos y funcionales del arte rupestre, relacionados con los cambios socioeconómicos (Aschero *et al.*1991, Aschero y Korstanje 1995, Aschero 1996, 2000, Olivera y Podestá 1995), y los estudios de interacción social e intercambio a partir de los análisis de procedencia de obsidias (Scattolin y Lazzari 1998, Yacobaccio *et al.* 2001, 2002). Estos trabajos reforzaron la noción de la Puna como un espacio geográfico de gran interacción entre sociedades, tanto de la vertiente occidental como oriental de los Andes, desde los comienzos de la transición hacia la producción de alimentos.

Actualmente, la investigación en la Puna de Argentina, está atravesando un proceso de enriquecimiento teórico, a partir de la aplicación de nuevas perspectivas, tales como el Evolucionismo Darwiniano (Muscio 1996, 2001b, Muscio 2002 y la Teoría Social (Lazzari 1999a y b, Haber 2001a y b, Delfino 2001), y también a partir del replanteo de las unidades de análisis y periodificación (Hernández Llosas 2000, 2001,2002, Muscio 2001a). Al mismo tiempo distintos equipos de trabajo amplían el rango de evidencias incorporando nuevas regiones de estudio y robusteciendo los marcos cronológicos. Es importante destacar que tanto la perspectiva Evolucionista como la Teoría Social, son superadoras de la dicotomía procesualismo-posprocesualismo, a partir de una gama de intereses teóricos compartidos, basados en la dinámica sociocultural abordable desde la cultura material (Shennan 1988, Muscio 2002).

2- Síntesis del conocimiento de las Primeras Sociedades Productoras de Alimentos en la Puna Argentina y Tierras Altas del NOA

La transición económica a la producción de alimentos en las Tierras Altas del Noroeste de Argentina fue parte de los procesos transicionales que ocurrieron en la escala continental (Pearsall 1992, Smith 2001). La domesticación de los camélidos y de vegetales de tierras altas -papa y quínoa- ocurrió en los ambientes altoandinos, donde probablemente ambos fueron temporalmente sincrónicos. En cambio, el uso de especies vegetales originarios de tierras más templadas y bajas, i.e. maíz, calabazas y variedades de porotos, es explicado por dispersión (Lagiglia 2001). En este marco se plantea la posibilidad de múltiples centros de domesticación de especies vegetales, distribuidos en el mosaico ambiental sudamericano (Pearsall 1992).

El conocimiento actual de la arqueología de la Puna argentina indica que las tempranas sociedades agropastoriles surandinas establecieron estrategias de uso del espacio sedentarias y una variabilidad local amplia de conductas de manejo de camélidos y cultígenos (Mengoni 1998, Tarragó 1980a, Castro y Tarragó 1994). En Argentina las evidencias arqueológicas de la transición económica de la caza y la recolección a la producción de alimentos provienen mayormente de la Puna y de los sectores de prepuna de la franja circumpuneña.

En las Tierras Altas del Noroeste de Argentina, el registro arqueológico de sociedades pastoriles, con uso de nuevas tecnologías como la cerámica se remonta a los 3.000 BP (García 1998, Lavalée y García 1992), aunque la evidencia de uso de vegetales cultivados es anterior y en contextos de caza recolección (Lagiglia 2001). Recién hacia los 2.500 BP la evidencia muestra ocupaciones permanentes de tipo aldeano, con sistemas económicos basados en la agricultura, el pastoreo de camélidos, la caza y recolección, cambios en la organización económica y social, y el uso más diversificado de tecnologías cerámicas y metalúrgicas (Cigliano *et al.* 1976, Tarragó 1996, Olivera 1998, 2001).

En la Prepuna, la Quebrada de Las Cuevas subsidiaria de la Quebrada del Toro en Salta, proporciona la evidencia más temprana – ca 2.500 BP- del desarrollo de poblados sedentarios, con una economía agrícola-ganadera y una alta proporción de presas de caza en un ambiente prepuneño (Raffino 1977, Raffino *et al.* 1977). En la Puna sur, los sitios Tebenquiche, Laguna Blanca y Casa Chávez evidencian el desarrollo de asentamientos aldeanos tempranos (Krapovickas 1955, Olivera 1991, Haber 1999). En Casa Chávez hay registro de ocupaciones desde los 2.120 a los 1.530 BP, que muestran una predominancia de la ganadería, prácticas agrícolas y estrategias de caza de camélidos silvestres.

En el sector superior del Valle Calchaquí, Salta, los asentamientos Tempranos son de base monticular y compuestos por la agrupación de varias viviendas circulares. Aquí Aldeas como Campo Colorado, Huasa Ciénaga, Pozo Bravo, Salvatierra, Jaime y Las Pailas se localizan en espacios favorables para la agricultura, y con un acceso a la explotación de distintos ambientes ecológicos en diferentes cotas. Según la interpretación de Tarragó (1996) el patrón de asentamiento y localización sugiere un crecimiento poblacional desigual, con algunas aldeas más pobladas que otras.

Las primeras evidencias de sociedades agroalfareras en la Quebrada de Humahuaca se identificaron en Antupa (Hernández Llosas *et al.* 1985), El Alfarcito (Madrado 1969, Zaburlín *et al.* 1994) y Estancia Grande (Palma y Olivera 1993). Estas consisten en recintos aislados o en pequeños grupos generalmente de planta circular y directamente asociados o distribuidos en los campos de cultivo (Olivera y Palma 1996). En el sitio Pukara de Volcán -sector meridional y transicional de prepuna- existen evidencias de ocupaciones agropastoriles tempranas con alfarería de tradición San Francisco (Dougherty 1977) con una cronología de 1.940 BP (Cremonte y Fumagalli 1996, 2001). A partir de esta evidencia se planteó la

expansión de sociedades desde Tierras Bajas hacia sectores de mayor altitud y la interacción entre sociedades de distintos ambientes (Cremonte y Fumagalli 2001, Fumagalli 2003).

Sobre la base de la información arqueológica disponible, resulta claro que el establecimiento y la evolución de las estrategias de producción de alimentos en las Tierras Altas de la Puna y en la franja circumpuneña no fue un proceso homogéneo. En el Norte de Chile, en San Pedro de Atacama, luego del establecimiento del pastoralismo -el caso Tulán 54- (Núñez 1994), hay cambios en los sistemas de instalación relacionados con la adopción de la agricultura (Llagostera y Costa 1999). En Argentina la evidencia indica que en ciertas regiones, como Susques, la transición habría sido de la *caza-pastoreo* al *pastoreo-caza* sin agricultura local ni un patrón de instalación de tipo aldeano, hasta momentos tardíos (Yacobaccio *et al.* 1998). Sin embargo, en la misma región, las excavaciones de los sitios de Cochinoca, sugieren una base económica en donde la agricultura de baja escala -horticultura- fue importante desde ca. 2000 BP (Fernández Distel 1998) con instalaciones permanentes y agrupadas. Este también es el caso de la Quebrada de Matancillas, en la Puna de Salta (Muscio 2000). Por otra parte en la Puna sur de Antofagasta de la Sierra la transición habría sido de *caza-pastoreo*, con agricultura temprana desde los comienzos de las ocupaciones (Olivera y Elkin 1994, Yacobaccio *et al.* 1998). Sin embargo, las ocupaciones de Casa Chávez evidencian al pastoralismo como la principal estrategia, mientras que en la Quebrada de Tebenquiche se sostiene el rol más destacado de la agricultura (Krapovickas 1955, Haber 2001b).

El estudio en la Puna de Argentina de las interrelaciones entre las variables ambientales y la *organización* de las economías prehistóricas agrícolas y pastoriles, es una vía de análisis en desarrollo. En relación con la agricultura son pioneros los trabajos de Otonello y Krapovickas (1973), Raffino (1975), Otonello y Ruthsaz (1986) y Albeck (1994). Respecto del pastoralismo existe más información dada la mayor atención que ha recibido esta problemática tanto desde lo arqueológico como lo actualístico (ver Olivera 1998, 1991, Olivera y Elkin 1994, Haber 1990, 1991, 1992, Yacobaccio *et al.* 1988, Yacobaccio y Madero 1992, Yacobaccio *et al.* 1998a; Yacobaccio *et al.* 1998b; Escola 1996; Caracotche 1995; Göbel 1994, 2000, entre otros).

Los primeros trabajos en la Quebrada del Toro evidencian una logística orientada tanto al pastoreo y el cultivo como a la caza y la recolección, explotando una alta diversidad de ambientes. Esto también se da en la mayoría de los sitios tempranos de la Puna y de quebradas altas (Olivera 1998) y en las aldeas del Alto Valle Calchaquí (Tarragó 1980b, 1988, 1996, 1999). Según Olivera (1991, 1998) la logística de los pastores y agricultores tempranos de la Puna de Antofagasta se habría organizado para la explotación de diferentes ecozonas con una oferta diferencial de recursos en el ciclo anual, y estructurada a partir de la variación en la oferta de pasturas para los camélidos domésticos. Sobre esta base se planteó para las ocupaciones del Temprano de Antofagasta de la Sierra, Puna meridional de Catamarca, un modelo de *Sedentarismo Dinámico*, donde la movilidad estacional y logística esta orientada a explotar diferentes ecozonas de la región (Olivera 1998).

Con respecto a la demografía Raffino (1988) ha planteado que durante la primera etapa del poblamiento agrialfarero redundo en un aumento poblacional, evidenciado por el aumento en el número y en la densidad de ocupación de los sitios. Por otra parte los trabajos en el alto Valle Calchaquí permitieron plantear que por la distribución espacial concentrada y la densidad de viviendas de las aldeas, se habría desarrollado un proceso de crecimiento desigual de poblaciones, donde algunas aldeas se habrían hecho más densas que otras. El resultado de este proceso habría sido la emergencia de nuevos poblados debido a la fisión y segregación. De este modo, en los primeros siglos AD habría funcionado un sistema de aldeas vinculadas entre sí por lazos económicos y sociales en el sector norte del Valle Calchaquí, formados por grupos agrícolas pequeños (Tarragó 1996).

Las sociedades agropastoriles tempranas del NOA participaron en redes de interacción social e intercambio de escala espacial muy amplia, que incluyó los valles y quebradas, la Puna argentina y boliviana, las Selvas occidentales, y los valles transversales y la costa del Océano Pacífico del norte de Chile (Albeck 2001). Para el estudio de estas interacciones se ha postulado un modelo basado en el intercambio caravanero, que conectó distintas aldeas de la vertiente oriental y occidental de los Andes (Núñez y Dilehay 1977). Se ha propuesto que el intercambio de alucinógenos fue uno de los factores integradores más destacables, aparte de otros bienes y recursos (Gollán y Albeck 1995). En el marco de estas interacciones se ha señalado a la Puna como un espacio particularmente apropiado para el flujo de estos bienes entre los distintos sectores circumpuneños (Tarragó 1988), mediante diferentes medios que no necesariamente implicaron siempre el caravaneo (Haber 2001a).

Las evidencias de redes de interacción durante este período agroalfarero inicial entre el norte de Chile y el NOA son varias. En el Alto Valle Calchaquí, las pipas de San Pedro de Atacama sugieren intercambio (Tarragó 1996). Por otra parte ha sido hallado en el sitio Turi 2, cuenca del Loa superior, Chile, cerámica Vaquerías-Cerro Colorado con procedencia del NOA, junto con cerámica Condorhuasi, Candelaria y San Francisco (Castro *et al.* 1994). Para la Quebrada de Humahuaca la evidencia de interacciones socioeconómicas incluye piezas San Pedro Negro Pulido en Calahoyo (Fernández 1978) y en Casabindo (Albeck 1994), piezas Negro-Rojo características de Til-22 en tumbas de San Pedro de Atacama (Tarragó 1989) y moluscos de la selva en Til-22 (Rivolta y Albeck 1991).

Las interacciones entre poblaciones de distintas áreas son también evidentes en las redes de obtención y distribución de obsidiana. La información disponible indica que estas interacciones que pueden remontarse al Holoceno Temprano- incluyeron la circulación de estos recursos líticos desde los valles templados hasta la alta Puna, detectándose la explotación de seis fuentes localizadas en las Tierras Altas, que sirvieron para el abastecimiento en distintas áreas de la puna y la circumpuna (Scattolin y Lazzari 1998, Yacobaccio *et al.* 1999, 2001).

Por otra parte la distribución de los diversos estilos cerámicos tempranos en las distintas subáreas del NOA también se interpretan en relación a la interacción social entre poblaciones de ámbitos geográficos distantes, que incluyen a la Puna (Tarragó 1984, 1988, Olivera 2001). La cerámica de la tradición San Francisco, los tipos corrugados, gris pulido, incisos, toscos, y modelados con aplicaciones (Dougherty 1977) se han relacionado a la fase Tilocalar del Norte de Chile (Núñez 1994). La cerámica de Tebenquiche presenta afinidades estilísticas con la cerámica del norte de Chile, de los valles del NOA y con Candelaria en las tierras bajas (Krapovickas 1955). El sitio ha sido postulado como un punto importante en las vías de interacción que conectaron los oasis de Atacama -Chile- con Laguna Blanca y Hualfin (Tarragó 1984). La cerámica de Laguna Blanca también presenta elementos de los valles del NOA, alfarerías Ciénaga y Condorhuasi, y tipos negro pulido relacionados a Candelaria y al área atacameña (González 1960, Albeck y Scattolin 1984). En Las Cuevas, la cerámica es monocroma gris o roja pulida o con improntas de cestería en las capas más antiguas. Por encima de este nivel, la cerámica se diversifica, presentando tipos grises finos, bruñidos, pintados tricolor -Las Cuevas Tricolor o Vaquerías-, relacionadas a la cerámica Condorhuasi- y tipos incisos relacionados con la cerámica de las yungas del NOA, (Cigliano *et al.* 1976, Raffino 1977). Casa Chávez también presenta cerámica monocroma gris-negra y Roja a veces pulida en su componente inferior. Esta ocupación sugiere, para este primer componente una mayor influencia del Norte de Chile. Posteriormente en el componente superior aparecen en los conjuntos tipos relacionados con los valles del Noroeste de Argentina, lo cual marca influencias desde esa dirección para este segundo componente (Olivera 1991, 1998, 2001). Por otra parte, en Campo Colorado, Norte del Valle Calchaquí, la cerámica es monocroma gris, parda o negra, con un tipo presentando decoración con técnicas de pulido en líneas y afinidades con la cerámica puneña de Tebenquiche (Tarragó 1980b, 1996). En el resto de los sitios del alto Valle Calchaquí se recuperaron fragmentos Vaquerías y bordes de cuenco Negro-Grabado San Francisco, piezas Negro Pulido San Pedro de Atacama, y diseños Candelaria (Tarragó 1996).

Finalmente, con respecto a la organización social de las primeras poblaciones puneñas con producción de alimentos, se plantea una estructura no jerarquizada y articulada a partir de sistemas de parentesco. La evidencia del arte rupestre sugiere la existencia de culto a los ancestros en un ideología doméstica y cuyos referentes fueron principalmente microregionales (*sensu* Aschero 1999). En la Puna, no se han registrado fenómenos cúlticos, como los defendidos por Tartusi y Regueiro (1993,2001) para el área valliserrana y relacionados con especialistas en estas actividades rituales. Sin embargo sí se ha planteado la posible existencia de especializaciones económicas, particularmente en relación con la metalurgia y el pastoralismo. Sobre esta base se ha sugerido el desarrollo de complejidad social en los momentos tempranos del poblamiento surandino, por sociedades con producción de alimentos (Núñez 1994).

En el NOA el desarrollo sociopolítico de las primeras sociedades agropastoriles no fue un proceso espacialmente homogéneo, debido a que el sector septentrional no habría participado del posterior proceso de integración *Aguada*, de lo que sí existe evidencia en el sector central y meridional (Tarragó 1977, Gollán y Bonnin 1995). La base empírica que sirve para este planteo es principalmente la distribución de estilos cerámicos (Tarragó y Scattolin 1999). Tarragó (1996) postula que una de las razones para esto fenómeno debió haber sido la presencia de enclaves atacameños, tanto en los bordes de la Puna salteña como en la jujeña, que impidieron la expansión al norte de *Aguada*.

Todas estas evidencias de interacciones y recurrencias de rasgos culturales, y emergencia de diferenciación social son de crucial importancia para el estudio de los modos de dispersión poblacional, y de la evolución y persistencia de poblaciones humanas y artefactos. Precisamente este registro material proporciona una línea de evidencias adecuada para discutir transmisión cultural y evolución neutral –no adaptativa- (Shennan 2.000). En este marco, es factible el estudio evolutivo de la dinámica poblacional en la Puna, atendiendo tanto a los factores ecológicos que se traducen en diferentes presiones de selección natural y adaptación como a la historia filogenética de la variación. Estos aspectos se abordan en esta tesis mediante unidades analíticas derivadas de la investigación evolutiva. El capítulo siguiente trata la cuestión de la construcción de estas unidades.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN DE LAS PRIMERAS SOCIEDADES CON PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN LA PUNA ARGENTINA

Introducción

Con referencia a los objetivos de esta tesis, los antecedentes de investigación remiten al estado actual de la discusión, en arqueología, de la diversidad de los fenómenos de poblamiento agropastoril temprano en las tierras altas del Noroeste de Argentina. Los mismos se encuadran en los procesos de evolución y diversificación de las economías de producción de alimentos en el área Surandina (Olivera 2001). Aquí ofrecemos una breve reseña histórica de los primeros trabajos de investigación llevados a cabo en la Puna de Argentina, los cuales desde sus comienzos plantearon debates acerca del origen y la antigüedad de las primeras poblaciones agroalfareras prehispánicas y que por lo tanto se vinculan con nuestra investigación. Esta síntesis se lleva a cabo distinguiendo los principales períodos en los cuales se realizaron distintos aportes en la arqueología de esta región, a la par que se producían cambios en los marcos teóricos de la arqueología en Argentina y en el resto del mundo, y que marcaron las agendas y los interrogantes de investigación. Estos períodos son 1890-1950; 1950-1980, y 1980 hasta la actualidad. Luego se reseña el estado actual del conocimiento de las primeras poblaciones humanas con sistemas de subsistencia basados en la producción de alimentos en la Puna Argentina y Tierras altas del NOA.

1- Reseña Histórica de las Primeras Investigaciones Arqueológicas en La Puna

1890 – 1950

Este período de las investigaciones en la Puna de Argentina se caracterizó, en su etapa inicial, por el trabajo de naturalistas y viajeros, cuyos intereses respondieron básicamente a la búsqueda y descripción de hallazgos, en el ámbito de la creación de las instituciones culturales de Argentina, como estado emergente. Esto se expresó en los viajes y las expediciones orientadas al acopio de colecciones de antigüedades e información geográfica del territorio nacional. Es el caso de las expediciones de M. Uhle, G. Guerling, E.A. Holmberg y J.B. Ambrosetti. En este marco las investigaciones carecieron de rigor científico, y los debates se centraron en los orígenes y la antigüedad de la ocupación Prehispánica de la Puna. Posteriormente esto se complementó con algunos elementos de la Escuela Americanista Histórico Cultural, la cual estaba emergiendo en los Estados Unidos.

En este período tuvo lugar la expedición sueca, en la que participó E. Nordenskjöld, E. Boman y E. von Rosen; y la expedición francesa, en la cual el relevamiento del sector altiplánico argentino estuvo cargo E. Boman. Estos tempranos trabajos, especialmente la síntesis de Boman (1908), expusieron una serie de sitios con estructuras arquitectónicas y diversos conjuntos de evidencias artefactual, incluyendo cerámica y restos bioarqueológicos, indicativos de su poblamiento prehispánico por culturas alfareras. Desde los comienzos de estas investigaciones, las interpretaciones adujeron una temporalidad tardía para estas sociedades y debatieron la asignación cultural Calchaquí, según la interpretación de Ambrosetti (1901) o Atacameña, vinculadas con el norte de Chile según Boman (1908). Estos enfoques resaltaron el carácter desértico y despoblado de la región. Ambrosetti (1901) caracterizó su poblamiento a partir de una cultura del desierto comparable a los indios Pueblo de

suroeste de los Estados Unidos. Estos trabajos propiciaron una imagen homogénea de la Puna, que la caracterizó como un espacio marginal para el poblamiento humano agropastoril. Sobre estas líneas de debate, centradas en las adscripciones étnicas, siguieron los posteriores trabajos de Serrano (1935) Vignati (1936) y Latcham (1938); y las excavaciones de Casanova (1939, 1946) y Márquez Miranda (1937, 1942). Palavecino (1948) consideró que el núcleo de la cultura altoandina de la Puna argentina se hallaba en la vertiente andina chilena, por lo cual las culturas de la vertiente puneña de Argentina serían marginales de esta región. Bennet *et al.* (1948), sobre la base de los conocimientos acerca de la cerámica del norte de Chile y sus vinculaciones con Tiahuanaco, consideraron que al carecer de esta cerámica el “Complejo de la Puna” era tardío.

1950 –1980

El marco conceptual de homogeneidad cultural, poblamiento tardío y sector marginal para el establecimiento de sociedades agroalfareras, debido al ambiente de desierto, fue desafiado por los trabajos de Krapovickas (1955). Este autor advirtió acerca de la heterogeneidad del paisaje puneño y del potencial agrícola de los sistemas de cuencas y de los oasis de altura en las quebradas protegidas, como lo demostraba el sitio Tebenquiche en la Puna de la provincia de Catamarca (Krapovickas 1968). El período de investigaciones comprendido entre 1950-1980 fue clave en el reconocimiento de la posibilidad de una historia de poblamiento humano puneño de largo alcance temporal, a partir del planteo de ocupaciones “precerámicas”, esgrimido sobre evidencias de conjuntos líticos de superficie acerámicos (Menghin 1953, Cigliano 1962, 1965). Efectivamente, bajo esta perspectiva de historia de poblamiento de largo alcance se formuló el trabajo de síntesis para la arqueología de Salta, que incluyó la región de la Puna (Serrano 1963).

Sobre la base de una historia evolutiva de largo alcance para el poblamiento de la Puna y de la excavación con control radiocarbónico, Rex González (1963) llamó a una agenda científica de investigación para el estudio de la transición hacia las economías de producción de alimentos, de la variabilidad local, y del establecimiento de filogenia cultura a partir de las secuencias conocidas en otras subáreas del noroeste argentino, del norte de Chile y del altiplano boliviano. Esto fue el resultado de su propio trabajo de periodización basado en las secuencias arqueológicas de otras áreas del Noroeste de Argentina tales como la de los valles de Tafí -Tucumán-, Hualfin y Abaucán -Catamarca- entre otros trabajos. El marco teórico adoptado fue la Escuela Americanista Histórico Cultural, que estaba en pleno auge en los Estados Unidos, y que con variantes de enfoques, dominó la agenda de investigación del Noroeste de Argentina hasta 1980. Sobre esta base se orientaron las investigaciones en la Puna norte y sur y en los espacios circundantes de la Quebrada del Toro (Cigliano *et al.* 1972, 1976) y el sector norte del Valle Calchaquí (Tarragó 1980). La investigación en la Puna se enriqueció mediante los trabajos con control cronoestratigráfico en cuevas y aleros de altura del sector de la Quebrada de Humahuaca (Aguerre *et al.* 1973, 1975, Fernández Distel 1974) Estos trabajos aportaron evidencias de ocupaciones de cazadores recolectores del Holoceno Temprano y Medio, lo cual inauguró en la Puna de Argentina el estudio del cambio hacia la producción de alimentos mediante registros cronoestratigráficos. Esto se hizo en el marco de la transición Arcaico-Formativo Al mismo tiempo se llevó a cabo un refinamiento del marco cronológico sobre el cual se asentaba la investigación, y una mayor preocupación por la teoría, incorporando elementos del materialismo histórico marxista para la revisión de los conceptos teóricos básicos (Tarragó 1968, 1977, Núñez Regueiro 1973, Núñez Regueiro y Tarragó).

El panorama general que emergió durante este período de investigaciones en la Puna argentina, y más generalmente en el NOA, fue uno en el cual los desarrollos socioculturales locales eran manifestaciones marginales de los procesos de cambio ocurridos de los Andes Centrales (Gonzalez 1977, 1979). Sobre esta base, se plantearon modelos difusionistas para explicar el

surgimiento de las primeras sociedades aldeanas, principalmente desde el Altiplano boliviano (Ponce 1970, Núñez 1972). Los patrones monticulares de las primeras aldeas de la Puna y la Prepuna fueron los principales elementos considerados en esta propuesta, ya que se los consideraron comparables con los de Wankarani (Cigliano *et al.* 1972, 1976, entre otros). Esta propuesta se enmarcó en el estudio del Formativo Surandino. A partir de la distribución de los estilos cerámicos se propusieron conexiones entre las sociedades de la Puna de Argentina, con sociedades de las yungas y del Norte de Chile, desde el comienzo de Formativo Puneño. De tal manera tomó sustento la concepción de la Puna Argentina, como un lugar de tránsito de ideas, recursos y poblaciones, que desde mucho antes del Formativo había funcionado como un espacio que unía a las diversas poblaciones del área "circumpuneña" (Tarragó 1980).

1980 – Hasta la Actualidad

La investigación arqueológica en las Tierras Altas del Noroeste de Argentina, desde finales de la década de 1970, se expandió con la adopción de la perspectiva teórica de la Nueva Arqueología, desarrollada en los Estados Unidos e Inglaterra (ver Raffino 1988). Esto se materializó incorporando el estudio de la adaptación ecológica a los ambientes puneños, a partir de la Teoría de Sistemas y de la Ecología Cultural, (Yacobaccio 1983-1985, 1984) y desarrollando nuevos campos de investigación, tales como la etnoarqueología (Haber 1990, 1991, 1992, García 1993, Yacobaccio *et al.* 1998 y referencias), el estudio de los procesos de formación del registro arqueológico (Yacobaccio y Madero 1988, 2001, Olivera y Nasti 1988, Elkin y Mondini 2001, Mondini 2001 entre otros) y fundamentalmente una mayor preocupación por la calidad de los procedimientos de construcción de datos y explicaciones. En el Noroeste de Argentina la Puna fue el sector en el cual esta agenda de investigación, también denominada "procesual", se operativizó con mayor intensidad, siendo el paradigma dominante en la actualidad. Desde el marco procesual la investigación afianzó la perspectiva de historia larga del poblamiento de la Puna, a partir de la secuencia de ocupaciones holocénicas de Antofagasta de la Sierra (Aschero y Podestá 1986) y del estudio de su poblamiento por cazadores recolectores, durante la interfase Pleistoceno Holoceno, integradamente con las secuencias del Norte de Chile y la Quebrada de Humahuaca (Yacobaccio 1991).

La nueva perspectiva teórica se orientó principalmente al estudio de la variabilidad del registro arqueológico para generar marcos explicativos basados explícitamente en el método hipotético deductivo. En esta tarea se dio prioridad al estudio del proceso de domesticación de los camélidos y emergencia del pastoralismo, y a la caracterización de los patrones de asentamiento y uso de recursos de las sociedades con economías agrícolas y pastoriles, focalizando el estudio de la adaptación ecológica (Olivera 1988, Olivera y Elkin 1994, García y Carrión 1992, García 1999)

En consecuencia la investigación en la Puna y Prepuna a partir de finales de la década de 1970, mediante nuevas estrategias de muestreo y planteo de problemas, derivados de la perspectiva procesual, generó una gran cantidad de nuevas evidencias, con respecto al establecimiento y desarrollo de las primeras sociedades sedentarias con estrategias productivas, y al uso de nuevas tecnologías como la cerámica. Durante este período se estudiaron los patrones de instalación de las Cuevas (Raffino 1988), Casa Chavez Montículos y Tebenquiche. En el sector Norte de la Puna se determinaron nuevas cronologías para conjuntos cerámicos, ubicando estas evidencias en el 3.000 BP (Fernández 1988, García 1988-1989, 1997), y se dieron a conocer nuevos sitios como resultado del trabajo de prospección de regiones no conocidas desde lo arqueológico. Es el caso de Susques (Yacobaccio *et al.* 1993), Castro Tolar Fernández Distel (1998) y San Antonio de Los Cobres (Acuto *et al.* 1993 Muscio *et al.* 1993, 1999 Muscio 1996, 2000a, Nasti *et al.* 1993).

Así, particularmente desde mediados de 1980 hasta la actualidad, se estudiaron los aspectos adaptativos de las tecnologías, los patrones de uso de los recursos y las interacciones sociales (Pintar 1995, Escola 1990,1991,1996,1999, Escola *et al.* 1997), y se remarcó la importancia de los estudios paleoambientales para enmarcar la dinámica sociocultural surandina (Pintar 1995, Yacobaccio 1997, Yacobaccio *et al.* 2001 entre otros). En síntesis la agenda de investigación procesual en la Puna, abandonó los análisis de filogenia cultural y favoreció la construcción de modelos sistémicos para explicar la variación en términos funcionales y adaptativos.

El panorama que comenzó a tomar forma a partir de estos trabajos, fue uno en el cual los procesos de cambio en las Tierras Altas Surandinas no fueron simplemente desarrollos marginales de los procesos de los Andes Centrales, sino fenómenos resultantes también de la dinámica sociocultural local. El modelo de difusión altiplánica del pastoralismo y del poblamiento aldeano fue cuestionado por las evidencias de la aldea Tulán -TU-54. Estas sugieren el desarrollo surandino del proceso de domesticación de camélidos, el surgimiento de asentamientos complejos y permanentes, y el inicio de una complejización social temprana. En estos procesos también habría participado la vertiente argentina de los Andes (Aldenderfer 1994, 1998, 2001 Núñez 1994, Yacobaccio *et al.* 1998).

Posteriormente se planteó a la domesticación de los camélidos sudamericanos y a la emergencia del pastoralismo como un proceso de largo plazo, que comenzó en sociedades de cazadores recolectores complejos (Yacobaccio 2000). En esta perspectiva la Puna de Argentina fue uno de los escenarios de escala local de un proceso surandino. Es muy importante remarcar el cambio, durante esta etapa, hacia el planteo del estudio *local* de los procesos de domesticación de camélidos silvestres y desarrollo de complejidad social, debido a que significó un desafío a la perspectiva difusionista.

Considerando el desarrollo del pastoralismo en una historia larga de cambio cultural, se planteó que la adopción de la agricultura fue un proceso posterior, y se orientó la investigación a la construcción de modelos para el estudio de los aspectos ecológicos relacionados con la instalación de las primeras aldeas agropastoriles en ambientes particulares (Olivera 1988, 1992). Paralelamente se robustecieron los estudios acerca de los aspectos estilísticos y funcionales del arte rupestre, relacionados con los cambios socioeconómicos (Aschero *et al.*1991, Aschero y Korstanje 1995, Aschero 1996, 2000, Olivera y Podestá 1995), y los estudios de interacción social e intercambio a partir de los análisis de procedencia de obsidias (Scattolin y Lazzari 1998, Yacobaccio *et al.* 2001, 2002). Estos trabajos reforzaron la noción de la Puna como un espacio geográfico de gran interacción entre sociedades, tanto de la vertiente occidental como oriental de los Andes, desde los comienzos de la transición hacia la producción de alimentos.

Actualmente, la investigación en la Puna de Argentina, está atravesando un proceso de enriquecimiento teórico, a partir de la aplicación de nuevas perspectivas, tales como el Evolucionismo Darwiniano (Muscio 1996, 2001b, Muscio 2002 y la Teoría Social (Lazzari 1999a y b, Haber 2001a y b, Delfino 2001), y también a partir del replanteo de las unidades de análisis y periodificación (Hernández Llosas 2000, 2001,2002, Muscio 2001a). Al mismo tiempo distintos equipos de trabajo amplían el rango de evidencias incorporando nuevas regiones de estudio y robusteciendo los marcos cronológicos. Es importante destacar que tanto la perspectiva Evolucionista como la Teoría Social, son superadoras de la dicotomía procesualismo-posprocesualismo, a partir de una gama de intereses teóricos compartidos, basados en la dinámica sociocultural abordable desde la cultura material (Shennan 1988, Muscio 2002).

2- Síntesis del conocimiento de las Primeras Sociedades Productoras de Alimentos en la Puna Argentina y Tierras Altas del NOA

La transición económica a la producción de alimentos en las Tierras Altas del Noroeste de Argentina fue parte de los procesos transicionales que ocurrieron en la escala continental (Pearsall 1992, Smith 2001). La domesticación de los camélidos y de vegetales de tierras altas -papa y quínoa- ocurrió en los ambientes altoandinos, donde probablemente ambos fueron temporalmente sincrónicos. En cambio, el uso de especies vegetales originarios de tierras más templadas y bajas, i.e. maíz, calabazas y variedades de porotos, es explicado por dispersión (Lagiglia 2001). En este marco se plantea la posibilidad de múltiples centros de domesticación de especies vegetales, distribuidos en el mosaico ambiental sudamericano (Pearsall 1992).

El conocimiento actual de la arqueología de la Puna argentina indica que las tempranas sociedades agropastoriles surandinas establecieron estrategias de uso del espacio sedentarias y una variabilidad local amplia de conductas de manejo de camélidos y cultígenos (Mengoni 1998, Tarragó 1980a, Castro y Tarragó 1994). En Argentina las evidencias arqueológicas de la transición económica de la caza y la recolección a la producción de alimentos provienen mayormente de la Puna y de los sectores de prepuna de la franja circumpuneña.

En las Tierras Altas del Noroeste de Argentina, el registro arqueológico de sociedades pastoriles, con uso de nuevas tecnologías como la cerámica se remonta a los 3.000 BP (García 1998, Lavalée y García 1992), aunque la evidencia de uso de vegetales cultivados es anterior y en contextos de caza recolección (Lagiglia 2001). Recién hacia los 2.500 BP la evidencia muestra ocupaciones permanentes de tipo aldeano, con sistemas económicos basados en la agricultura, el pastoreo de camélidos, la caza y recolección, cambios en la organización económica y social, y el uso más diversificado de tecnologías cerámicas y metalúrgicas (Cigliano *et al.* 1976, Tarragó 1996, Olivera 1998, 2001).

En la Prepuna, la Quebrada de Las Cuevas subsidiaria de la Quebrada del Toro en Salta, proporciona la evidencia más temprana – ca 2.500 BP- del desarrollo de poblados sedentarios, con una economía agrícola-ganadera y una alta proporción de presas de caza en un ambiente prepuneño (Raffino 1977, Raffino *et al.* 1977). En la Puna sur, los sitios Tebenquiche, Laguna Blanca y Casa Chávez evidencian el desarrollo de asentamientos aldeanos tempranos (Krapovickas 1955, Olivera 1991, Haber 1999). En Casa Chávez hay registro de ocupaciones desde los 2.120 a los 1.530 BP, que muestran una predominancia de la ganadería, prácticas agrícolas y estrategias de caza de camélidos silvestres.

En el sector superior del Valle Calchaquí, Salta, los asentamientos Tempranos son de base monticular y compuestos por la agrupación de varias viviendas circulares. Aquí Aldeas como Campo Colorado, Huasa Ciénaga, Pozo Bravo, Salvatierra, Jaime y Las Pailas se localizan en espacios favorables para la agricultura, y con un acceso a la explotación de distintos ambientes ecológicos en diferentes cotas. Según la interpretación de Tarragó (1996) el patrón de asentamiento y localización sugiere un crecimiento poblacional desigual, con algunas aldeas más pobladas que otras.

Las primeras evidencias de sociedades agroalfareras en la Quebrada de Humahuaca se identificaron en Antupa (Hernández Llosas *et al.* 1985), El Alfarcito (Madrado 1969, Zaburlín *et al.* 1994) y Estancia Grande (Palma y Olivera 1993). Estas consisten en recintos aislados o en pequeños grupos generalmente de planta circular y directamente asociados o distribuidos en los campos de cultivo (Olivera y Palma 1996). En el sitio Pukara de Volcán -sector meridional y transicional de prepuna- existen evidencias de ocupaciones agropastoriles tempranas con alfarería de tradición San Francisco (Dougherty 1977) con una cronología de 1.940 BP (Cremonte y Fumagalli 1996, 2001). A partir de esta evidencia se planteó la

expansión de sociedades desde Tierras Bajas hacia sectores de mayor altitud y la interacción entre sociedades de distintos ambientes (Cremonte y Fumagalli 2001, Fumagalli 2003).

Sobre la base de la información arqueológica disponible, resulta claro que el establecimiento y la evolución de las estrategias de producción de alimentos en las Tierras Altas de la Puna y en la franja circumpuneña no fue un proceso homogéneo. En el Norte de Chile, en San Pedro de Atacama, luego del establecimiento del pastoralismo -el caso Tulán 54- (Núñez 1994), hay cambios en los sistemas de instalación relacionados con la adopción de la agricultura (Llagostera y Costa 1999). En Argentina la evidencia indica que en ciertas regiones, como Susques, la transición habría sido de la *caza-pastoreo* al *pastoreo-caza* sin agricultura local ni un patrón de instalación de tipo aldeano, hasta momentos tardíos (Yacobaccio *et al.* 1998). Sin embargo, en la misma región, las excavaciones de los sitios de Cochinoca, sugieren una base económica en donde la agricultura de baja escala -horticultura- fue importante desde ca. 2000 BP (Fernández Distel 1998) con instalaciones permanentes y agrupadas. Este también es el caso de la Quebrada de Matancillas, en la Puna de Salta (Muscio 2000). Por otra parte en la Puna sur de Antofagasta de la Sierra la transición habría sido de *caza-pastoreo*, con agricultura temprana desde los comienzos de las ocupaciones (Olivera y Elkin 1994, Yacobaccio *et al.* 1998). Sin embargo, las ocupaciones de Casa Chávez evidencian al pastoralismo como la principal estrategia, mientras que en la Quebrada de Tebenquiche se sostiene el rol más destacado de la agricultura (Krapovickas 1955, Haber 2001b).

El estudio en la Puna de Argentina de las interrelaciones entre las variables ambientales y la *organización* de las economías prehistóricas agrícolas y pastoriles, es una vía de análisis en desarrollo. En relación con la agricultura son pioneros los trabajos de Otonello y Krapovickas (1973), Raffino (1975), Otonello y Ruthsaz (1986) y Albeck (1994). Respecto del pastoralismo existe más información dada la mayor atención que ha recibido esta problemática tanto desde lo arqueológico como lo actualístico (ver Olivera 1998, 1991, Olivera y Elkin 1994, Haber 1990, 1991, 1992, Yacobaccio *et al.* 1988, Yacobaccio y Madero 1992, Yacobaccio *et al.* 1998a; Yacobaccio *et al.* 1998b; Escola 1996; Caracotche 1995; Göbel 1994, 2000, entre otros).

Los primeros trabajos en la Quebrada del Toro evidencian una logística orientada tanto al pastoreo y el cultivo como a la caza y la recolección, explotando una alta diversidad de ambientes. Esto también se da en la mayoría de los sitios tempranos de la Puna y de quebradas altas (Olivera 1998) y en las aldeas del Alto Valle Calchaquí (Tarragó 1980b, 1988, 1996, 1999). Según Olivera (1991, 1998) la logística de los pastores y agricultores tempranos de la Puna de Antofagasta se habría organizado para la explotación de diferentes ecozonas con una oferta diferencial de recursos en el ciclo anual, y estructurada a partir de la variación en la oferta de pasturas para los camélidos domésticos. Sobre esta base se planteó para las ocupaciones del Temprano de Antofagasta de la Sierra, Puna meridional de Catamarca, un modelo de *Sedentarismo Dinámico*, donde la movilidad estacional y logística esta orientada a explotar diferentes ecozonas de la región (Olivera 1998).

Con respecto a la demografía Raffino (1988) ha planteado que durante la primera etapa del poblamiento agrialfarero redondo en un aumento poblacional, evidenciado por el aumento en el número y en la densidad de ocupación de los sitios. Por otra parte los trabajos en el alto Valle Calchaquí permitieron plantear que por la distribución espacial concentrada y la densidad de viviendas de las aldeas, se habría desarrollado un proceso de crecimiento desigual de poblaciones, donde algunas aldeas se habrían hecho más densas que otras. El resultado de este proceso habría sido la emergencia de nuevos poblados debido a la fisión y segregación. De este modo, en los primeros siglos AD habría funcionado un sistema de aldeas vinculadas entre sí por lazos económicos y sociales en el sector norte del Valle Calchaquí, formados por grupos agrícolas pequeños (Tarragó 1996).

Las sociedades agropastoriles tempranas del NOA participaron en redes de interacción social e intercambio de escala espacial muy amplia, que incluyó los valles y quebradas, la Puna argentina y boliviana, las Selvas occidentales, y los valles transversales y la costa del Océano Pacífico del norte de Chile (Albeck 2001). Para el estudio de estas interacciones se ha postulado un modelo basado en el intercambio caravanero, que conectó distintas aldeas de la vertiente oriental y occidental de los Andes (Núñez y Dilehay 1977). Se ha propuesto que el intercambio de alucinógenos fue uno de los factores integradores más destacables, aparte de otros bienes y recursos (Gollán y Albeck 1995). En el marco de estas interacciones se ha señalado a la Puna como un espacio particularmente apropiado para el flujo de estos bienes entre los distintos sectores circumpuneños (Tarragó 1988), mediante diferentes medios que no necesariamente implicaron siempre el caravaneo (Haber 2001a).

Las evidencias de redes de interacción durante este período agroalfarero inicial entre el norte de Chile y el NOA son varias. En el Alto Valle Calchaquí, las pipas de San Pedro de Atacama sugieren intercambio (Tarragó 1996). Por otra parte ha sido hallado en el sitio Turi 2, cuenca del Loa superior, Chile, cerámica Vaquerías-Cerro Colorado con procedencia del NOA, junto con cerámica Condorhuasi, Candelaria y San Francisco (Castro *et al.* 1994). Para la Quebrada de Humahuaca la evidencia de interacciones socioeconómicas incluye piezas San Pedro Negro Pulido en Calahoyo (Fernández 1978) y en Casabindo (Albeck 1994), piezas Negro-Rojo características de Til-22 en tumbas de San Pedro de Atacama (Tarragó 1989) y moluscos de la selva en Til-22 (Rivolta y Albeck 1991).

Las interacciones entre poblaciones de distintas áreas son también evidentes en las redes de obtención y distribución de obsidiana. La información disponible indica que estas interacciones que pueden remontarse al Holoceno Temprano- incluyeron la circulación de estos recursos líticos desde los valles templados hasta la alta Puna, detectándose la explotación de seis fuentes localizadas en las Tierras Altas, que sirvieron para el abastecimiento en distintas áreas de la puna y la circumpuna (Scattolin y Lazzari 1998, Yacobaccio *et al.* 1999, 2001).

Por otra parte la distribución de los diversos estilos cerámicos tempranos en las distintas subáreas del NOA también se interpretan en relación a la interacción social entre poblaciones de ámbitos geográficos distantes, que incluyen a la Puna (Tarragó 1984, 1988, Olivera 2001). La cerámica de la tradición San Francisco, los tipos corrugados, gris pulido, incisos, toscos, y modelados con aplicaciones (Dougherty 1977) se han relacionado a la fase Tilocalar del Norte de Chile (Núñez 1994). La cerámica de Tebenquiche presenta afinidades estilísticas con la cerámica del norte de Chile, de los valles del NOA y con Candelaria en las tierras bajas (Krapovickas 1955). El sitio ha sido postulado como un punto importante en las vías de interacción que conectaron los oasis de Atacama -Chile- con Laguna Blanca y Hualfín (Tarragó 1984). La cerámica de Laguna Blanca también presenta elementos de los valles del NOA, alfarerías Ciénaga y Condorhuasi, y tipos negro pulido relacionados a Candelaria y al área atacameña (González 1960, Albeck y Scattolin 1984). En Las Cuevas, la cerámica es monocroma gris o roja pulida o con improntas de cestería en las capas más antiguas. Por encima de este nivel, la cerámica se diversifica, presentando tipos grises finos, bruñidos, pintados tricolor -Las Cuevas Tricolor o Vaquerías-, relacionadas a la cerámica Condorhuasi- y tipos incisos relacionados con la cerámica de las yungas del NOA, (Cigliano *et al.* 1976, Raffino 1977). Casa Chávez también presenta cerámica monocroma gris-negra y Roja a veces pulida en su componente inferior. Esta ocupación sugiere, para este primer componente una mayor influencia del Norte de Chile. Posteriormente en el componente superior aparecen en los conjuntos tipos relacionados con los valles del Noroeste de Argentina, lo cual marca influencias desde esa dirección para este segundo componente (Olivera 1991, 1998, 2001). Por otra parte, en Campo Colorado, Norte del Valle Calchaquí, la cerámica es monocroma gris, parda o negra, con un tipo presentando decoración con técnicas de pulido en líneas y afinidades con la cerámica puneña de Tebenquiche (Tarragó 1980b, 1996). En el resto de los sitios del alto Valle Calchaquí se recuperaron fragmentos Vaquerías y bordes de cuenco Negro-Grabado San Francisco, piezas Negro Pulido San Pedro de Atacama, y diseños Candelaria (Tarragó 1996).

Finalmente, con respecto a la organización social de las primeras poblaciones puneñas con producción de alimentos, se plantea una estructura no jerarquizada y articulada a partir de sistemas de parentesco. La evidencia del arte rupestre sugiere la existencia de culto a los ancestros en un ideología doméstica y cuyos referentes fueron principalmente microregionales (*sensu* Aschero 1999). En la Puna, no se han registrado fenómenos cúlticos, como los defendidos por Tartusi y Regueiro (1993,2001) para el área valliserrana y relacionados con especialistas en estas actividades rituales. Sin embargo sí se ha planteado la posible existencia de especializaciones económicas, particularmente en relación con la metalurgia y el pastoralismo. Sobre esta base se ha sugerido el desarrollo de complejidad social en los momentos tempranos del poblamiento surandino, por sociedades con producción de alimentos (Núñez 1994).

En el NOA el desarrollo sociopolítico de las primeras sociedades agropastoriles no fue un proceso espacialmente homogéneo, debido a que el sector septentrional no habría participado del posterior proceso de integración *Aguada*, de lo que sí existe evidencia en el sector central y meridional (Tarragó 1977, Gollán y Bonnin 1995). La base empírica que sirve para este planteo es principalmente la distribución de estilos cerámicos (Tarragó y Scattolin 1999). Tarragó (1996) postula que una de las razones para esto fenómeno debió haber sido la presencia de enclaves atacameños, tanto en los bordes de la Puna salteña como en la jujeña, que impidieron la expansión al norte de *Aguada*.

Todas estas evidencias de interacciones y recurrencias de rasgos culturales, y emergencia de diferenciación social son de crucial importancia para el estudio de los modos de dispersión poblacional, y de la evolución y persistencia de poblaciones humanas y artefactos. Precisamente este registro material proporciona una línea de evidencias adecuada para discutir transmisión cultural y evolución neutral –no adaptativa– (Shennan 2.000). En este marco, es factible el estudio evolutivo de la dinámica poblacional en la Puna, atendiendo tanto a los factores ecológicos que se traducen en diferentes presiones de selección natural y adaptación como a la historia filogenética de la variación. Estos aspectos se abordan en esta tesis mediante unidades analíticas derivadas de la investigación evolutiva. El capítulo siguiente trata la cuestión de la construcción de estas unidades.

CAPÍTULO 3

ASPECTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN EN LA PERSPECTIVA EVOLUTIVA

1- Materialismo Darwiniano y Construcción de Datos en Arqueología Evolutiva

La construcción de datos científicos no es una actividad neutra, independiente de los marcos teóricos de referencia (Klimosky 1985,1998). En la construcción de teoría arqueológica desde el evolucionismo, esto fue claramente expuesto por O'Connell (1995) en su crítica a la construcción de teoría del registro arqueológico basada en generalizaciones empíricas construidas a partir de observaciones actualísticas del comportamiento humano. También fue reconocido por Dunnell (1992,1995) en su discusión acerca de los marcos conceptuales que subyacen a la definición y utilización de unidades y criterios para la segmentación espacial y temporal del registro arqueológico.

En la investigación arqueológica evolucionista, la Teoría Darwiniana está en el núcleo de todos los procedimientos de construcción de datos (Dunnell 1989). En este marco se ha destacado el rol de la lógica materialista, propia de la epistemología Darwiniana, que guía la construcción de las observaciones, los datos y las interpretaciones (Dunnell 1995, O'Brien y Lyman 2000). Esta lógica implica que las entidades sujetas a evolución se hallan en estado de cambio permanente y que no poseen una esencia inherente que las autodefine, o que les imprime direccionalidad a sus dinámica de cambio (Dunnell 1987, O'Brien y Lyman 2000). Esta es la principal diferencia con la ontología esencialista o tipológica (Lewontin 1974). En el materialismo Darwiniano el tiempo y el espacio son las dos dimensiones cruciales en el estudio de los procesos de cambio evolutivo. Bajo esta lógica los problemas de investigación son fundamentalmente históricos. Esto no ocurre en el esencialismo, que al asignar propiedades inherentes y causalidad intrínseca a los fenómenos estudiados, se independiza de tiempo y espacio, y proporciona explicaciones de naturaleza ahistóricas *-timeless-* (ver Dunnell 1989).

La Arqueología Evolutiva basa su programa de investigación en el Método Hipotético Deductivo, que consiste en tratar de contrastar hipótesis mediante consecuencias observacionales, estableciendo la falsedad de una proposición, pero no su verdad (Klimovsky 1985). Es importante destacar que bajo este método las hipótesis se derivan deductivamente de las teorías, que en este caso es la Teoría Evolutiva, principalmente basada en la Evolución Darwiniana por Selección Natural. Bajo este marco la deducción de las consecuencias observacionales de las hipótesis, constituye el fundamento lógico del método.

Es muy importante señalar que el rol de la deducción en la Arqueología Evolutiva no se corresponde con el modelo Hempeliano de ciencia deductiva, predictivo y basado en leyes, que fue el pilar de la Nueva Arqueología (Redman y Le Blanc 1979). Esto se fundamenta en la ontología de las explicaciones Darwinianas, que como señaló Dunnell (1988,1995) implican un modelo de ciencia en la cual los fenómenos a explicar ocurren sobre cosas que cambian permanentemente y son contingentes con la historia. En este modelo no hay lugar para leyes o procesos inmanentes que gobiernan la historia de los organismos y la cultura.

En evolución la contingencia histórica implica que un fenómeno que tiene lugar en un momento D está condicionado por lo que ocurrió en los momentos previos C, B y A (Durham 1991, O'Brien y Lyman 2000). La lógica materialista Darwiniana no admite leyes invariables de la historia, porque no existen términos constantes con las cuales escribir tales leyes (Popper 1963 en Dunnell 1995:34). Como más arriba

se desarrolló, lo inverso de esto es el esencialismo, basado en explicaciones en donde el tiempo no cuenta. No obstante sí es posible derivar generalizaciones acerca de mecanismos de cambio, que funcionan como modelos de procesos de evolución, tales como la deriva, el flujo genético, la adaptación ecofenotípica y diversas formas de selección –direccional, estabilizadora, disruptiva- entre otros (ver Durham 1991 para una discusión exhaustiva).

El rol del método hipotético deductivo en Arqueología Evolutiva es el de asegurar un programa de ciencia mecanicista (Neff 2000) basado en modelos generales de cambio evolutivo, que para fenómenos históricamente contingentes, establecen las causas, restricciones, contingencias y las consecuencias de un proceso de evolución (Foley 1995). Debido a esto, los modelos mecanicistas de la Ecología del Comportamiento Humano (Smith y Winterhalder 1992, Winterhalder 2001), no tienen el estatus de leyes inmanentes acerca de la conducta humana, sino el de herramientas analíticas derivadas del principio de selección natural, para discutir el comportamiento pasado contingente con las propiedades del entorno adaptativo y la historia. Ellos proporcionan hipótesis a contrastar acerca de aspectos funcionales de las adaptaciones humanas pasadas, y no algoritmos interpretativos (Grayson y Delpech 1995, Muscio 1999, 2002). Lo mismo es válido para los estudios de ingeniería o *performance* de artefactos (O'Brien *et al.* 1994, Lyman y O'Brien 1998, O'Brien *et al.* 1998, Schiffer 1999).

2- El Rol de las Unidades de Análisis en el Materialismo Darwiniano

Desde la perspectiva evolucionista la construcción de clases para caracterizar a las entidades evolutivas de cualquier nivel –genes, individuos, grupos, artefactos- y de unidades para medir su variación espacial y temporal, es un producto estrictamente intelectual, directamente relacionado con el problema de investigación abordado. La lógica materialista demanda la distinción y el uso de *unidades fenomenológicas*: elementos empíricos concretos; y *unidades ideacionales*: herramientas creadas para medir determinados aspectos de las unidades fenomenológicas. Estas sirven a los efectos de particionar y analizar, con fines explicativos, la variabilidad arqueológica en términos evolutivos (O'Brien y Lyman 2000). Las unidades ideacionales son claves para detectar patrones de cambio temporal o espacial y para la medición de la diversidad arqueológica, con el fin de discutirlos a la luz de hipótesis particulares (Dunnell 1995). Estos procedimientos permiten la construcción de *narrativas evolutivas*, que son los argumentos explicativos del proceso de evolución estudiado (Lyman y O'Brien 1998, O'Brien y Lyman 2000). Más importante, las unidades ideacionales son las herramientas para identificar *que es lo que evoluciona*.

Distintos teóricos evolucionistas han señalado la importancia de concebir a los procesos de cambio evolutivo operando sobre múltiples unidades (Hull 1980, Vrba y Eldredge 1984, Vrba y Gould 1986, Eldredge 1989, Sober y Wilson 1994, Boehm 1996, Gould y Lloyd 1999, Wilson 1999, entre otros). La evolución selectiva, en este marco, es conceptualizada como un proceso que puede operar sobre diferentes entidades, ordenadas en una jerarquía de entidades evolutivas, con distintos niveles de inclusión, tal como el genoma, los organismos individuales, las poblaciones de organismos y las especies.

Esta es la Perspectiva Seleccionista Multinivel, según la cual la selección natural opera a partir de las diferencias de *fitness* entre las entidades de cada nivel (Wilson 1999). El *fitness* es un concepto probabilístico, definido como el diseño efectivo para la supervivencia reproductiva en un ambiente selectivo particular (Durham 1991:13, Smith y Winterhalder 1992:27). Las diferencias de *fitness* resultan de la interacción de las entidades evolutivas con el ambiente, que incluye unidades de su misma clase (Wilson y Sober 1994, Wilson 1999). En este marco la evolución selectiva se concibe como un proceso que tiene lugar entre *interactores* definidos en cualquier escala de inclusividad por sus diferencias de *fitness* (Hull 1980, Wilson y Sober 1994, Wilson 1998). Como Dunnell (1995) ha destacado estas entidades no son reales en términos fenomenológicos, sino unidades ideacionales aplicadas para particionar la variación biológica y

también la cultural, y porque se definen explícitamente siguiendo criterios teóricos que especifican las propiedades a las que deben atenerse para constituirse en unidades de selección Darwiniana (ver Lewontin 1970, Dunnell 1995).

La Arqueología Evolutiva adopta esta perspectiva y expande el dominio de la selección Darwiniana a entidades no biológicas. En esta dirección Hurt *et al.* (2001), han planteado una jerarquía de rasgos fenotípicos *conductuales* y *materiales*, que constituyen potenciales niveles de cambio evolutivo arqueológicamente abordables, -Tabla 2.1. Estas unidades pueden estar sujetas a variación, herencia y selección natural; y organizadas en poblaciones. Las diferencias de *fitness* entre las entidades no biológicas ocurre a partir del éxito replicativo de estas unidades en su interacción con el entorno (Leonard y Jones 1987, Durham 1991, Neff 2001), o por su impacto en el éxito reproductivo de distintas unidades de agregación biológica, tales como el individuo o el grupo (Wilson 1998, Muscio 2002, Shennan 2002). Sobre esta base, en cualquier nivel de selección, la *variación funcional* es aquella que afecta el *fitness* de las unidades -tanto por medio del éxito reproductivo o el éxito replicativo-, y la *variación neutral* es aquella que no tiene efectos detectables en el *fitness*, en contextos selectivos particulares (Dunnell 2001). Por convención a la variación neutral se la denomina *estilo*, en la dicotomía estilo-función (Dunnell 1977, 2001).

3- Unidades Evolutivas, Adaptación y Procesos Evolutivos Anidados

La Perspectiva Seleccionista Multinivel y las diferentes escalas que pueden reconocerse en los constituyentes fenotípicos -ver Tabla 3.1- permite estudiar los efectos de la selección y la adaptación, en distintas unidades de análisis. Desde un punto de vista evolutivo Darwiniano la adaptación es un resultado de la selección natural operando en poblaciones de organismos (Durham 1991).

En el nivel del organismo individual la *adaptación ecofenotípica* es la expresión particular en un ambiente de un diseño morfológico o de un repertorio de conductas, basados en la flexibilidad fenotípica del organismo, su "norma de reacción" (Bonne y Smith 1998), que a su vez es un producto de la selección natural pasada en la historia evolutiva de la especie. De esta manera la selección es la *causa última* de la adaptación en estos casos. La manera o mecanismos que explican el "como" se desarrolla la adaptación son las *causas próximas* (Winterhalder y Smith 1992).

El razonamiento seleccionista implica el estudio de la adaptación en términos mecanicistas, a partir de las diferencias de *fitness*, y no de transformaciones tendientes a la adecuación (Timbergen 1979). Las adaptaciones somáticas, tales como el tamaño corporal, el metabolismo basal, o la producción de melanina, son ejemplos de caracteres ambientalmente controlados por factores que operan durante la ontogenia, pero derivados de la flexibilidad fenotípica de los organismos, selectivamente fundada (Durham 1991). En ambientes extremos, como es el caso de la Puna -ver capítulo 4- los mecanismos de aclimatización somática -causas próximas- pueden sobrepasar la plasticidad del organismo y como consecuencia deviene su muerte. Las explicaciones del comportamiento en términos de causas próximas y causas últimas son propias de la Ecología Evolutiva (Krebs y David 1991).

Sin embargo, la explicación evolutiva de la conducta humana -y sus expresiones arqueológicas- va más allá de los argumentos basados en la flexibilidad fenotípica, derivada de los procesos selectivos que dieron origen a la especie humana (Neff 2001). Esto es consecuencia de concebir a la selección natural como un proceso continuo -aunque variante en *tempo* y *modo*- y que opera a partir de diferentes *mecanismos selectivos* (O'Brien y Lyman 2000, Bettinger *et al.* 1995). Los principales son la toma de decisión racional y los sesgos adaptativos transmitidos culturalmente o genéticamente (Durham 1991, Boyd y Richerson 1995, 2000, Smith 2000). Estos operan selectivamente sobre distintos componentes del fenotipo humano. Lo importante es que debido a la acción de cualquiera de estos mecanismos, o

combinaciones de ellos, la herencia diferencial de las opciones más ventajosas produce cambio acumulativo en escalas poblacionales, y en consecuencia cambio evolutivo en sentido estricto (ver Winterhalder y Goland 1997:159, Durham 1991).

En resumen, la acción humana, ya sea a partir de sesgos adaptativos genéticos o culturales, genera procesos selectivos en varios niveles de los constituyentes fenotípicos, controlando el éxito replicativo de los mismos: su *fitness*. El reconocer que la evolución selectiva requiere únicamente de: la existencia de variación -independientemente de cómo sea generada, y la ocurrencia de transmisión -independientemente de los mecanismos-, brinda un marco Darwiniano integrador de las variadas vertientes seleccionistas al estudio del comportamiento humano (Muscio 2002). Esto otorga a los modelos de la Ecología del Comportamiento Humano un rol explicativo en Arqueología Evolutiva que es fundamental, porque predicen los sesgos, optimizantes, que puede operar sobre las estrategias económicas y tecnológicas (Bousman 1993), por ejemplo en la replicación diferencial de tecnologías. En estos casos la función de *fitness* está definida en el nivel del artefacto o de agregados de artefactos.

Por otra parte, una consecuencia importante de considerar múltiples niveles de selección y unidades evolutivas, es la posibilidad de explicar fenómenos que afectan la representación diferencial de las unidades y que no dependen del *fitness* de las mismas, es decir de su propio diseño efectivo para la supervivencia y proliferación. Estos son resultados de procesos anidados en la jerarquía. Sintéticamente, el cambio evolutivo en un nivel, por cualquier mecanismo incluyendo la selección, puede traer aparejado cambios en otro nivel. El concepto de *sorting* se aplica a estos fenómenos (*sensu* Vrba y Eldredge 1984, Vrba y Gould 1986).

Es importante remarcar que por la naturaleza jerárquica de la taxonomía evolutiva resultan asimétricas, de modo que procesos que operan en niveles superiores se trasladan a niveles inferiores, pero procesos que afectan a niveles inferiores no necesariamente se manifestaran como cambios en niveles superiores. Aquí están implicados los conceptos de causalidad ascendente y descendente, que como fueron planteados en Paleobiología (Vrba y Eldredge 1984) son totalmente pertinentes en Arqueología Evolutiva (Muscio 1996). Por ejemplo el cambio selectivo en el nivel de los grupos de artefactos, basado en las diferencias de *fitness* de estas unidades (Neff 2001), afecta la representación de clases particulares de artefactos y atributos de artefactos por *sorting* y no por diferencias de *fitness* en estos niveles. Pero procesos que operan en el nivel del atributo de los artefactos, por ejemplo producidos por transmisión cultural, o selección natural, no necesariamente afectarán la representación diferencial de clases particulares de artefactos. En términos seleccionistas, la variación en este nivel focal es neutral. De tal manera, la categorización funcional o neutral de la variación es enteramente dependiente tanto de la dinámica de los contextos de selección natural, como de los niveles en el cual se manifiestan las diferencias de *fitness*.

Constituyentes Fenotípicos
Grupos de Artefactos Funcionalmente Integrados
Artefactos Funcionalmente Integrados
Artefactos
Atributos de los Artefactos

Tabla 3.1: Jerarquía de Agregados de Rasgos Fenotípicos Materiales con Expresión Arqueológica, en Orden Decreciente de Inclusividad. Cada uno de estos niveles pueden resultar unidades de evolución selectiva. Tomado de Hurt *et al.* 2001:57

Es muy importante enfatizar que las entidades, biológicas o culturales, propuestas como unidades evolutivas son siempre unidades ideacionales. Se reconocen dos clases de unidades ideacionales: las

descriptivas utilizadas solo con el fin de describir una propiedad o una cosa en particular, y las *teóricas*, creadas para fines analíticos precisos y que tienen contenido explicativo (O'Brien y Lyman 2000:190).

La investigación en Arqueología Evolutiva, requiere de la utilización de unidades específicamente diseñadas para describir y explicar la variación arqueológica, en los términos de la Teoría Evolutiva Darwiniana. De tal modo, el trabajo en la construcción de estas unidades es prioritario. Sin unidades arqueológicas, observacionales y teóricas apropiadas, no es posible discutir en casos concretos de estudio los diferentes procesos de cambio evolutivo. Resulta claro que la validez de las narrativas evolutivas esgrimidas como explicaciones, depende de la confiabilidad y la adecuación de las unidades de análisis para la solución de un problema de investigación concreto, especialmente de las unidades ideacionales teóricas -ver discusión en Ramenofsky y Steffen (1998). Por esta razón el resto de este capítulo está dedicado a esta cuestión.

A continuación presentamos las principales unidades de investigación utilizadas en este trabajo. Estas fueron especificadas para abordar las hipótesis de investigación, en el marco más general de la agenda de investigación evolutiva que se lleva a cabo en el Valle de SAC (Muscio 2000, Muscio y López 2003). Para esto, primero se discuten las unidades de segmentación temporal utilizadas para enmarcar el estudio de la emergencia y las características de las primeras sociedades con producción de alimentos, en el Noroeste Argentino. Luego se hace una crítica teórica, basada en el marco evolutivo, a la noción de *Formativo* y a sus intentos de resignificación. Sobre esta base, brevemente se exponen las razones por las cuales no adoptamos al *Formativo* como unidad de análisis, sosteniendo que esta noción funciona como una unidad ideacional, teórica esencialista. A continuación, se justifica la adecuación del término *Período Temprano*, definido por Alberto Rex González (1977) para el Noroeste de Argentina, para hacer referencia de la *unidad ideacional descriptiva* más inclusiva, utilizada en la periodización y segmentación de la historia cultural, del poblamiento humano inicial con economías estructuradas en la producción de alimentos de la Puna de Salta. Finalmente, este capítulo concluye con la presentación de las unidades observacionales utilizadas en el Valle de SAC y con la discusión sintética de los fundamentos del diseño de investigación y construcción de los datos bajo el cual se realizó este trabajo.

4- Unidades Temporales de Segmentación del Cambio Cultural.

El Área Andina Centro Sur, los actuales norte de Chile, Sur de Bolivia y Noroeste de Argentina, fue escenario de una serie de cambios económicos, tecnológicos y políticos, vinculados con la expansión de las economías humanas basadas en la agricultura y la ganadería (Tarragó 1999). A partir del 3.500 BP el registro arqueológico presenta evidencias de cambios en las estrategias de uso del espacio y asentamientos, con una disminución de la movilidad residencial, mayor estabilidad de las ocupaciones y, conforme el paso del tiempo, el uso de nuevas tecnologías como la cerámica y la metalurgia, diferenciaciones estilísticas, y la expansión de las redes de interacción social de mediana y larga distancia (Aschero 1996, Núñez y Dillehay 1979, Tarragó 1999).

En la escala global, los procesos de evolución cultural asociados a las transiciones económicas del Holoceno, presentan patrones convergentes en las tasas de cambio evolutivo. Particularmente en aquellas áreas del mundo donde se llevó a cabo la domesticación de especies vegetales y la dispersión y establecimiento de economías productivas, como en el Área Andina Meridional. En estos casos la tendencia es de un aumento en las velocidades del cambio, como por ejemplo en la adopción de las innovaciones tecnológicas o en la evolución de ordenes sociales más complejos (Boyd y Richerson 2001).

Desde la perspectiva de la Arqueología Evolutiva, el estudio de la temporalidad y la heterogeneidad de estos procesos de evolución cultural requieren el manejo de unidades de análisis arqueológicas

sensibles de la variación temporal y espacial. Particularmente para el estudio de la heterogeneidad de procesos locales. Estas incluyen a las unidades utilizadas en las periodizaciones arqueológicas, ya que de acuerdo a como son definidas condicionan las posibilidades para estudiar esta heterogeneidad, y pueden propiciar descripciones tendientes a la homogeneidad.

En los Andes Meridionales la unidad temporal de mayor escala de inclusividad, corrientemente utilizada en las periodizaciones para designar y estudiar las primeras sociedades con economías de producción de alimentos, es el Formativo. Debido a que el contenido ideacional de esta unidad de análisis se fundamenta en el evolucionismo unilineal, su aplicación implícitamente propicia una agenda de investigación imbuida en esta perspectiva. Por esta razón el Formativo constituye una unidad ideacional y teórica. Esto se manifiesta en las argumentaciones teleológicas esgrimidas para explicar los cambios, basadas en el progreso o en la adaptación como vectores guiando la dinámica de evolución. Esto responde a la lógica esencialista, por la cual las narrativas evolutivas devienen en narrativas transformacionistas, explicadas por las propiedades inherentes de la unidad utilizada para caracterizar al cambio.

El principal defecto del Formativo como unidad taxonómica de periodización, es la concepción progresivista y adaptacionista del cambio sociocultural sobre la que se basa, lo cual se traslada directamente a las explicaciones acerca de las causas de los cambios detectados en el registro arqueológico. Esto último es lo más importante para destacar como crítica. En el apartado siguiente se expande esta argumentación.

5- La Noción de Formativo

Toda unidad de análisis es una construcción, derivada de un cuerpo de ideas o de teorías más o menos formalizadas (Ramenofsky y Steffen 1998). El Formativo no escapa a esto, así como tampoco las otras unidades definidas por Willey y Phillips (1958) y que inspiraron, en gran medida, las periodizaciones surandinas corrientemente en uso.

Desde lo teórico, el Formativo fue definido como un *estadio* del desarrollo de las sociedades humanas. En estos términos delimita un estado particular en el desarrollo sociocultural en una secuencia unilineal de evolución, con un recorrido escalonado, desde lo más simple a lo más complejo o desarrollado. La idea rectora es la evolución Spenceriana, que es la noción de evolución como progreso, más específicamente como progreso adaptativo (Rindos 1985, Dickens 2000). Esto es claro cuando se atiende a la historia de este concepto relacionada con la clasificación de las "Grandes Civilizaciones" de Mesoamérica y Perú. En este marco, el Formativo describe un estadio intermedio entre el Arcaico, cuya escala de complejidad es menor, y el Clásico, un estadio posterior con un aumento en la dirección hacia la complejidad sociopolítica. En tal esquema el Formativo constituye un estadio de desarrollo en el cual se establecen las bases y se "forma" -de allí su nombre- el Clásico, denotado por una "civilización" compleja en términos de jerarquías políticas, desarrollo económico, y adaptación al entorno.

Por otra parte, cada una de estas unidades de periodización tiene un dominio fenomenológico (*sensu* Dunnell 1971), que define el contenido empírico de la unidad. En el esquema unilineal esto se expresa, por ejemplo, en los sistemas de obtención y uso de energía tendientes a la eficiencia (White 1943, 1959). También en los ordenes sociales que caracterizan a cada uno de los estadios, y que constituyen organizaciones humanas "típicas", cada una con rasgos bien diferenciados de clasificación esencialista (Nielsen 1995). Estas unidades sociopolíticas son principalmente las bandas, las tribus, las jefaturas, y los estados.

En la arqueología surandina, precisamente a la transición Arcaico-Formativo se le suele plantear también como una transición de las sociedades de bandas a las tribales (Raffino 1988). Así el dominio empírico del Formativo resulta un conglomerado de rasgos culturales, tales como la presencia de cerámica, la agricultura y el asentamiento aldeano, y de órdenes sociales igualitarios de baja escala de complejidad social con tendencia al progreso. La identificación de tal conglomerado en una secuencia arqueológica se discute luego en términos de cambios en etapas de desarrollo.

Como surge de las definiciones de Willey y Phillips (1958), en el esquema general, cada unidad de periodización representa una transformación sociocultural más o menos abrupta, en una lógica de cambio que presupone una tendencia inherente al progreso. Los defectos del Formativo en cuanto a su contenido empírico, expresados cuando no se halla el conglomerado típico, o cuando no tienen lugar transformaciones hacia estadios comparables con el Clásico, fueron señalados por Meggers (1961) Ford (1969) y Flannery (1976a y b), entre otros. No obstante, estas críticas no resaltaron su inadecuación teórica para el estudio de la variabilidad en la perspectiva de la evolución Darwiniana.

A pesar de sus limitaciones, el Formativo es utilizado como modelo conceptual para el estudio de las sociedades surandinas, comparable al Neolítico del Viejo Mundo. Debido a sus particularidades histórico culturales, en los Andes Meridionales se denominó "Formativo Regional Surandino o Subandino", para diferenciarlo del Formativo de los Andes Centrales, del cual su comienzo y finalización difieren (Berberian y Raffino 1992). De esta manera el término Formativo se constituyó en una unidad de análisis arqueológica, que aún con diferencias en cuanto a su definición y alcances es aceptada. Esta unidad proporcionó tanto un modelo como un término para las periodizaciones regionales y locales de las sociedades aldeanas productoras de alimentos, con baja complejización sociopolítica (Núñez Regueiro 1973).

En el Noroeste de Argentina la noción de Formativo, y sus segmentaciones en unidades menores, varía según el marco teórico desde el cual es abordado (ie Núñez Regueiro 1973, Raffino 1988, Berberian y Raffino 1992, Tarragó 1996, Olivera 2001). Sin embargo, a pesar de las diferencias teóricas de los enfoques, los contenidos ideacionales y fenomenológicos fundacionales del Formativo no fueron sustancialmente cuestionados. Tarragó (1999:302) señaló este punto, exponiendo el consenso existente en torno al uso del concepto de Formativo para dar cuenta de las transformaciones que ocurrieron en el seno de las sociedades aldeanas iniciales, como producto de la transición económica. En este aspecto el Formativo se constituye como una *unidad ideacional teórica esencialista*, que domina el estudio de las sociedades tempranas con producción de alimentos en el Noroeste Argentino. Con todos sus defectos, hay que destacar que esta unidad ha servido para la investigación arqueológica de esta problemática, que sin dudas ha proporcionado información valiosa. Pero el cambio hacia intereses de investigación, basados en el materialismo evolucionista, demanda nuevas unidades para la segmentación del tiempo en la arqueología del Noroeste de Argentina, que privilegien la contingencia histórica de los procesos de evolución (Muscio 2001).

En un esfuerzo por adecuar la noción de Formativo a un programa de investigación procesual, Olivera (1988, 1991a y b), utilizó el término para caracterizar a un sistema adaptativo que implica estrategias económicas productivas. Esta redefinición, hecha desde la perspectiva de la ecología cultural que caracterizó a la Nueva Arqueología, sirvió para exponer variables claves que pueden afectar a la evolución de las poblaciones humanas con economías productivas de baja escala. En particular se enfatizó el análisis de la disponibilidad de los recursos, la densidad de población, la tecnología disponible y el uso del espacio regional, configurando sistemas adaptativos diversos. No obstante, los contenidos ideacionales inherentes a la noción de Formativo no fueron superados por esta propuesta y, lateralmente, fue fortalecido su dominio fenomenológico. Así al expandir los constituyentes adaptativos de base ecológica, la agenda de investigación sistémica expandió el

contenido empírico de esta unidad de análisis. Más tarde y advirtiendo las inconsistencias de la noción de Formativo para el desarrollo de un programa de investigación centrado en el estudio de la variabilidad, Olivera (1992, 2001) planteó la posibilidad de abandonar este término.

Debido a que la Arqueología Evolutiva prioriza el estudio de las causas y mecanismos que explican la diversidad de los patrones temporales y espaciales del cambio cultural, las unidades analíticas que desatienden a la variación no son adecuadas (O'Brien y Lyman 2000). Y este es el caso del concepto de Formativo. Como unidad de análisis su uso suprime la variación arqueológica, ya que implica la identificación de un conglomerado típico de rasgos característicos. Metodológicamente, esto se expresa en la búsqueda de agrupaciones de rasgos homotaxiales -tecnológicos, económicos, de patrones de asentamiento- que son independientes de la cronología (Núñez Regeiro 1973, Raffino 1988, Raffino y Beberían 1992, Olivera 2001).

Precisamente la independencia del conglomerado de rasgos que definen al Formativo de la cronología, descubre la naturaleza esencialista y fundamentalmente ahistórica de esta unidad. Estos rasgos constituyen las recurrencias que definen a la etapa de desarrollo. Tal procedimiento clasificatorio tiene por efecto dejar en un segundo plano, o aún tomar indistinguibles, a las variaciones arqueológicas que caen fuera del dominio ideacional y empírico de la unidad clasificatoria. Este es el caso, por ejemplo, de las variaciones en la elección de hábitats humanos, en la diversidad estilística, en los cambios en las amplitudes de las dietas, en la preponderancia de una estrategia agrícola o una pastoril, o en la adopción de nuevas tecnologías, cuyas causas son contingentes con la historia cultural y el contexto adaptativo de las poblaciones humanas, y no son inherentes a una etapa de desarrollo (Richerson y Boyd 1992).

Más aún, la noción direccional del cambio, que cuando ocurre es irreversible - implícita en el concepto de estadio y de etapa de desarrollo - excluye la posibilidad de estudiar *oscilaciones* en las estrategias económicas o *reversiones*. Por ejemplo, fenómenos contingentes de abandono de las estrategias productivas, por contextos selectivos favorecedores de la predación y no de la producción. Layton (2001) expone ejemplos de estas oscilaciones que trascienden la escala de observación etnográfica, tal como el caso de los Basarwa de Kalahari, con estrategias alternantes entre la predación y el pastoralismo, dependientes de las fluctuaciones en las precipitaciones. Estos fenómenos que pueden presentarse en una secuencia arqueológica pueden no ser detectados ni investigados si se emplea la noción de Formativo, ya que su agenda de investigación no los admite.

En síntesis debido a su carácter esencialista, la noción de Formativo, como unidad analítica, dificulta el estudio de la heterogeneidad y diversidad arqueológica, punto central en una agenda de investigación evolutiva. En particular esta noción es inadecuada para la construcción de narrativas evolutivas basadas en el materialismo histórico Darwiniano. Por estas razones esta unidad de periodización y sus segmentaciones, no es utilizada en este trabajo.

En su propuesta de abandonar el uso de esta unidad de análisis Olivera (2001:87) encuentra la dificultad de no disponer de una unidad de segmentación temporal de mayor adecuación, para describir en términos procesuales la diversidad de cambios ocurridos con la emergencia de sociedades productoras de alimentos en el Noroeste de Argentina. Sin embargo, aquí se sostiene que la noción de Período Temprano (González 1977) es una unidad adecuada de periodificación para dar cuenta de los procesos de evolución que ocurrieron entre las primeras poblaciones humanas con economías basadas en la producción de alimentos en el Noroeste de Argentina. Este argumento se expande en el siguiente apartado.

6- El Período Temprano Como Unidad de Análisis Histórico Cultural.

En desacuerdo con el contenido ideacional de los sistemas de periodización vigentes en la arqueología del Noroeste de Argentina, Hernández Llozas (2001, 2002) propuso un sistema de segmentación del tiempo basado en bloques temporales, en donde cada bloque representa una unidad de análisis temporal, arbitrariamente delimitada en el "continuo temporal". Esta propuesta, en una perspectiva evolutiva no es útil, debido a que precisamente las unidades de segmentación no pueden ser totalmente arbitrarias, sino dictadas a resolver problemas teóricamente guiados, tal como la medición de la velocidad de cambio de los estilos de arte rupestre y las causas últimas del cambio. En este caso la segmentación del continuo temporal a partir de unidades ideacionales para las que se ha demostrado que cubren un lapso temporal discreto y filogenéticamente relacionadas con otras, son las unidades arqueológicas adecuadas (Teltser 1995).

En evolución esta es una expresión de la paradoja materialista: cuando todo lo observable se encuentra en estado de cambio continuo, las herramientas para estudiar este cambio deben ser unidades ideacionales especialmente diseñadas para cumplir esta función (Dunnell 1995). En este aspecto las unidades son arbitrarias sólo en el sentido de que son construcciones del investigador, y en consecuencia no tienen existencia "real", fenomenológica. Pero estas unidades son enteramente dependientes del principal interés de la investigación evolutiva: el estudio del cambio hereditario de las formas, en tiempo y espacio, y el estudio de los mecanismos responsables de tales cambios, incluyendo la adaptación fenotípica tendiente a la convergencia (Richerson y Boyd 1992, Smith y Winterhalder 1992). En este aspecto las unidades requeridas no son arbitrarias (Dunnell 1995, Lyman y O'Brien 1999, O'Brien y Lyman 2000).

El trabajo arqueológico, en la perspectiva evolutiva, necesita de unidades de segmentación del tiempo que posibiliten el discernimiento de la variación heredada –homóloga-, de la variación convergente –análoga. En consecuencia estas deben ser unidades teóricas, creadas para estos fines analíticos precisos. Los tipos históricos, aquellas clases de artefactos para las cuales se ha demostrado que ocupan un segmento temporal continuo y discreto en un linaje cultural, son unidades de análisis apropiadas. Estas unidades no son solo cronómetros, sino principalmente unidades filogenéticas, que permiten el estudio de la transmisión cultural (Neiman 1995, Lyman y O'Brien 1999, O'Brien y Lyman 2000). El trabajo de seriación de Tarragó (1988) es aleccionador en este punto, y brinda un ejemplo de la clase de unidades requeridas para el estudio de filogenia cultural- nos estamos refiriendo exclusivamente a los tipos históricos cerámicos construidos por la autora.

Sin embargo en escalas espaciales y temporales muy extensas, las unidades de periodización requeridas son aquellas que minimizan las asunciones acerca de los factores causales de la variación y maximizan la caracterización de la heterogeneidad. Es decir, aquí requerimos categorías principalmente orientadas a la descripción y la medición de la diversidad arqueológica, en donde la dimensión temporal sí cuenta, en los términos de narrativa histórica. Se trata de unidades ideacionales descriptivas de la contingencia histórica de la variación. Esto responde a que los argumentos explicativos se deben desprender de teorías y modelos, más o menos generales, y son externos a las unidades de análisis. Este punto es central y marca la diferencia con las unidades esencialistas, independientes del tiempo (O'Brien y Lyman 2000:193), tales como las etapas de desarrollo.

Afortunadamente la arqueología del Noroeste de Argentina cuenta con esta clase de unidades. En efecto, el concepto de *Período Temprano*, introducido por González (1977) en la periodización de la historia cultural del Noroeste de Argentina, cumple con estas condiciones. La definición de esta unidad de periodización refiere al segmento temporal más antiguo del poblamiento agrícola pastoril y alfarero, en la escala del Noroeste de Argentina y en el marco de la historia cultural Andina. En esta escala

espacial su finalización ocurre con la difusión de “rasgos culturales” del denominado horizonte Tiahuanaco. El bloque temporal que abarca el Período Temprano incluye toda la dinámica de evolución biológica y cultural de las poblaciones humanas con economías basadas en la producción de alimentos entre ca. 3.000 BP – 1.600 BP de los ambientes puneños, prepuneños, valliserranos y de tierras bajas o yungas. La segmentación histórico cultural que sustenta la periodización de González tiene una serie de ventajas importantes:

- 1) Su elaboración se derivó de observaciones empíricas teóricamente orientadas, que aunque se enmarcó dentro del paradigma Histórico Cultural permiten el estudio de la variación, la diversidad y la dinámica cultural en espacio y tiempo, a partir de perspectivas teóricas diferentes, como la evolucionista. Esta es la razón por la cual constituye una clasificación ideacional, donde las unidades utilizadas para medir el paso del tiempo en el espacio, son construcciones creadas bajo el dominio teórico para medir la variación empírica.
- 2) Su perspectiva teórica trata de delinear relaciones y cambio. De esta manera hay claves para el estudio de filogenia y evolución cultural desde la perspectiva aquí propuesta. Este es el caso de las secuencias de los valles de Tafi -Tucumán-, Hualfin y Abaucán -Catamarca- entre otros trabajos, y de los tipos históricos basados en la variación estilística, que aún cuando fueron construidos inductivamente, muchos de ellos se comportan como cronómetros y contienen señales filogenéticas (ver González 1992)
- 3) La periodización de González, ni en su totalidad ni en las unidades de segmentación, tiene connotaciones teleológicas o de direccionalidad inherentes –aunque muchas veces se la utilice de esta manera. En este sentido refleja solamente una segmentación temporal, cuyas unidades carecen de contenido explicativo y donde predomina la narrativa histórica acerca de la variación arqueológica. En esta estructura la causalidad está circunscripta al ámbito de lo teórico. En consecuencia el Período Temprano es una unidad ideacional descriptiva.
- 4) La arquitectura de la periodización es apropiada para la segmentación de cada una de sus unidades, de acuerdo a intereses particulares de investigación, en unidades menores. Además, y esto es muy importante, no asume homogeneidad espacial en escalas amplias, lo cual propicia el estudio de la diversidad en estas escalas y la construcción de secuencias locales (González 1979).
- 5) El uso del término Temprano está extendido en la arqueología del Noroeste de Argentina, particularmente por los acercamientos teóricos basados en el materialismo histórico, como el marxismo y el evolucionismo Darwiniano. Por lo tanto proporciona un lenguaje compartido, que carecería cualquier innovación terminológica en materia de periodización.

En síntesis el concepto de Período Temprano constituye una unidad adecuada para la periodización histórica cultural, cuyo contenido ideacional y fenomenológico promueven los análisis de la variación arqueológica. Esta es la principal diferencia con respecto al Formativo. Por esta razón el Período Temprano es aquí utilizado como la unidad temporal de referencia de mayor escala, para el estudio evolutivo de la arqueología de las primeras sociedades humanas con economías de producción de alimentos en la Puna de Salta. La segmentación de esta unidad en fracciones temporales menores, por bloques radiométricos discretos evolutivamente significativos, basados en secuencias de cambio ambiental, o en la persistencia de tradiciones culturales particulares, es un segundo aspecto a destacar en este programa de investigación. Esto tiene por objetivo el estudio de las particularidades de la dinámica evolutiva

humana en diferentes escalas espaciales. En efecto, este procedimiento hace posible el estudio de aspectos tales como las *tasas* de evolución los modos y los mecanismos del cambio evolutivo.

Precisamente el avance en los estudios de las distintas disciplinas evolutivas, demuestra que la dinámica del cambio opera de una forma que no es ni unilineal ni siempre abrupta (Eldredge 1989, Durham 1991). En lo que concierne a los principales mecanismos de evolutivos, de interés en arqueología: selección natural, deriva, transmisión cultural y toma de decisión adaptativa, los datos con respecto a las tasas de cambio y diversificación en la escala local y regional son decisivos, ya que su discusión se realiza sobre la base de los patrones temporales del cambio (Bettinger *et al.* 1998). La construcción de los datos para la investigación de estos aspectos también necesita de unidades adecuadas. Estas sirven para estructurar, en el diseño de investigación, los procedimientos de construcción de datos en todas las etapas del trabajo arqueológico, de campo y de laboratorio. En el siguiente apartado presentamos y fundamentamos las unidades de análisis utilizadas en la arqueología del Valle de SAC.

7- Unidades de Análisis en la Arqueología del Valle de SAC.

Las unidades de análisis utilizadas en este trabajo constituyen elementos claves para la construcción de los datos necesarios a fin de evaluar las hipótesis de investigación. Las mismas abarcan unidades ideacionales tanto teóricas como observacionales –descriptivas. Antes de pasar a la discusión de estas unidades, es importante exponer los criterios que guiaron su elección. Estos se basaron en las propiedades y condiciones necesarias para que las unidades de análisis funcionen exitosamente como herramientas de investigación científica, siguiendo la propuesta de Ramenofsky y Steffen (1998).

En relación con la evaluación de las unidades como herramientas de medición, es decir en el juicio acerca del desempeño de estas para dar cuenta de problemas concretos de investigación, son fundamentales dos aspectos. Estos son confiabilidad y validez. La confiabilidad refiere a la precisión y exactitud con la cual las unidades se desempeñan. Por ejemplo, los espesores de las paredes de tiestos cerámicos pueden ser confiablemente medidos en unidades de milímetros. La validez refiere a la adecuación empírica o abstracta de las unidades con respecto a los fines de la investigación.

La validez empírica evalúa la aplicación de determinadas mediciones para responder preguntas particulares. Por ejemplo ¿en qué medida es válido el espesor de las cerámicas para la estimación de la conductividad de calor de las vasijas arqueológicas? En tanto que la validez abstracta implica el control de la adecuación conceptual entre las unidades manejadas y los interrogantes de investigación, evaluando la correspondencia conceptual entre los objetivos de investigación y el contenido ideacional de las unidades. Por ejemplo, en términos arqueológicos, la estimación de las amplitudes de dietas ¿qué tan adecuadamente mide la adaptación económica de poblaciones extintas? Esta es una pregunta acerca de validez teórica de las unidades. La respuesta es afirmativa desde la lógica seleccionista, considerando una correlación positiva entre la eficiencia económica y el *fitness inclusivo* (Smith y Winterhalder 1992).

Más arriba se destacó que a diferencia de las unidades empíricas, las ideacionales teóricas contienen elementos explicativos de distinto grado. Más generalmente las unidades teóricas refieren a conceptos o ideas, integradas a estructuras teóricas más amplias y cuyo grado de abstracción demanda del uso de unidades observacionales para su manejo en el campo fenomenológico (Dunnell 1971, 1995). Al respecto una cuestión clave es la correspondencia entre las unidades teóricas y las unidades empíricas utilizadas para realizar inferencias válidas con respecto a las primeras (Clark 1968 Dunnell 1971).

La relación entre las unidades observacionales y las unidades teóricas es de codeterminación, es decir que cada una de las unidades, por sus contenidos, pone límites al desempeño de la otra para la

solución válida de problemas de investigación. Esta relación debe implicar un nivel aceptable de correspondencia para asegurar la validez de las inferencias. Es en la coherencia entre las escalas de las unidades donde esto resulta más evidente. Por ejemplo si nuestro interés está centrado en las propiedades del uso arqueológico del espacio por una población -unidad teórica-, los mapas de sitios -unidad observacional- no son satisfactorios debido a que el sitio es una unidad de escala espacial no representativa de los rangos espaciales de las poblaciones humanas, en los cuales tiene lugar el descarte arqueológico (ver Foley 1981, Ebert 1992, 1993, Borrero y Lanata 1992). Necesariamente la pregunta implica considerar unidades observacionales más inclusivas, tales como las distribuciones regionales de artefactos. En este último caso los sitios son una fracción de estas distribuciones (Nielsen *et al.* 1997).

Esta investigación está centrada en el estudio de los procesos de poblamiento y colonización humana de espacios productivos, durante el Período Temprano en el Valle de SAC y en los aspectos organizativos de los nichos económicos humanos como se desprende de las hipótesis de trabajo –para una definición de nicho ver Capítulo 5. Esta propuesta implica considerar una serie de unidades de análisis adecuadas para acceder a la información arqueológica necesaria para discutir estos aspectos.

Con respecto al manejo adaptativo del riesgo, Winterhalder y Goland (1997) sugieren que en los nichos humanos de producción de alimentos la unidad doméstica y no el individuo es la unidad apropiada para el análisis de las estrategias de manejo del riesgo, particularmente donde la agricultura de baja escala predomina. En otras palabras, aún cuando el *fitness* permanece en el nivel del individuo, la unidad doméstica es la unidad de organización económica sensitiva del riesgo. Este planteo tiene implicaciones directas en las unidades observacionales utilizadas en arqueología ya que exige la construcción de unidades para el tratamiento de agregados empíricos portadores de información conductual y cultural en un nivel supraindividual. En estos términos el desafío es el manejo de unidades de investigación válidas y confiables para responder estos interrogantes. Como señaló Dunnell (1995), los agregados arqueológicos generalmente contienen información promediada en escalas supraindividuales. Esto, además brinda la posibilidad de analizar hipótesis donde la causalidad puede implicar distintos niveles evolutivos, tales como el grupo -ver Dunnell (1995). A continuación se presentan las unidades de análisis teóricas y observacionales empleadas en esta investigación, comenzando con las primeras.

8- Unidades Teóricas Básicas

Las principales unidades teóricas utilizadas en este trabajo son: 1) *Población local*, 2) *Metapoblación*, 3) *Ocupación*, 4) *Tradicción* y 5) *Tipo Histórico*. Antes de pasar a su definición es necesario remarcar que estas unidades se vinculan con dos dimensiones en las cuales ocurren los fenómenos evolutivos en las especies culturales. Tales dimensiones son la biológica y la cultural, siguiendo el Modelo de Herencia Dual (Boyd y Richerson 1985, Durham 1991). En este modelo el concepto de Coevolución (Durham 1991) caracteriza a la relación de codeterminación (Smith 2000) entre los fenómenos de evolución que tienen lugar en unidades biológicas, mediadas por la herencia genética mendeliana, y en unidades culturales, mediadas por la herencia de información cultural.

Población Local: Es el conjunto de individuos que habitan el mismo hábitat y en consecuencia interactúan con mayor frecuencia entre sí. En términos genéticos y demográficos constituyen *demes* (Hansky y Simbeloff 1997). La población local –subpoblación- es una unidad que tiene propiedades tales como: estructura, tamaño, distribución, nicho y longevidad. En el marco de la teoría de las metapoblaciones cada una de estas características puede resultar de procesos que operan tanto en la escala de la población local como en la metapoblación (Foley 1997).

Metapoblación: Es el conjunto de poblaciones locales interconectadas por procesos dispersivos (Hansky 1998, Hansky y Gilpin 1997, Stacey *et al.* 1997). Las metapoblaciones tienen

características tales como: tamaño, estructura, rango de distribución espacial, y principalmente conectividad entre las poblaciones locales. Esta última característica es decisiva y remite al flujo dispersivo que tiene lugar entre las poblaciones locales que ocupan distintos hábitats particulares (Stacey *et al.* 1997). Estos procesos dispersivos ocurren por los movimientos de uno o más individuos entre los distintos hábitats (Wiens 1997, Ims y Yacoz 1997), y de acuerdo a su intensidad da lugar a diferentes procesos microevolutivos y de diferenciación genética (Hansky y Simberloff 1997, Barton y Whitlock 1997). La metapoblación es una unidad evolutiva que por sus propiedades emergentes da lugar a procesos evolutivos en su nivel, controlados principalmente por la dinámica de extinción y colonización de ambientes locales (Olivieri y Gauyan 1997).

Ocupación: Es la manifestación arqueológica del uso residencial homínido-humano de un lugar, que puede variar en su escala espacial, durante un episodio singular y continuo. Cada ocupación tiene cualidades materiales, espaciales y temporales propias, que son el resultado de las conductas de uso del espacio, descarte arqueológico y modificación cultural del entorno; y principalmente de los factores determinantes de su duración -ver Deward y McBride 1992. Generalmente cada ocupación se corresponde con el descarte arqueológico temporalmente promediado en el nivel supraindividual, tal como el grupo o la población local en su rango de distribución.

Tradición: Refiere a un continuo temporal de formas filogenéticamente relacionadas por la herencia cultural (O'Brien y Lyman 2000). La heredabilidad cultural es un resultado de la transmisión social de información, cuyos efectos se expresan en el nivel de la población (Boyd y Richerson 1985, Durham 1991, Bettinger 1991). La tradición es una unidad para el estudio del pool cultural poblacional, en relación con la formación y evolución de linajes entre formas ancestrales y derivadas. De la historia ocupacional de lugares, definidos en distintas escalas, y de la historia cultural de sus poblaciones, resulta la evolución de tradiciones, por mecanismos de transmisión cultural, selección y deriva, entre otros -ver O'Brien y Lyman 2000.

Tipo Histórico: Refiere a una clase de artefactos, definida intencionalmente (O'Brien y Lyman 2000) en términos de estados de atributos culturalmente hereditarios característicos, y que observa una distribución discreta en el continuo temporal. Estas unidades constituyen herramientas para el estudio de linajes culturales y tradiciones, en tiempo y espacio. Como toda clase (Dunnell 1971) son construcciones analíticas, por lo cual no son "reales" en términos empíricos (Ford 1954, Teltser 1995). Pueden servir como cronómetros cuando su posición temporal es conocida, por medios independientes a los que sirvieron para su creación (Lyman y O'Brien 1999, O'Brien y Lyman 2000). Los tipos, así definidos, pueden presentar variación geográfica por los efectos de la transmisión cultural, la selección natural, o la deriva, dando lugar a *variedades*. La noción de tipo es equivalente a la noción biológica de género y la *variedad* a la noción de especie -ver O'Brien y Lyman 2000:287.

8.1- Principales Características de las Unidades Teóricas

Hay que remarcar que Metapoblación y Población Local son dos unidades en una jerarquía de distinta escala de inclusión de organismos individuales. Estos últimos también constituyen unidades teóricas, pero de menor nivel-ver Wilson 1999. Desde una perspectiva arqueológica estas dos unidades son útiles para estudiar procesos de evolución biocultural humana, que tienen lugar en el marco de procesos dispersivos, tales como la colonización de ambientes, la extinción local y la recolonización.

Es importante señalar, que a los fines arqueológicos, además de las propiedades biológicas de las poblaciones estructuradas en metapoblaciones, se deben considerar las propiedades culturales que estructuran grupos (Boyd 2002). En Arqueología Evolutiva, este acercamiento se lleva a cabo considerando la dinámica de evolución de rasgos culturales (Lipo *et al.* 1997, O'Brien y Lyman 2000).

Aquí el pool cultural, en la escala de la población local o en la escala de la metapoblación, evoluciona por mecanismos de transmisión cultural. Estos pueden generar procesos de divergencia cultural entre subpoblaciones y procesos de selección de grupos, aún cuando la conectividad biológica entre subpoblaciones es alta (Boyd y Richerson 1985, Soltis *et al.* 1995). Por esta razón son importantes las unidades teóricas centradas en el descarte material producido por el uso humano del espacio, informativas de la transmisión de variación cultural. Este es el rol de la Tradición y los Tipos Históricos.

En cuanto a la Ocupación, son apropiados los análisis de comportamiento óptimo, basados en la toma de decisión adaptativa sobre registros promediados, representativos de la ocupación humana de un ambiente. Son adecuados para esto los trabajos basados en la medición de la variación en la amplitud de la dieta - ver ejemplos en Bettinger (1991), Broughton y Grayson (1993), Grayson y Delpech (1998) entre otros. Las historias de ocupación tienen por resultado la formación de registros arqueológicos más inclusivos, de diferente naturaleza, en términos de diversidad, densidad, distribución, escala espacial e historia cultural -ver Dunnell 1992:33. El análisis ecológico evolutivo de la diversidad de conductas en la historia ocupacional, permite analizar la variación temporal en la adaptación fenotípica contingente, con las propiedades dinámicas del entorno adaptativo, tal como lo demuestran los trabajos de Parry y Kelly (1998), Broughton y Grayson (1993) y Broughton (1994), entre otros. Esto permite discutir tanto procesos selectivos que operan en el nivel de los nichos humanos, como procesos selectivos que operan en el nivel de las tecnologías. Ambos pueden operar simultáneamente -ver Capítulo 5.

Finalmente, en términos seleccionistas la historia de ocupación, en el nivel de la población, puede generar nuevas presiones de selección natural, derivadas de la modificación del entorno adaptativo, y conducir la evolución de adaptaciones a estas presiones selectivas particulares. A este proceso se le ha denominado *construcción de nicho* (Laland *et al.* 2001). El concepto de Ocupación es útil en el análisis arqueológico de estos procesos, porque permite inferir los cambios culturalmente guiados del entorno selectivo, durante lapsos transgeneracionales de uso humano de un ambiente.

Como puede apreciarse cada una de las unidades teóricas aquí tratadas son de un alto grado de abstracción. El empleo exitoso de las mismas depende del uso de "unidades observacionales" arqueológicas válidas para su discusión en hipótesis de investigación concretas. Aquí es crítico la correspondencia entre las unidades teóricas y las unidades observacionales. Este es el tema del siguiente apartado.

9- Taxonomía de las Unidades Observacionales de la Arqueología del Valle de SAC.

Nuestra investigación se lleva a cabo mediante una serie de unidades observacionales para el tratamiento de la evidencia empírica, con el propósito de generar inferencias en relación a las unidades teóricas de análisis y considerando las particularidades de la investigación (Muscio 1996, 1998-1999). Estas unidades son: *paisaje arqueológico zonal*, *paisaje arqueológico sectorial*, *fracción sitio*, *componente*, *especimen*, y *atributo* de los especímenes.

La Tabla 3.2 presenta las unidades que proporcionan el lenguaje observacional del trabajo de investigación. Su diseño constituye una taxonomía de agregados de evidencia arqueológica, en niveles decrecientes de inclusión. Aquí la *inclusividad* define el alcance de la variación medida y descripta por cada unidad (Ramenofsky y Steffen 1998). En el marco del estudio de los paisajes arqueológicos, las escalas espaciales adoptadas para su definición sigue la propuesta de Delcourt y Delcourt (1988), modificada por Hugget (1995) -Tabla 3.3.

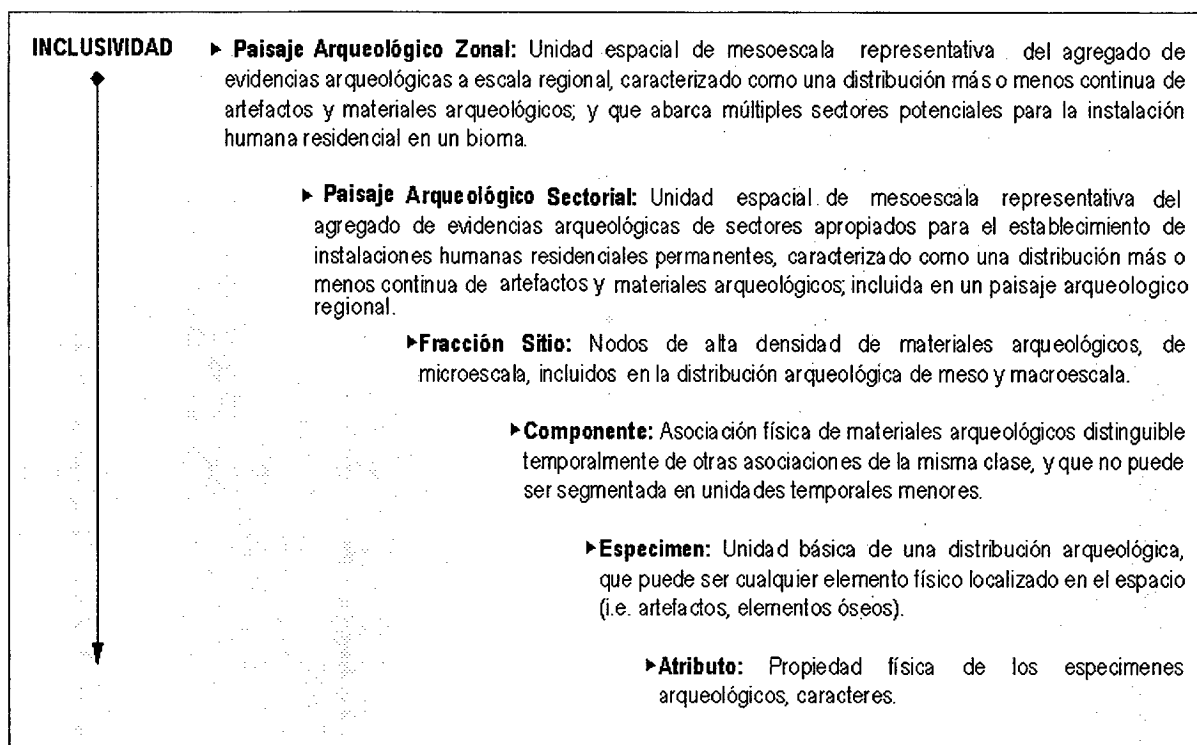


Tabla 3.2: Taxonomía de las Unidades Observacionales de la Arqueología del Valle de SAC. Cada unidad representa agregados de evidencia arqueológica en niveles de mayor a menor inclusividad. En todos los niveles pueden segmentarse conjuntos o subconjuntos a partir de criterios de agregación no ambiguos.

Escala	Área aproximada Km ²
Micro -pequeña-	<10 ⁰
Meso -mediana-	10 ⁰ - 10 ¹ 10 ² - 10 ³ 10 ³ - 10 ⁴
Macro -larga-	10 ⁴ - 10 ⁵ 10 ⁵ - 10 ⁶
Mega -muy larga-	>10 ⁶

Tabla 3.3: Rango de Escalas Espaciales de los Paisajes Geoecológicos. Tomado de Hugget (1995:14)

La descripción más extensiva de las unidades observacionales presentadas en la Tabla 3.2 es la siguiente:

Paisaje arqueológico zonal: Es una unidad espacial de mesoescala representativo del agregado de evidencias arqueológicas a escala regional (Foley 1981), tomando a la región como el espacio que define un bioma (Hugget 1991). Esta unidad se caracteriza por constituir una distribución más o menos continua de evidencia arqueológica en el espacio (Dunnell y Dancy 1983). En razón de su densidad pueden distinguirse fracciones de registro de alta o baja densidad arqueológica, que por su situación pueden ser registros superficiales o enterrados (Dunnell 1992, Ebert 1992, 1993).

Paisaje arqueológico sectorial: Es una unidad espacial de mesoescala, que está incluida en un paisaje arqueológico regional, y que constituye el agregado de evidencia arqueológica cuyo dominio espacial depende de las propiedades ecológicas y físicas del entorno, que propician el establecimiento y la persistencia de hábitats humanos residenciales. Constituye una distribución más o menos continua de evidencia arqueológica en el espacio (Dunnell y Dancey 1983). En razón de su densidad pueden distinguirse fracciones de registro de alta o baja densidad arqueológica, que por su situación pueden ser registros superficiales o enterrados (Dunnell 1992, Ebert 1992, 1993)

Fracción Sitio: Es un epifenómeno de la operación de procesos culturales y naturales de transporte, depositación y acumulación de evidencia arqueológica de microescala, que se manifiestan empíricamente como nodos de alta densidad de artefactos (Dunnell 1992) y que están incluidos en un paisaje arqueológico regional -ver Nielsen *et al.* 1997.

Componente: Es la asociación de evidencia arqueológica de la fracción sitio que puede ser temporalmente distinguible de otras asociaciones de la misma clase, pero que a su vez no puede ser subdividida en unidades temporales menores (Dewar y McBride 1992:231). Por esta razón cada componente ocupa un único lapso temporal, pudiendo ser el producto de una sola ocupación -ver definición *supra*- por ejemplo de duración transgeneracional, o por la superposición de varias ocupaciones

Espécimen: Es la unidad empírica básica de la estructura distribucional en las distintas escalas de análisis espacial (Foley 1981, Dunnell 1992) y puede ser cualquier elemento arqueológico discreto, tal como los artefactos, los elementos óseos, y las estructuras arquitectónicas -superartefactos- (*sensu* Chang 1992), entre otros elementos. El espécimen tiene localización espacial en una distribución y relaciones de asociación en un contexto sedimentario. Son las unidades empíricas básicas para la construcción de agregados más inclusivos.

Atributo. Es cualquier propiedad física de los especímenes, elegidos y definidos operativamente a partir de intereses particulares de investigación, que sirven para particionar la variación presente en los especímenes, con el fin de la construcción de clases en la sistemática arqueológica. También se denominan caracteres (Dunnell 1971).

Finalmente los términos *conjunto* y *subconjunto* se emplean operativamente para denotar agrupaciones de evidencia empírica en cualquier nivel de la taxonomía. Estas unidades se definen mediante criterios no ambiguos de inclusividad (Dunnell 1971). Este es el caso del registro arqueológico de cada unidad de excavación, prospección o recolección; tales como los conjuntos cerámicos, faunísticos, líticos, arqueobotánicos y sedimentológicos, que constituyen los principales conjuntos analizados en este trabajo. Otras agrupaciones pueden ser los conjuntos de componentes, útiles para resolver problemas en historias de ocupación de escala espacial amplia.

9.1- Principales Características de la Taxonomía de Unidades Observacionales

En la taxonomía de unidades observacionales a excepción de los especímenes, que están en la base de la jerarquía, el resto de las unidades son de tipo ideacional, es decir deliberadamente construidas para fines específicos de carácter principalmente descriptivo de la variación arqueológica. Por lo tanto constituyen unidades ideacionales descriptivas -ver *supra*-. Para su definición se consideraron lineamientos teóricos. Principalmente con relación a la naturaleza de la distribución espacial de los hábitats potenciales para el establecimiento de ocupaciones humanas y de las propiedades de los rangos poblacionales, como una función del uso extensivo o intensivo del espacio, tomando como base a la adaptación económica y a las estrategias de movilidad en distintas escalas espaciales. Esto tiene el propósito de generar unidades observacionales con alto grado de correspondencia con las unidades teóricas.

Desde un punto de vista ecológico, virtualmente todo espacio es heterogéneo y compuesto de distintos ecosistemas interactuantes, en las distintas escalas de resolución espacial. Esta variación de los elementos físicos y bióticos del espacio se expresa en la estructura del mosaico ecológico, donde los límites entre *patches* pueden ser gradientes, o discontinuidades muy marcadas (Wiens 1997). Desde la perspectiva de la metapoblación un *patch* es un espacio con los recursos necesarios para el establecimiento de poblaciones locales, y es sinónimo de hábitat local (Hansky y Simberloff 1997:10). En este marco es también crucial el modo característico con el cual las especies perciben la variación espacial, y que se relaciona, entre otras cosas, con el tamaño de los organismos y las adaptaciones económicas y reproductivas (Brown 1995). Como generalidad, las áreas usadas por los humanos se presentan en *patches* con límites marcados -fragmentos- (Wiens 1997); en escalas que varían de acuerdo a parámetros ecológicos y físicos que se manifiestan en las adaptaciones económicas y en las tácticas de uso del espacio (Kelly 1983,1995, Butzer 1985, Staffod y Hayek 1992). En términos arqueológicos este uso heterogéneo del espacio junto con la dinámica ocupacional (Deward y McBride 1992) lleva a la formación de agregados de evidencia arqueológica con una distribución heterogénea, cuyos patrones requieren análisis en distintas escalas (Ebert 1992, 1993, Lanata 1996). Sobre la base de la heterogeneidad espacial se ha planteado que el registro arqueológico, como distribución artefactual del presente (Dunnell1992), tiene tres propiedades principales: *densidad, diversidad y distribución* (Lanata 1997). Considerando la naturaleza *geoecológica* (*sensu* Huggett 1995) de estas distribuciones materiales, los mecanismos causales que afectan sus propiedades pueden variar en relación directa con las múltiples escala de análisis, desde la microescala a la macroescala.

En esta perspectiva el paisaje arqueológico zonal es un resultante de procesos de historia ocupacional y tafonómica que operan a escala regional (ver Borrero 2001-a), y en la escala temporal de largo plazo -intergeneracional o evolutiva. En situaciones de poblamiento humano donde el rango de distribución de la población local es grande, debido a una estrategia predatoria de alta movilidad residencial entre hábitats transitorios, basada en un uso *extensivo* del espacio, los patrones arqueológicos detectables a escala regional, reflejan el descarte arqueológico en el nivel de la población evolutiva local. En consecuencia el paisaje arqueológico zonal brinda información acerca del registro fósil de la ocupación humana a escala regional y en el nivel de la población local. Esto puede investigarse mediante metodologías orientadas al estudio de los patrones de distribución arqueológica en la mesoescala y al estudio de los rangos humanos. Es de esperar que la extensión del rango poblacional varíe según la latitud, la productividad primaria, la distribución, la accesibilidad de los recursos y la densidad poblacional (Kelly 1995, Borrero 2001-a). De tal manera, la elección de unidades espaciales amplias para definir las zonas de muestreo, puede realizarse sobre la base de las propiedades del paisaje ecológico en la escala del bioma (Butzer 1985), y considerando los factores que pudieron operar en la selectividad de hábitats humanos para un bloque temporal determinado (Borrero 2001-b, Steele 2002). Para el caso aquí analizado la escala ecológica más inclusiva abarca el bioma de desierto de altura puneño (Muscio 1998). La unidad zonal de muestreo de este ambiente, comprende un espacio de mesoescala de alrededor de 1500 km², abarcando el Valle de San Antonio de los Cobres -ver Capítulo 4. De esta propuesta se deriva que el estudio comparativo de los patrones emergentes del análisis de diferentes distribuciones zonales, representativas de diferentes biomas o espacios ecológicamente diferenciados como los ecotonos, permite discutir procesos en la escala más inclusiva de la metapoblación. Esto lleva al análisis del registro arqueológico en la macroescala. Este análisis sobrepasa los intereses de investigación de este trabajo, aunque es clave para estudiar la adaptación humana y la operación de la selección natural resultante de la ocupación humana de diferentes ambientes, tales como los desiertos de tierras altas y las yungas subtropicales (Muscio 1998).

Por otra parte, cuando la movilidad humana es reducida, como consecuencia de estrategias económicas que implican un uso más intensivo del espacio, el rango de distribución espacial de la población local y su descarte arqueológico también son reducidos en extensión (Kelly 1992). Particularmente cuando

predomina el sedentarismo, definido como la estabilidad residencial, (Nelson 1999), ligado a estrategias de producción de recursos altamente localizadas en ambientes de microescala, como la agricultura (Butzer 1985). En este caso, los agregados arqueológicos de unidades espaciales de mesoescala, que capturan el mosaico ambiental propicio para la instalación humana permanente –principalmente presencia de agua, suelos favorables para la agricultura, y pasturas para rebaños- son adecuados para discutir procesos en el nivel de la población local. El paisaje arqueológico sectorial es la unidad observacional orientada para estudiar estos fenómenos.

La extensión espacial de estas unidades, es una decisión instrumental que depende de las particularidades ecológicas y físicas del entorno. Particularmente de la textura topográfica del paisaje y sus propiedades bióticas y abióticas que definen distintos geoambientes en el interior de un bioma (Hugget 1995). En el Valle de SAC, estas unidades abarcan espacios del orden de los 300 Km² -ver Capítulo 4 – captando el mosaico de ambientes propicios para la instalación humana residencial, y la variación en la distribución de los recursos en los sistemas de cuencas y quebradas (Muscio 1998-1999). Estas unidades arqueológicas brindan información en el nivel de la población local siempre que el poblamiento humano ocurra a partir de la estabilidad residencial y con estrategias de movilidad reducida, implementadas desde un lugar central de uso permanente. Este sería el caso de las economías productivas en el Temprano que constituyen el tema de investigación. Es importante resaltar que el cambio de escala del rango poblacional, derivado de la estabilidad residencial, permite el estudio arqueológico de procesos en el nivel de la metapoblación a través del estudio integrado de los distintos paisajes arqueológicos sectoriales incluidos en la estructura arqueológica a meso y macroescala. Precisamente las evidencias de estabilidad residencial – sedentarismo- son claves en esta línea de investigación.

En cuanto al componente, la resolución temporal de estas unidades y la inferencia de su historia ocupacional son aspectos metodológicos que dependen de los instrumentos de medición temporal -i.e. ¹⁴ C, TL, o los tipos históricos de artefactos que funcionan como cronómetros (*sensu* Ford 1938, 1949, 1954; Lyman y O'Brien 1997, 2000), entre otros. En estos términos la sucesión de componentes posibilita el análisis de linajes y tradiciones culturales, asociados con la historia de ocupación -ver Dunnell (1992), (1995). Es importante destacar que el componente es la expresión empírica de la historia de ocupación (Dewar y McBride 1992:231). De tal manera esta unidad observacional se utiliza para generar inferencias con relación a la ocupación -unidad teórica. La distribución espacial de los componentes es el resultado primario de los factores que controlan la temporalidad, y fundamentalmente la dinámica de las ocupaciones humanas de hábitats particulares. Por ejemplo, el establecimiento de un ecosistema humano en un lugar particular puede en un momento responder a la oferta de humedad localizada y suelos aptos para la agricultura, y dejar de ser viable conforme aumenta el tiempo de ocupación del hábitat por la degradación ambiental antrópica -ver Butzer (1985). Esto último afecta notablemente a las adaptaciones agrícolas de ambientes áridos -ver Redman (2000). El estudio empírico de estos fenómenos se realiza a partir de los componentes y en el marco de los estudios paleoambientales pertinentes.

Finalmente en esta propuesta las unidades observacionales de menor nivel jerárquico son el espécimen, y luego el atributo. El primero es la unidad estrictamente fenomenológica. Los especímenes son los elementos básicos de un paisaje arqueológico, que tienen localización espacial y temporal características, y fundamentalmente variación (Dunnell 1992). Estas son las unidades a partir de las cuales se realiza la construcción de unidades más inclusivas para el estudio de la variación en los distintos niveles de observación. En este marco, los atributos, aunque forman parte de los especímenes no son unidades fenomenológicas, sino construcciones ideacionales hechas para medir la variación de los especímenes. Este es el caso de los atributos elegidos para la construcción de los tipos históricos orientados al análisis de la filogenia cultural, o de los rasgos métricos y no métricos utilizados en zooarqueología, para la clasificación de especies en un registro fósil o para el estudio de sus propiedades tafonómicas (Lyman 1994).

La estructura jerárquica de las unidades observacionales aquí presentada tiene implicancias en términos inferenciales. La información que puede obtenerse mediante el empleo de unidades observacionales de un determinado nivel no es simétrica con respecto a la de otros niveles de análisis. Es decir que cada unidad tiene una escala de resolución y sirve para generar inferencias en esos niveles. Sin embargo, mediante argumentos apropiados, en términos de validez conceptual y empírica, es posible utilizar métodos agregativos de evidencias para realizar inferencias de niveles observacionales inferiores a niveles superiores, tal como el paisaje arqueológico zonal o sectorial, y discutir aspectos en el cual las unidades teóricas de análisis son la población o la metapoblación.

Antes de avanzar en el último punto de este capítulo, es conveniente abordar una cuestión clave: la diferenciación sustantiva entre la Arqueología Evolutiva y la Escuela Americanista Histórico Cultural, ya que la reivindicación aquí planteada de algunas de las unidades de análisis desarrolladas por esta escuela podría llevar confusiones sobre este aspecto.

10 -La Arqueología Evolutiva No es una Versión Actualizada de la Escuela Histórico Cultural

En las secciones precedentes hemos defendido la utilidad de un conjunto de unidades arqueológicas y de procedimientos de construcción de datos, que fueron elaborados tempranamente en la historia de la arqueología, por la Escuela Americanista Histórico Cultural. No obstante la utilidad de estas unidades y procedimientos, principalmente la de aquellos orientados al estudio de filogenia cultural, la Arqueología Evolutiva no constituye una versión renovada de esta escuela teórica. Sintéticamente en este apartado señalamos las principales diferencias entre ambas perspectivas, según nuestro criterio.

La Arqueología Evolutiva es un paradigma nuevo, basado en el materialismo histórico Darwiniano. Precisamente, el materialismo, derivado de la concepción seleccionista del cambio evolutivo, es la mayor diferencia con la Escuela Americanista Histórico Cultural, ya que es la antítesis del *idealismo* o normativismo sobre el que se sustentó la mayoría de las explicaciones de esta escuela (Binford 1968). El materialismo histórico Darwiniano, se asienta en el principio de selección y se expresa fundamentalmente en la dimensión económica de la evolución (Eldredge 1989, Winterhalder 2001a y b), la cual se traduce en la competencia como el principal factor selectivo (Foley 1995). Así, las concepciones normativas *como causas últimas* para explicar el cambio no tienen lugar en el Darwinismo. Para atender a la dimensión económica de la evolución son cruciales los modelos de la Ecología del Comportamiento Humano (Smith y Winterhalder 1992, Boone 1998), orientados a esclarecer el rol del entorno adaptativo en la explicación de los patrones arqueológicos (Winterhalder 2001a y b), y su vinculación con mecanismos específicos que afectan a la dinámica evolutiva humana de largo plazo, incluyendo mecanismos culturales de selección (Muscio 2002).

Otro aspecto relevante que diferencia a la Arqueología Evolutiva de la perspectiva Histórico Cultural, es la construcción de modelos específicamente diseñados para explicar patrones de cambio en escalas temporales arqueológicas. Esto resulta del reconocimiento de la inadecuación de la perspectiva etnográfica, que dominó la concepción de los mecanismos invocados por la escuela Histórico Cultural, para explicar el cambio, y que fue advertida por la Nueva Arqueología (i.e. Flannery 1976a y b, Binford 1981, 1983). En este sentido, conceptos tales como difusión, migración y reemplazo cultural, fueron aplicados al registro arqueológico sin ninguna preocupación por las escalas propias de la arqueología (Lyman *et al.* 1997-a y b).

La Arqueología Evolutiva, a partir de los conceptos de transmisión cultural, toma de decisión racional y selección natural, está orientada a explicar dinámicas de cambio no equivalentes a las observadas etnográficamente. Si bien el concepto de cultura es un elemento clave, dado que aporta la

base para los estudios de filogenia cultural, su concepción como información socialmente transmitida que afecta al fenotipo (Boyd y Richerson 1985), es fundamentalmente dinámica. Por esta razón, la noción de “cultura arqueológica” es inadecuada en Arqueología Evolutiva, dado que asume un concepto estático de la cultura, basado en la etnología para su definición, y totalmente ajeno a las nociones Darwinianas de emergencia de variación *de novo*, heredabilidad y dinámica de la información cultural. En esta línea algunos teóricos han propuesto al *meme* (*sensu* Dawkins 1982) como la unidad de heredabilidad (i. e. Durham 1991, Neff 2001), pero debido a lo controversial de esta unidad -ver Boyd y Richerson 2000-, la Arqueología Evolutiva se ha centrado en el estudio de rasgos culturales, sin especificar ninguna unidad elemental de heredabilidad. Estas unidades, que pueden ser definidas sin ambigüedad a partir de la sistemática arqueológica basada en caracteres (O’Brien y Lyman 2000), tienen además la ventaja de poder ser tratadas algebraicamente como alelos, en la formalización de los mecanismos y procesos de cambio evolutivo (Boyd y Richerson 1985, Neiman 1995).

Los argumentos presentados en contra de la noción de cultura arqueológica son también válidos para excluir de la agenda evolucionista el concepto de “Área Cultural”, que es clave en la Escuela Americanista Histórico Cultural. Sin embargo, estas críticas no implican que en Arqueología Evolutiva como en Paleobiología, no tengan importancia los estudios de la variación geográfica de caracteres y otras unidades taxonómicas. Precisamente el análisis cladístico, y la noción de variabilidad neutral y funcional permiten estudiar la dimensión espacial de la dinámica evolutiva en arqueología (O’Brien y Lyman 2000, 2002). En estos términos son apropiados los tipos históricos, como unidades taxonómicas *que no definen a una cultura arqueológica*, sino a unidades culturales que evolucionan en linajes hereditarios y en tradiciones espacial y temporalmente acotadas. Es muy importante remarcar que estos procedimientos no conducen a plantear “áreas nucleares” de complejos culturales, y zonas marginales a las mismas; sino espacios más o menos heterogéneos de distribución de variantes culturales filogenéticamente relacionadas, y que cambian en la dimensión temporal.

El concepto de áreas nucleares, y todos sus derivados, son resabios del modelo etnológico de cultura y de la aplicación de modelos etnohistóricos, que todavía dominan buena parte de la construcción de las narrativas explicativas en la arqueología andina, a pesar de los esfuerzos que se hicieron para superarlos (i.e. Olivera 2001, Hernández Llozas 2001, Nielsen 2001). Esta perspectiva obstaculiza el estudio de la variabilidad de procesos evolutivos en la escala local. Como ejemplo de su aplicación puede citarse el trabajo de síntesis de arqueología andina de Richardson (1994), entre muchos otros.

Finalmente otro aspecto no menos relevante que diferencia ambas perspectivas es el razonamiento inductivo que domina en la Escuela Americanista Histórico Cultural a la construcción de las unidades de análisis. En Arqueología Evolutiva este procedimiento no tiene lugar, ya que las mismas siempre se derivan deductivamente del materialismo Darwiniano –ver especialmente Dunnell (1995) y Lyman y O’Brien (2000). Mas precisamente, la Arqueología Evolutiva es un paradigma materialista que hace uso de algunas de las herramientas teóricas construidas por la escuela Americanista Histórico Cultural y también por la Paleobiología, pero tomando el legado principal de la Nueva Arqueología: es decir la construcción de metodologías científicas que permitan dejar al descubierto cuando las explicaciones esgrimidas acerca del pasado son equivocadas (Muscio 2002).

De tal manera la Arqueología Evolutiva no es una versión mejorada de la Escuela Americanista Histórico Cultural, aún reconociendo sus logros. Habiendo establecido este punto en el acápite siguiente se desarrollan las particularidades del diseño de investigación de este trabajo.

10- Acerca del Diseño y la Metodología de Investigación.

Sin embargo, dado que el universo ha evolucionado de un modo singular, podríamos esperar que las capacidades de razonamiento que la selección natural nos ha dado, sigan siendo válidas en nuestra búsqueda de una teoría unificada completa, y no nos conduzcan a conclusiones erróneas.
S. W. Hawking (1988:31)

En esta sección se sintetizan los principales procedimientos de investigación de este trabajo doctoral. Antes de avanzar en la discusión de este diseño, es importante remarcar que en la perspectiva aquí adoptada, el estudio del caso arqueológico en particular, está al servicio del objetivo más general de construcción de Teoría Evolutiva. Esto se fundamenta en que la Arqueología Evolutiva constituye un campo de investigación, que a partir del registro arqueológico contribuye, junto con otras ciencias, en el entendimiento de los fenómenos de cambio evolutivo, mediante la construcción de teoría para explicarlo. En esta agenda programática es central la aplicación de la Teoría Darwiniana al estudio de casos particulares, de distintos campos fenomenológicos más allá del biológico (Cronk 1999). Un aspecto a destacar de esta perspectiva es que el trabajo teórico principal no está dirigido a la construcción de teoría para el registro arqueológico, sino a la construcción de unidades ideacionales para el estudio de fenómenos evolutivos en escalas arqueológicas, mediante modelos (*sensu* Wintherhalder 2000). El rol del estudio de los procesos de formación del registro arqueológico, como registro fósil, es crucial para la validez de las inferencias acerca de las propiedades de las unidades de cambio analizadas y discutidas en los modelos (O'Brien y Lyman 2000). Así, estudios como la tafonomía (Borrero 1993, Lanata 1995 Lyman 1995) son de alta prioridad en Arqueología Evolutiva pero no son independientes de su agenda de investigación. Esto no implica que tales áreas de investigación no posean un cuerpo teórico propio.

La Figura 3.1 esquematiza, en un diagrama de flujo, los procedimientos del proceso de investigación arqueológica en el Valle de SAC. Se incluyen los procesos de construcción de teoría, modelos, deducción de hipótesis, construcción de unidades teóricas, construcción de datos, construcción de unidades observacionales, los procedimientos de obtención de muestras y análisis, y de control de calidad de resultados; y los procesos de inferencias y contrastación de hipótesis. Sintéticamente, el diseño consiste en la deducción de hipótesis de trabajo a partir de modelos evolutivos. La Teoría Evolutiva ocupa el nivel más alto de abstracción y jerarquía, y conceptualmente es una estructura de referencia que cambia y evoluciona con la incorporación de los resultados de la investigación. Los modelos utilizados en esta investigación abarcan los desarrollos teóricos de la Ecología Evolutiva Humana (Smith y Winterhalder 1992), la Teoría de la Transmisión Cultural (Cavalli Sforza y Feldman 1983, Boyd y Richerson 1985, Durham 1991), la Teoría de las Metapoblaciones, y la Teoría de Filogenia Cultural (O'Brien y Lyman 2000). Estos modelos son de nivel medio entre las observaciones empíricas y la teoría general (Smith 2000).

Las hipótesis de investigación son resultados de procesos deductivos y en el diagrama están representados con el ícono que expresa esta identidad. En este trabajo la construcción de estas hipótesis también se realizó a partir de observaciones etnográficas llevadas a cabo entre sociedades de pastores y agricultores de la Puna de Salta. El trabajo actualístico fue teóricamente guiado en el marco de modelos Darwinianos de optimización y transmisión cultural (Muscio *et al.* 2001, Gómez y Azcune 2002, Muscio 2002), y fue entonces enteramente dependiente de la teoría general (O'Connell 1995). En el diagrama esto se indica como un procedimiento o proceso.

En este diseño el registro arqueológico se concibe como la porción del dominio fenomenológico a explicar, y ocupa el nivel de menor abstracción teórica, donde lo único real es su variación (Dunnell 1995). Este aporta el dominio empírico para el estudio de patrones y procesos a explicar en términos evolutivos. En el diagrama esto se indica por su lugar en la jerarquía, expresando un fenómeno cuyas características percibidas dependen y varían en relación con las unidades observacionales utilizadas para su estudio. Sobre esta base la construcción de datos se realizó a partir de los siguientes procedimientos:

-Obtención de Muestras: Se realizó por prospección y relevamiento superficial y por excavación. En esta instancia se relevaron transectas superficiales, y se excavaron unidades de muestreo en sitios. También se efectuó el relevamiento y confección del plano de las plantas arquitectónicas, y el relevamiento de fuentes potenciales de materias primas líticas y de bancos de arcilla.

-Análisis de Laboratorio de las Muestras: En los conjuntos faunísticos se realizaron análisis taxonómicos y tafonómicos; en los conjuntos cerámicos análisis de seriación de frecuencias, covariación de rasgos métricos y composición de pastas; en los conjuntos líticos análisis de diversidad de clases; y en los conjuntos arqueobotánicos análisis de determinación taxonómica. Estos estudios se complementaron con las determinaciones radiométricas y el análisis de la resolución temporal de cada registro estudiado.

-Control de la Calidad de Los Datos: En la instancia de construcción de datos tuvo lugar el control de calidad de los mismos, en términos de confiabilidad. Principalmente se evaluó el rol de los procesos de formación del registro arqueológico y la historia tafonómica de los conjuntos analizados, los procedimientos de muestreo, la representatividad estadística de las observaciones y los errores de medición. La información así tratada sirvió para inferir propiedades, patrones y procesos; y constituye la base para la contrastación de las hipótesis de investigación de este trabajo.

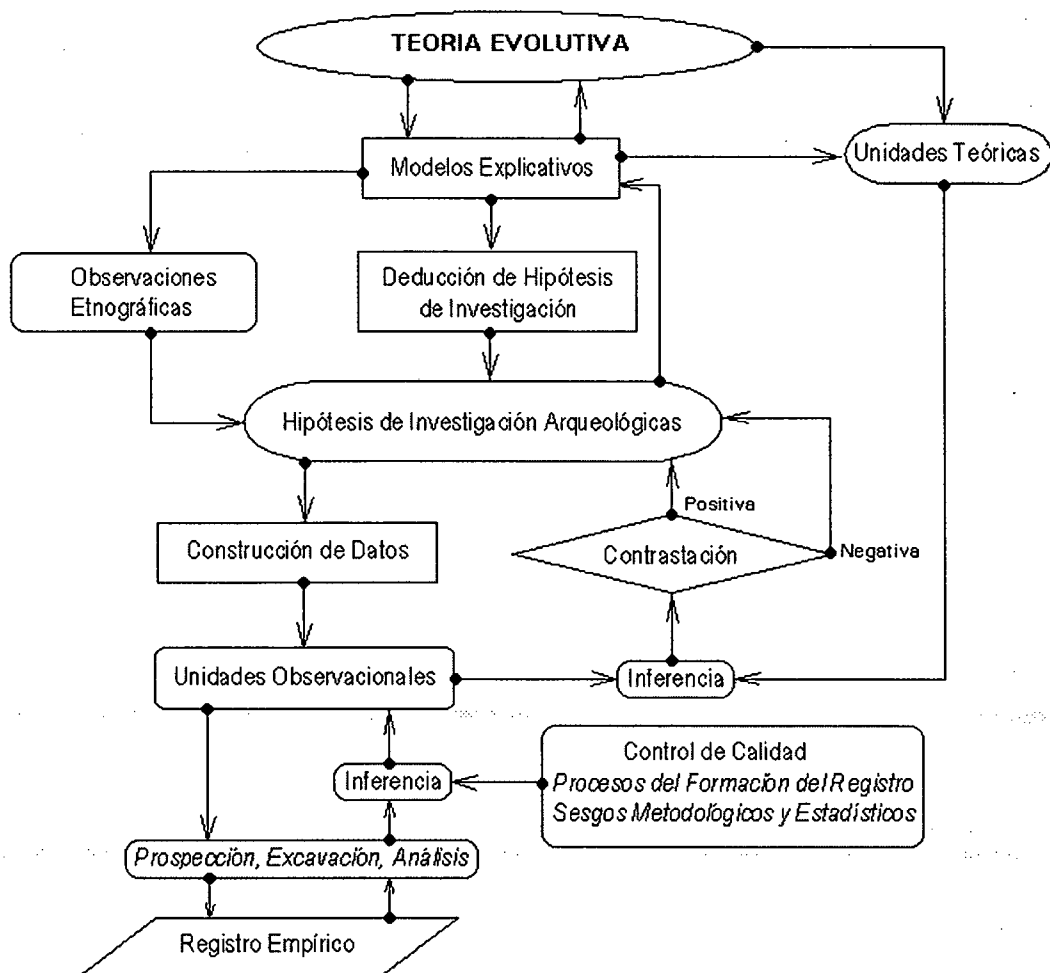


Figura 3.1: Diagrama de Flujo de los Procedimientos de Investigación Arqueológica Evolutiva en el Valle de SAC.

Como muestra el diagrama de la Figura 3.1, las propiedades y procesos inferidos de las unidades observacionales, intervienen luego en un proceso de inferencias de las propiedades y procesos atinentes a las unidades teóricas. Estas unidades teóricas también se derivan de modelos evolutivos, como ya fue destacado en secciones anteriores. Posteriormente, esta información inferida sortea el procedimiento de contrastación de hipótesis, el cual en este diseño es concebido como un proceso de *toma de decisión selectiva*. La toma de decisión implicada en la contrastación de hipótesis está guiada por la bondad de ajuste entre las conclusiones inferidas acerca de un registro arqueológico particular, obtenidas a lo largo de toda la cadena inferencial, y las predicciones de las hipótesis de trabajo. Los resultados de contrastación negativa y positiva de las hipótesis ascienden a los modelos teóricos y a la teoría general. Este procedimiento, operando recursivamente, mediante la replicación de casos de estudio, constituye un proceso genuino de selección de hipótesis y modelos, que robustece y brinda mayor persistencia a los modelos positivamente corroborados, elimina selectivamente de la Teoría General a los modelos defectuosos, de corroboración negativa o probabilísticamente inconsistentes, y estimula la creación de modelos nuevos sobre variaciones de los anteriores. Como se puede apreciar el diseño de investigación está basado en un marco epistemológico evolutivo seleccionista, en el cual las teorías científicas y las ideas con respecto a las propiedades del universo fenomenológico evolucionan de un modo Darwiniano (ver Popper 1967, Dennett 1995).

La aplicación de este diseño de investigación requiere de un trabajo arqueológico continuo y de gran extensión temporal en el estudio de casos, debido a que por su naturaleza las conclusiones robustas se obtienen a partir de una *secuencia* de procedimientos de contrastación de hipótesis, en un proceso de investigación de largo plazo. De tal modo este trabajo de tesis doctoral es una primera etapa en este proceso de largo plazo, que abarcó un lapso de trabajo de campo y laboratorio de cuatro años. En consecuencia los resultados obtenidos son instancias iniciales de contrastación de las hipótesis de investigación y de elaboración de hipótesis nuevas. El resto de los capítulos desarrolla las particularidades de este trabajo, comenzando con el estudio de las propiedades bióticas y abióticas del Valle de SAC, en el marco de las propiedades ambientales de la Tierras Altas de la Puna de Argentina, y en relación con los principales factores que inciden en las adaptaciones humanas con nichos de producción de alimentos. Este es el tema del siguiente capítulo.

CAPÍTULO 4

EL ÁREA DE ESTUDIO, PROPIEDADES FÍSICAS Y BIÓTICAS CON RELACIÓN A LAS ADAPTACIONES HUMANAS AGRÍCOLAS Y PASTORILES

1- El Ambiente Desde la Perspectiva Evolutiva

En este capítulo se analiza el ambiente físico de la Puna, y en particular del Valle de SAC, considerando las propiedades que pudieron afectar a la dinámica de evolución de las poblaciones humanas del Período Temprano. En términos evolutivos se estudia al ambiente como entorno selectivo. Más precisamente, el entorno o ambiente selectivo constituye el escenario en el cual las unidades evolutivas, definidas en cualquier escala y agregadas en poblaciones, interactúan entre sí y con elementos físicos y bióticos externos (Eldredge 1989). De esta interacción resultan las diferencias de *fitness* entre las unidades, que tiene por consecuencia la persistencia o la extinción de variantes y la modificación de su estructura poblacional. Esto caracteriza el proceso de *evolución selectiva*. De tal manera la investigación de procesos de evolución selectiva requiere del análisis de las propiedades del entorno, para identificar potenciales agentes de selección natural. Pero antes de pasar al análisis del ambiente puneño es importante presentar con mayor detalle los aspectos teóricos que lo guiaron.

En el nivel del organismo, los elementos del entorno con efectos potenciales sobre el fenotipo individual abarcan los constituyentes bióticos y abióticos del ambiente físico en distintas escalas temporales y espaciales. En las especies sociales es crucial la interacción entre individuos y grupos que genera diferentes dinámicas de adaptación, basadas en las propiedades sociales de la población (Boone 1992). Los organismos constituyen los actores del proceso evolutivo con características fenotípicas particulares. Las mismas son el resultado de la historia filogenética y de factores ambientales que operan durante todas las etapas de la ontogenia sobre el fenotipo; en el desarrollo tanto de caracteres físicos como de patrones de sociabilidad, y en el aprendizaje individual y social de pautas de comportamiento particulares (Durham 1991).

El punto crítico a destacar es que en las explicaciones seleccionistas del comportamiento es fundamental el análisis no normativo de las propiedades del entorno que afectan al fenotipo, ya que los organismos perciben la *variación* del ambiente en una variedad de escalas espaciales y temporales, especialmente en las locales y ecológicas, que son contingentes con la conducta (Foley 1995). Como señalan Winterhalder y Golland (1997) las descripciones del entorno basadas solamente en medidas de tendencia central, y no en su variación, son inapropiadas en el análisis seleccionista de casos etnográficos o arqueológicos.

La descripción normativa del ambiente responde a la perspectiva del "adaptacionismo ecológico", la cual es muy frecuente en arqueología y antropología (i.e. Johnson y Earle 1987, Campbell 1985, Binford 1983). En arqueología este enfoque es aplicado a una variedad de fenómenos, tales como la domesticación de plantas o animales, la aparición de nuevas tecnologías, el surgimiento de nuevos órdenes sociales, o las modificaciones en la movilidad humana, entre otros. Estos cambios son explicados como respuestas adaptativas al cambio ambiental modal, de alguna variable presumiblemente "clave". Entre las más típicas se suelen citar, la humedad, la temperatura y la demografía. Sin duda cada una de estas variables son importantes en términos Darwinianos (Foley 1995), pero la lógica adaptacionista no considera los efectos selectivos de estas variables –por ejemplo en la eficiencia económica- sino que las concibe como perturbadoras de estados de equilibrio sistémico. El razonamiento adaptacionista deposita la

explicación en las posibles ventajas de un conjunto de conductas a cambios ambientales modales. Tales ventajas son consideradas *adecuaciones* tendientes a mantener a los sistemas ecológicos -y a los ecosistemas humanos- en estados de equilibrio, respondiendo a una noción *timeless* del cambio (Dunnell 1989). En estos términos la causalidad del cambio está en la tendencia inherente de los "sistemas adaptativos" al equilibrio -la búsqueda de la *homeostasis* -ver Blumler 1996 para una reseña histórica de este concepto. En esta noción de la adaptación el cambio se concibe como transformación sistémica, como un *proceso* esencialmente no Darwiniano operando en el sistema adaptativo, como unidad de análisis. Para esta perspectiva, la selección natural no cuenta y la extinción selectiva de variación maladaptativa no tiene chance (Muscio 1999).

En el marco de investigación seleccionista, es crucial el análisis de los componentes ecológicos de un entorno adaptativo. En términos generales esto requiere del estudio de la *calidad* de los hábitats humanos, medida en términos de la relación costo-beneficio implicado en las conductas de uso humano de un espacio y sus recursos. En este punto conviene recordar la definición de hábitat. Este constituye el *patch* ocupado por una población local o deme (Hansky y Simberloff 1997). La función costo-beneficio de conductas particulares, depende tanto del contexto biótico y abiótico de los *patches*, como de la tecnología disponible en el nivel de la población. De tal manera, conforme aumentan los costos de explotar un *patch*, decae su calidad. En estos términos las tecnologías humanas forman parte del fenotipo que interactúa con el entorno de supervivencia y reproducción, siguiendo la lógica del fenotipo extendido (Dawkins 1982).

Entre los determinantes no tecnológicos de la calidad de los hábitats humanos son principales cuatro aspectos: distribución, abundancia, diversidad y predictibilidad de los recursos económicos de cualquier clase, incluyendo el espacio mismo (Clarke 1968). La heterogeneidad interna de los *patches* ofrece distintas alternativas de conducta, con diferentes consecuencias en términos de *fitness*. De esta heterogeneidad resultan las diferencias de calidad entre *patches*. Por otra parte, la variación temporal en diversas escalas de los elementos que componen los *patches*, lleva a una dinámica que afecta a la calidad de los mismos, y que puede tornarlos inapropiados para albergar poblaciones locales (Wiens 1997).

En las siguientes secciones caracterizamos a la Puna como un bioma de desierto de altura, con propiedades que imponen restricciones a las adaptaciones humanas. Para esto nos centramos en el análisis en la variación espacial y temporal de los elementos bióticos y abióticos, que más inciden en el establecimiento nichos económicos basados en la predación como en la producción de alimentos.

2- La Puna Como un Bioma de Desierto de Altura

La Puna de Argentina es una prolongación del Altiplano Andino, el cual se extiende desde el sur de Perú, abarcando también el oeste de Bolivia y sectores del norte de Chile. Las características topográficas, climáticas y biológicas de la Puna Argentina diferencian a esta región de áreas adyacentes. Las principales diferencias responden a su situación altitudinal: una extensa geografía elevada sobre los 3400 m/nm, sus condiciones de gran aridez, la marcada estacionalidad de las precipitaciones, y las fluctuaciones de temperatura y precipitaciones, en distintas escalas temporales, y con diferentes grados de magnitud (Muscio 1998). La estacionalidad se expresa en una estación húmeda -otoño e invierno- y una estación seca -primavera y verano-. Estas características de mesoescala operan selectivamente sobre la biota regional. Sobre esta base es apropiado considerar a la Puna como un ambiente ecológico particular, representativo de un *bioma* de desierto de altura. El concepto de bioma hace referencia a extensas regiones donde grupos específicos de plantas y animales, incluyendo poblaciones humanas, establecen nichos (Butzer 1985).

Como señala Aldenderfer (1998), desde el punto de vista de la biología humana los ambientes de altura, como los puneños, son aquellos hábitats localizados por encima de los 2.500 m/nm, dado que por encima de esta altitud los humanos sienten los efectos de la *hipoxia*. El uso residencial permanente de estos espacios se manifiesta por una serie de adaptaciones somáticas vinculadas con la menor disponibilidad de oxígeno aprovechable, que tiene consecuencias en el metabolismo basal de los individuos y que afecta las necesidades nutricionales y la capacidad de trabajo. De tal manera las poblaciones humanas de Tierras Altas se diferencian, en estos aspectos, de poblaciones de Tierras Bajas.

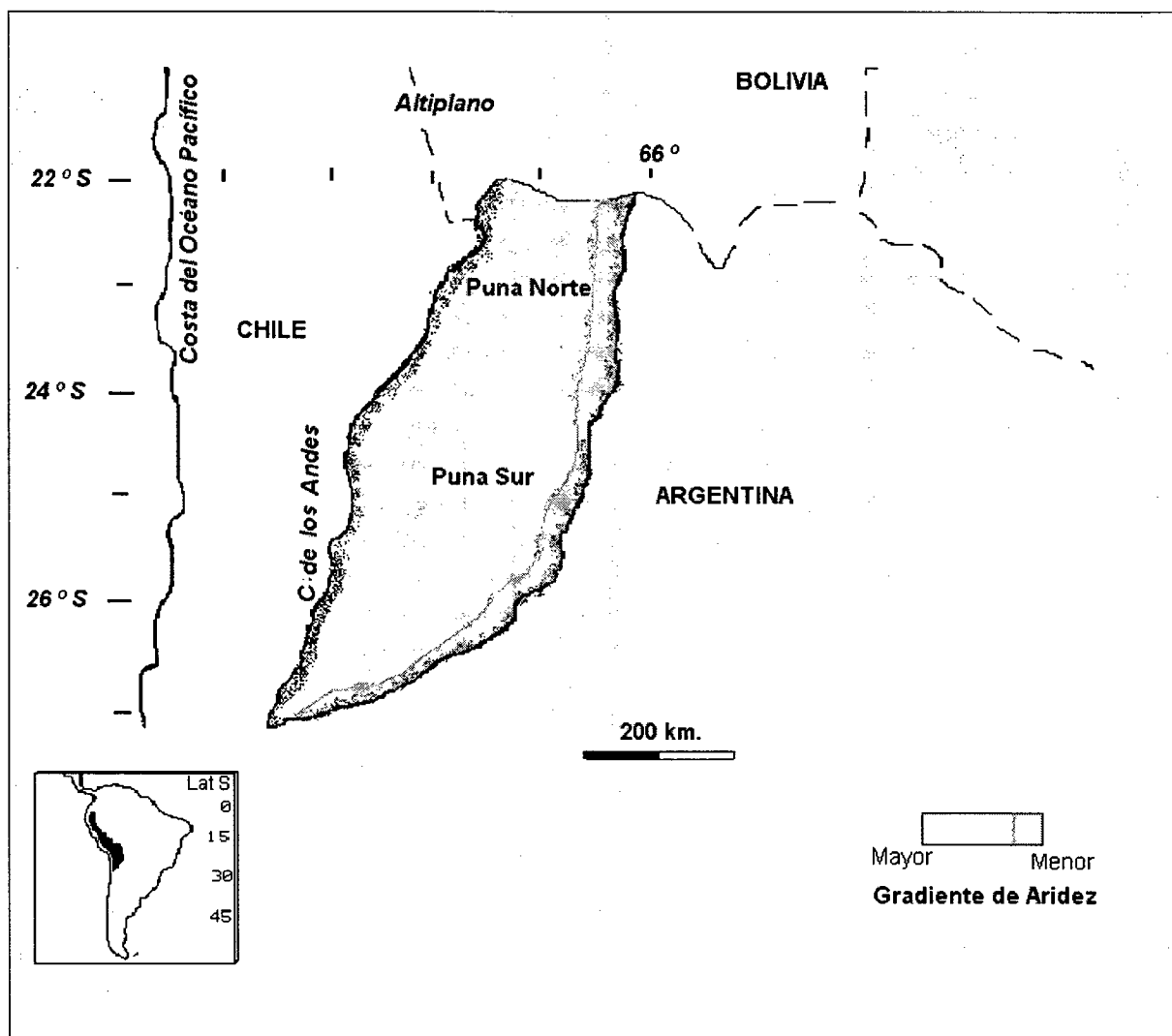


Figura 4.1: Puna Argentina, Sectorización y Gradiente de Aridez. Fuente: Muscio 1998:276 modificado a partir de Bianchi y Yañes (1992)

Desde lo geomorfológico la Puna Argentina constituye una planicie elevada, interrumpida por cordones montañosos y emplazada entre dos cordilleras principales, la Oriental y la Occidental Andina. La cordillera Oriental, a partir del Borde Oriental, da lugar a un gradiente altitudinal descendente que ofrece espacios de ecotono entre los ambientes de Puna y Prepuna y Valles Templados -Figura 4.1. La distribución del agua superficial está organizada por grandes sistemas de cuenca endorreicas, salvo en el sector de frontera argentino-boliviano con drenaje atlántico, tales como las cuencas del Río Grande de San Juan, y las de Yavi y Sansana. En escalas locales los sistemas hídricos están controlados por la estructura morfológica de pequeños valles y quebradas con cursos de agua permanentes o estacionales.

En estas escalas locales la presencia de manantiales, y oasis de altura con pastizales, forman las vegas, cuya dinámica está afectada por la permeabilidad de los suelos y las diferencias de relieve.

A partir de las diferencias en la aridez y la temperatura se distinguen dos grandes sectores, la Puna Sur, también denominada Puna de Atacama – más fría y seca - y la Puna Norte -con mayor humedad y temperatura relativa. Esta división se localiza en torno del paralelo de 24° LS.

Las diferencias de aridez se manifiestan en la mesoescala como un *gradiente altitudinal*, controlado por las precipitaciones, más abundantes en el borde oriental, y por la alta evapotranspiración, que aumenta con la altitud y que afecta el balance hídrico en todas las escalas espaciales. La media de precipitaciones no supera los 400 mm anuales en los sectores del borde oriental de la Puna Norte. Sin embargo, inmediatamente después del mismo las precipitaciones decrecen dramáticamente, presentándose amplias áreas con promedios del orden de los 100 mm –como el Valle de SAC- y también áreas hiperáridas con precipitaciones nulas (Muscio 1996,1998). Este gradiente altitudinal de aridez tiene por efecto la localización de los ambientes más fríos y secos en los sectores más occidentales de la Puna, o sectores de Puna Alta, donde las precipitaciones son inexistentes y la diversidad biológica es mucho menos abundante (Ojeda y Mares 1989). Estas diferencias ambientales se expresan en la composición florística y faunística de escala local, determinando una estructura marcadamente heterogénea de los paisajes puneños. En la Puna Norte la vegetación de arbustos –tolar- y de hierbas –pajonal- es más amplia. En la Puna sur hay más restricciones a la vegetación, mayor presencia de salares y zonas más amplias con cobertura vegetal nula. En el marco de esta heterogeneidad local, tanto las comunidades vegetales y animales muestran adaptaciones relacionadas con la aridez, las fluctuaciones meteorológicas y la altitud (Ruthatz y Movia 1975, Ojeda y Mares 1989). La vegetación principalmente xerófila y los herbívoros con adaptaciones para el ramoneo de estas pasturas son ejemplos de las propiedades del bioma de desierto de altura.

Las características particulares de los ambientes andinos de altura también se manifiestan en las adaptaciones humanas (Little 1981, Guillet 1983), proporcionando la base para el estudio de los factores causales, en un marco evolutivo de la variabilidad arqueológica *funcional* en estos entornos. Pero antes de analizar estas propiedades, es necesario pasar revista a la historia climática reciente de la Puna, orientando la discusión a la emergencia de las características ambientales prevalecientes en torno del 2.000 AP., que es el marco temporal de interés en esta Tesis. Esta cuestión se desarrolla en las siguientes secciones, restringiendo el análisis al área de estudio, el Valle de San Antonio de los Cobres.

3- Historia Climática Reciente de La Puna

En una la escala continental los registros paleoclimáticos de Sudamérica muestran una serie de cambios a lo largo del Holoceno, que afectaron las propiedades bióticas de grandes regiones, incluyendo a las Tierras Altas Surandinas. Esto habría respondido a procesos de escala Hemicontinental, que modificaron las tendencias de las precipitaciones, las temperaturas y la variabilidad climática (Graf 1992, McGlone *et al.* 1993, Markgraf 1985, 1989, 2001).

En su historia paleoclimática de escala temporal geológica, la Puna, durante todo el Holoceno presentó una vegetación de estepa fría y árida, que aunque variando en distintas fases de mayor o menor humedad, continuó con la tendencia evolutiva del bioma que supera en escala los límites del Holoceno (ver Muscio 1996). En este marco, los registros de la vertiente oriental y occidental andina indican una mayor heterogeneidad espacial durante el Holoceno Temprano (Núñez *et al.* 2001, Yacobaccio *et al.* 2001). En la historia paleoclimática reciente, las propiedades del ambiente puneño de mesoescala, es decir su característica árida e hiperárida y la distribución actual de su flora, se establecieron entre los 4000 y los

3200 AP (Latorre *et al.* 2003, Markgraf 2001). Esto está en fase con la temporalidad del desarrollo de los paisajes fitogeográficos de tiempos presentes en la escala global (Adams y Faure 1997).

Los registros paleoclimáticos de Argentina indican, que posteriormente a los 5000 AP el aumento de precipitaciones y temperatura causó el movimiento altitudinal de los horizontes vegetales, favoreciendo la retracción de los pastizales altoandinos. La evidencia de estos procesos procede de las secuencias cronoestratigráficas de El Aguilar y Barro Negro en la Puna jujeña (Fernández *et al.* 1991). Tales registros indican que durante el intervalo de 7.500 a 4.000 AP el movimiento de estos pastizales fue de alrededor de 500 mts, evidenciando un régimen de mayor aridez respecto de la fase anterior. El registro muestra un aumento de los componentes de prepuna (*Ephedra*, Chenopodiineae/Euphorbiaceae, entre otros). En esta secuencia de cambios alrededor del 3.500 BP se establecen las condiciones climáticas modernas, de mayor humedad.

En el norte de Chile, la historia vegetacional indica distintas fases de incremento de la aridez, destacándose condiciones más húmedas que en la actualidad entre 7.600-6.300 BP, 4.400-3.200 BP, y posiblemente 1.800-1.200 BP (Latorre *et al.* 2003). En la puna de Atacama se ha propuesto que a partir del 3.100 BP se establecieron las condiciones algo más húmedas, con el patrón de erosión actual y el régimen de precipitaciones del Holoceno Tardío (Núñez *et al.* 1995-1996) Sin embargo, debido a que la Cordillera de los Andes tiene incidencia en los patrones de circulación atmosférica de ambas vertientes, la variación detectada en el Norte de Chile puede no reflejar los cambios en la vertiente Argentina, como así tampoco la de los Andes Centrales (Latorre *et al.* 2003).

En la Puna de Argentina entre los 4.000BP – 3.500BP, la disminución en la temperatura y el incremento en las precipitaciones llevaron a un incremento de la vegetación altoandina, que se extendió hacia suelos menos elevados, mientras que la vegetación de Puna continuó presente en Tierras Altas. En este contexto la vegetación de prepuna siguió presente. De esto se han inferido veranos con escasas precipitaciones en la mesoescala.

En términos ecológicos esta clase de cambio paleoecológico, se corresponde con el modelo de variabilidad de escala media propuesto por Butzer (1985-1982) –ver Muscio (1996). En este modelo la variabilidad no afecta a la estructura del bioma, sino que modifica *cualitativamente* a sus propiedades. Bajo este modelo los cambios consisten en:

"Cambios fundamentales en la hidrología, la productividad y en todas las categorías de biomasa. La composición cualitativa de las comunidades bióticas perdura, pero los cambios cuantitativos afectan a las estructuras en mosaico en general, y a los ecotonos en particular (número de especies y densidades demográficas seleccionadas)" (Butzer 1982:25 Tabla 2.4)

Una de las modificaciones sustantivas de macroescala espacial, que ocurrieron en torno de los 3000 BP, y que caracteriza a las condiciones modernas, es el aumento de las fluctuaciones y la variabilidad de escala temporal corta. Esto respondió a procesos de macroescala espacial.

"...variability in the records appears to increase to become a dominant feature after 3000 BP. This is expressed by enhancement of the amplitude of change, especially well documented in the records of lake level change, and by an "anomalous" combination of plant assemblages, indicating simultaneously both increased moisture and increased drought and fire frequency" (McGlone *et al.* 1993:45)

Para el período de tiempo entre los 2.500 - 1.500 BP –el bloque temporal de mayor interés en este trabajo- no hay información paleoclimática de alta resolución. Sin embargo, los escasos datos disponibles para la Puna y el Valle de Tafí –Tucumán- sugieren que el escenario paleoambiental de Tierras Altas, habría registrado otros cambios ambientales de escala media, que habrían afectado a las propiedades de ambientes localizados, como respuesta a cambios de escala espacial más inclusiva (Sampietro Vattuone 1999).

En el Valle de Tafí a partir de la presencia de un paleosuelo fechado en 2480 ± 110 BP, se propone el cambio hacia condiciones de mayor aridez y más erosivas, previas a las condiciones actuales. Estas oscilaciones en la humedad habrían propiciado cambios en las instalaciones humanas (Sampietro Vattuone 1999). En esta línea se pueden considerar las evidencias de aumento de las condiciones de aridez en el Río de las Burras que habría tenido lugar en torno de los 1.400 BP y cuyo registro comprende el desarrollo de turbas. Sobre la base de los fechados de paleosuelos y estructuras arqueológicas se proponen, para este sector de la Puna Norte, condiciones predominantes más húmedas en torno del 2.100 BP, con un paulatino aumento de la aridez (Fernández Distel 1998).

Desde una perspectiva de megaescala estos fenómenos pueden relacionarse con eventos ENSO (El Niño/Southern Oscillation) que incrementan la variación de las precipitaciones, expresándose mediante distintos patrones en distintas regiones del continente y del planeta (McGlone *et al* 1993). Brevemente, los ENSO se caracterizan por el aumento en la temperatura de la corriente marítima que bordea la costa en latitudes al sur del Ecuador. Este calentamiento de la superficie marina debilita los vientos que normalmente soplan hacia el Oeste, disminuyendo la presión en el Pacífico Oriental y aumentándola en el Occidental (Bianchi y Yañez 1992). Este fenómeno conocido como la "Oscilación del Sur" modifica los esquemas de circulación atmosférica en varias escalas espacio-temporales (Huggett 1991, McGlone *et al*. 1993). En Sudamérica los fenómenos ENSO se expresan mediante dos fases, una con un aumento en las precipitaciones y en la humedad relativa conocida con el nombre de El Niño, y una fase de disminución de las precipitaciones y más frío -la Niña (McGlone *et al*. 1993).

Durante los últimos 1.580 años en los Andes Centrales hay evidencia sólida que indica variación climática recurrente en múltiples frecuencias. Un episodio de aumento de las condiciones de aridez de mesoescala, está señalado en los registros de resolución anual del glaciar de Quelccaya, en el sur de Perú, y en la evidencia palimnológica del lago Titicaca. Ambos registros muestran gran coherencia estadística lo que permite inferir la situación paleoclimática regional (Orloff y Kolata 1993).

En la macroescala espacial, a partir de las evidencias de Laguna Pallcacocha, en el sur de Ecuador, se ha destacado que la actividad ENSO registra oscilaciones en escalas temporales del orden del milenio (Moy *et al*. 2002). Sobre un registro lagunar continuo de 12.000 años, este trabajo indica que la frecuencia de los episodios ENSO de escala temporal entre los 2 y 8 años de disminución de precipitaciones, oscila en escalas de alrededor de 2.000 años. El registro paleoclimático indica que en estas escalas, la amplitud y la frecuencia de los ENSO aumenta durante el Holoceno, con un pico de amplitud y frecuencia entre los 2.000-1.000 BP -calibrados (Moy *et al*. 2002).

Estas oscilaciones de escala milenaria en los ENSO se relacionarían con procesos que afectan la dinámica climática de macroescala (Moy *et al*. 2002), lo cual se explica en el marco de los eventos no glaciales de cambio rápido (Alley 2000, Overpeck y Webb 2000). La importancia de este estudio radica en que por la escala espacial implicada, estas oscilaciones de los eventos ENSO afectarían a las Tierras Altas del Noroeste de Argentina, sin embargo su expresión local es desconocida. En términos arqueológicos, el aumento en torno del 2.000 BP de la frecuencia y magnitud de los episodios ENSO pudo afectar la dinámica de poblamiento humano por el deterioro y la pérdida de los hábitats humanos colonizados. El

impacto de estas oscilaciones en los ecosistemas locales es dependiente de las propiedades estructurales de los geoambientes en escalas espaciales reducidas (Hugget 1995).

Resumiendo, diversos registros paleoambientales permiten concluir que entre los 4.000–3.000 BP se establecen las condiciones climáticas actuales de la Puna, con un aumento en la frecuencia y la magnitud de la variación hacia los 3.000 BP, y probablemente un aumento en la duración y frecuencia de los eventos áridos ENSO posterior al 2.000 BP y hasta los 1.000 BP. Sobre esta base, las tendencias en la variabilidad ambiental presente, son comparables a las prevaecientes en torno de los 2.500 BP., pero considerando un escenario probable de aumento de la frecuencia, magnitud y duración de las fluctuaciones de corto plazo e impredecibles, entre los 2.000–1.000 BP.

4- El Valle de San Antonio de los Cobres. Ubicación y Generalidades.

El Valle del Río San Antonio de Los Cobres (SAC), con una superficie aproximada de 1.500 km², es el ámbito de mesoescala para el estudio regional de variabilidad arqueológica, Figura 4.2. El área abarca el Departamento de Los Andes, y en menor medida el Departamento de La Poma hacia el Norte, ambos pertenecientes a la provincia de Salta y limítrofes con la provincia de Jujuy.

El Valle de SAC forma parte de la cuenca de Guayatáyoc - Salinas Grandes, que incluye también la parte sur de la Puna de Jujuy. El área de estudio se localiza en la franja que divide a la Puna Norte de la Puna Sur. Desde el Valle de SAC se tiene acceso potencial a una amplia variabilidad de recursos de distintos pisos altitudinales. La localización geográfica la ubican a distancias menores a los 50 Km. de tierras más bajas, especialmente de los ecotonos prepuneños y de los valles mesotermiales, y de 130 Km. con respecto a las Tierras Bajas de Yungas.

El clima de toda esta área es subtropical seco y frío, con carácter continental intenso y de desierto. Los índices de humedad son extremadamente bajos, la presión atmosférica es baja y la radiación e irradiación solar son intensas. El balance de radiación controla a la gran amplitud térmica diurna-nocturna, y estacional. La atmósfera seca no obstaculiza el flujo entrante y saliente de radiación, lo que tiene como resultado los días calurosos y las noches frías. Las redes hidrográficas del área, de carácter endorreico, no presentan ríos de gran caudal. Las principales cuencas hídricas que regulan el sistema regional son: 1) Cuenca del río San Antonio de los Cobres, 2) Cuenca del Salar de Cauchari, 3) Cuenca de Pastos Grandes.

En la mesoescala, la baja productividad primaria hace del Valle de SAC un ambiente ecológicamente muy pobre, con un promedio estimado de $\cong 22,15 \text{ g/m}^2/\text{yr}$ (Muscio 1996, 1998), una distribución espacial heterogénea de los recursos -en riqueza y densidad- que varía altitudinalmente, una *alta estacionalidad*, y una muy alta variabilidad de los elementos del clima. En este marco, el paisaje del Valle de SAC participa del gradiente ecológico y ambiental de la macroregión de la Puna (Muscio 1998). Su vegetación varía altitudinalmente presentando vegetación de la Provincia Altoandina y Puneña (Cabrera 1976).

En el ámbito del Noroeste argentino, actualmente, esta es un área no óptima para la ocupación humana. Esto se expresa por la baja densidad poblacional, y por los elevados índices de malnutrición, mortalidad infantil y enfermedades asociadas con el frío. En términos ecológicos, por la magnitud y frecuencia de la variabilidad que afecta a la escasa productividad ecológica, esta constituye un área que propicia las adaptaciones costosas. Esto es importante para formular hipótesis acerca de los procesos de ocupación abandono y reocupación de hábitats controlados por las variaciones físicas del paisaje, especialmente por episodios de *sequía severa* (ver Avery 1995).

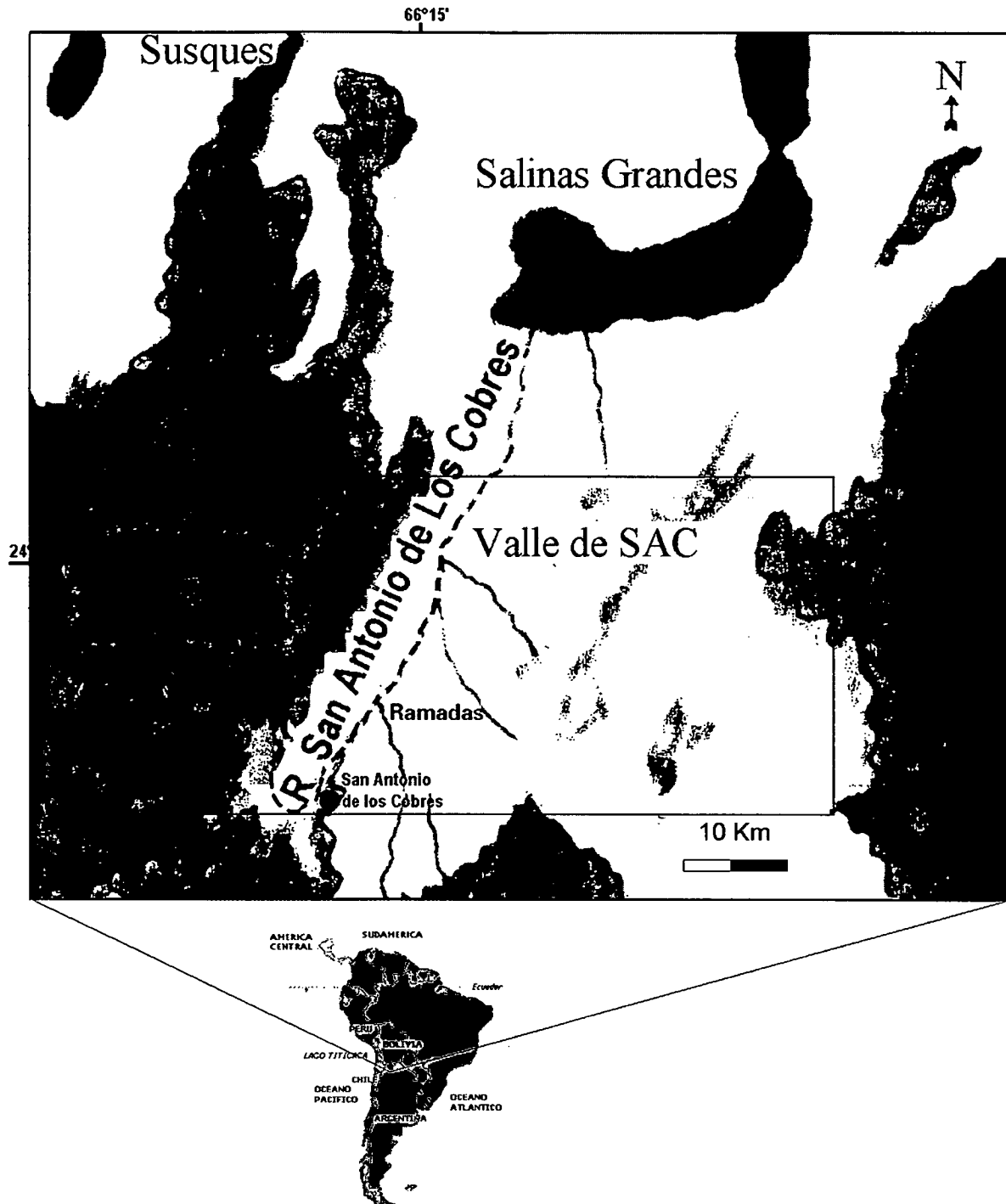


Figura 4.2: Valle de San Antonio de los Cobres –Valle de SAC- Localización en la Puna Argentina y Aspectos Físicos.

El sector de la Puna en donde se localiza el Valle de SAC se caracteriza por presentar un relieve montañoso, de dirección predominante SSO-NNE (Feruglio 1946) y por extensos salares como los de Cauchari, Pocitos, del Rincón, Salinas Grandes, Arizaro -entre otros- vinculados a las cuencas que estructuran el sistema hídrico regional. En el Valle de SAC geológicamente se distinguen tres complejos físicos que estructuran el paisaje de mesoescala: 1) Los cordones montañosos. Estos comprenden

fundamentalmente la Cordillera Oriental (el límite oeste del valle), y el conjunto de cerros que forman el límite este del Valle de SAC. El trazado principal de estos cordones es Sur-Norte, con cumbres que superan los 5000 m/nm. 2) Las quebradas laterales: Recorren transversalmente los cordones montanos y en consecuencia son ambientes de menor escala espacial que estos últimos. Son portadoras de cursos de agua permanentes o estacionales. Los rasgos físicos de las quebradas, tales como relieve, morfología, altitudes máximas y mínimas, red hídrica, responden a las geoformas dominantes. Sin embargo siempre se trata de quebradas relativamente bajas y estrechas. 3) El fondo de cuenca. Se encuentra ubicado en el tramo intermedio entre las líneas de macizos, y está atravesado con sentido Sur-Norte, por el río San Antonio de los Cobres, colector de los cursos de deshielo de las cabeceras de las quebradas laterales.

A los fines arqueológicos y en relación con la disponibilidad de *patches* para la instalación humana permanente, es de interés focalizar el análisis en los dos últimos complejos ambientales: El *fondo de cuenca* y *las quebradas laterales*. Estos constituyen los ambientes potenciales de uso humano, donde la energía y la biodiversidad se distribuyen irregularmente. En la sección siguiente se presentan los geoambientes que pueden reconocerse en estas dos unidades, para analizar la variabilidad espacial que pudo afectar la instalación humana en el Valle de SAC.

5- Variabilidad Geoecológica de Valle de SAC

Para analizar los aspectos bióticos y abióticos del Valle de SAC que pueden afectar los rangos humanos y el uso adaptativo del espacio, es útil un acercamiento geoecológico al estudio de su paisaje (Hugget 1995). El objetivo es el análisis de las propiedades físicas y biológicas que responden a procesos que operan de la macroescala a la microescala, y que se expresan en geoambientes particulares.

En este trabajo los geoambientes son unidades de distinta extensión espacial, pero de menor escala que las unidades principales –fondo de cuenca y quebradas laterales. Se caracterizan por sus particularidades geológicas, biológicas y climáticas, que propician diferentes hábitats potenciales para la biota regional. Los distintos geoambientes hacen del Valle de SAC un paisaje sumamente heterogéneo y complejo. En el fondo de cuenca, se reconocen tres unidades y en las quebradas laterales dos, totalizando cinco unidades - Tabla 4.1.

Fondo de Cuenca	Quebradas Laterales
1- Aluviones no aterrazados	4- Ladera
2- Aluviones aterrazados	5- Fondo de quebradas
3- Faja de Piedemonte	

Tabla 4.1: Geoambientes del Valle de SAC en las dos Unidades Ambientales de Mayor Escala.

La clasificación de los cinco distintos geoambientes, distinguibles en las dos unidades mayores, y la caracterización de sus propiedades se efectuó a través de la cartografía y la bibliografía geológica y biológica (Blasco *et al.* 1996, Nadin y Chafalinos 1990, Aquater 1983, Vilela 1969, Viramonte *et al.* 1988, Ruthsatz y Movia 1975, Cajal 1987, Ojeda y Mares 1989, Bilá 2000). La textura topográfica se analizó utilizando fotografías aéreas del Valle de SAC e imágenes satelitales, y con observaciones propias de campo. La Figura 4.3 muestra la distribución en el Valle de SAC de cada uno de estos geoambientes.

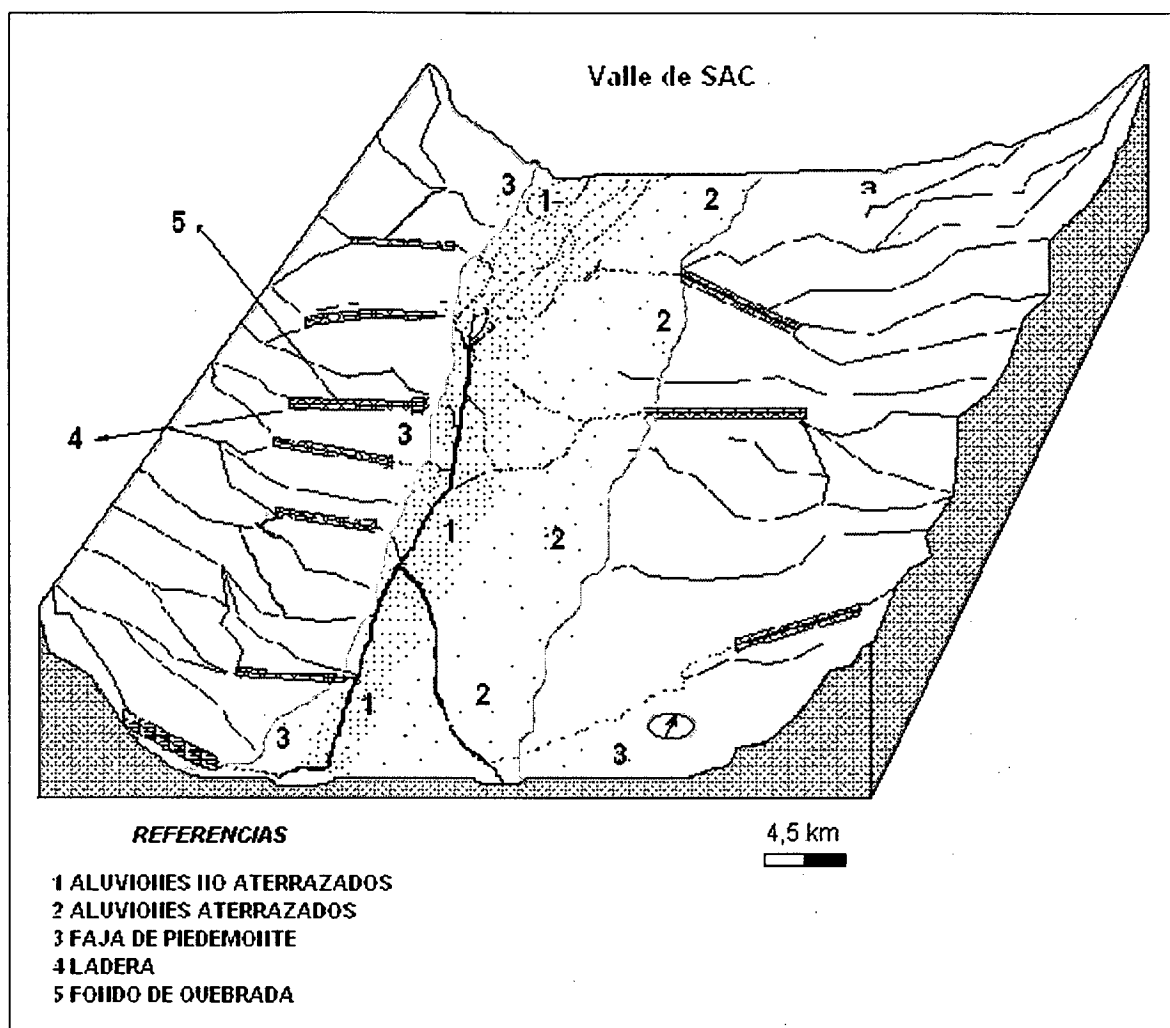


Figura 4.3: Geoambientes de las Quebradas Laterales y el Fondo de Cuenca del Valle de SAC.

5.1- Heterogeneidad del Fondo de Cuenca

Esta sección del espacio regional presenta una textura topográfica dada por un valle aluvial extenso y angosto. Su relieve es plano, con una topografía irregular, muy afectada por la acumulación de sedimentos aluviales y por la dinámica de los cursos de agua que desembocan en el Río San Antonio de Los Cobres. La altitud promedio es 3.750 m/nm, presentando una suave pendiente hacia el río San Antonio de los Cobres. Por otra parte, la estructura geológica de escala regional determina también una suave pendiente hacia las Salinas Grandes, o sea con un rumbo S-N. Este sector del paisaje presenta la mayor oferta de agua permanente, en el río San Antonio de los Cobres y en el curso secundario Los Patos, y sus afluentes. En todo este sector la red hídrica de la cuenca de SAC es la que estructura la textura topográfica, la cual presenta variabilidad por geoformas de microescala, mayormente asociadas a los efectos del acarreo de sedimentos y acumulación, la formación de meandros y procesos de erosión. La distribución de pasturas de alta calidad - gramíneas de vegas y pajonales- esta altamente localizada y acotada a los márgenes de los Ríos San Antonio, Los Patos y los arroyos subsidiarios de éstos. El resto de la vegetación es de tolar, la cual brinda pasturas de menor calidad como leña. El tolar abarca comunidades arbustivas de variados géneros -*Parastrephia spp.*, *Chiliotrichiopsis spp.*, *Baccharis spp.*, *Fabiana spp.*- así como otras plantas arbustivas de fisonomía semejante (Picchetti Ocedo 1991)

La planicie presenta vías naturales de acceso a las quebradas laterales, constituyendo elementos del paisaje que tienen efectos en la movilidad humana. Actualmente son utilizadas en el movimiento de rebaños domésticos y en la búsqueda de leña y se las conoce como "sendas de herradura". Considerando la variación en los elementos físicos que constituyen este paisaje distinguimos las tres unidades geoambientales mencionadas de la llanura del fondo de cuenca. Sus propiedades geológicas y edáficas determinan distintos espacios de uso humano potencial y contextos sedimentarios, con agentes naturales particulares para la formación de registro arqueológico. Su descripción es la siguiente.

1) Aluviones no aterrizados: Es el geoambiente de menor extensión, con una muy alta exposición a los agentes atmosféricos, principalmente a la radiación solar y a los vientos. Estos agentes se expresan en la evapotranspiración efectiva y en los procesos morfogenéticos. Los sedimentos dominantes provienen de la desagregación de las rocas volcánicas de la región. Por su naturaleza no es apropiado para la agricultura debido al déficit de nutrientes derivado de la escasa formación de suelos. El rasgo dominante de este paisaje es el Río San Antonio de los Cobres. Este geoambiente es el de menor productividad primaria evidenciada por la ausencia de horizontes edáficos, y la presencia de amplios sectores carentes de vegetación. Sin embargo, hay ambientes puntuales de microescala con desarrollo de suelos almohadillados y con vegetación de vegas que favorecen la sedimentación y con ello el enterramiento del registro arqueológico.. Esto se observa en algunos sectores muy limitados de las márgenes del río San Antonio de los Cobres, en especial en antiguas planicies de inundación de meandros. El relieve incluye algunos sectores con desniveles abruptos y perfiles expuestos, y algunos pequeños aleros en sedimentos de grava por la acción directa de los ríos San Antonio de los Cobres y Los Patos. Debido a esto la estructura de estos aleros es muy inestable en escalas de tiempo corto. Sin embargo algunos de ellos son actualmente utilizados como lugares de uso temporario durante actividades de pastoreo.

2) Aluviones aterrizados: Es el geoambiente de mayor distribución en el fondo de cuenca. Su morfología está organizada a partir de acumulaciones de areniscas arcillosas finas, con espesores de hasta 12 metros (Vilela 1969). Es importante destacar la presencia de cañadones con aleros pequeños asociados a cursos de agua, que sirven como lugares de uso ocasional para las actividades de pastoreo. Esto se observa principalmente en el río Los Patos. La exposición a los agentes meteorológicos es muy alta y la productividad primaria muy baja. La formación de suelos está acotada a los ambientes de microescala con presencia de agua. En los aluviones aterrizados predominan los procesos morfogenéticos de acarreo y acumulación y la deflación. La naturaleza geológica de este espacio lo torna sumamente inadecuado para la agricultura, a lo que se suma la dinámica inestable de los cursos secundarios que lo atraviesan y del río Los Patos, que mayormente se presenta como una cañada seca o de bajísimo caudal, dependiente de las precipitaciones ocasionales. No obstante, este geoambiente, en donde predomina la vegetación de tolar, es apto para el pastoreo de verano. Estos sectores son utilizados actualmente para estos fines, por pastores que no tienen acceso a pasturas de mejor calidad, debido a la división y posesión de campos actualmente existente.

3) Faja de Piedemonte: Este geoambiente está constituido por la franja de laderas de los macizos montañosos que delimitan la planicie. Estructuralmente forman planos inclinados que pueden superar los 6 m. de alto (Aguater 1983) por la acción de procesos de desplazamiento masivos. Los conos de deyección delimitan los extremos de la planicie del fondo de cuenca formando fajas transversales entrecortadas por los cursos de agua provenientes de las quebradas laterales. Estos ambientes ofrecen reparo a los elementos atmosféricos en sectores puntuales de pequeña escala. Los mismos se presentan como pequeños aleros, actualmente utilizados, y cuevas en formaciones de ignimbritas mucho más estables en su estructura. Éstas se localizan mayormente en lado oriental del Valle de SAC. La oferta de agua depende de la asociación con las quebradas laterales y los cursos que

las atraviesan. La cobertura vegetal, de estepa, es muy dispersa en estos ambientes, llegando a ser nula. Estos ambientes no son aptos para la agricultura porque no tienen desarrollo de suelos, pero la vegetación de tolar, donde ocurre, es utilizada ocasionalmente como pasturas.

5.2- Heterogeneidad de las Quebradas Laterales

Estos complejos geológicos seccionan transversalmente los macizos montañosos que limitan al fondo de cuenca. Las quebradas laterales varían en su forma siendo en algunos casos, como en la quebrada de Urcuro, poco extensas y en forma de U y en otros como la quebrada de Matancillas marcadamente en V, y más extensas. Poseen cursos de agua, permanentes o no, que desembocan en el fondo de cuenca. Las quebradas laterales son los sectores con mayor diversidad y productividad de recursos. El recorrido de los cursos de agua y las fallas menores proporcionan rutas naturales que las comunican con otros ambientes, tanto del Valle de SAC como de la Quebrada del Charco. Este es el caso de las sendas entre quebradas, denominadas "pasos", las cuales son de suma importancia para el tránsito de pastores y rebaños entre quebradas. Estos también constituyen corredores naturales claves que propician la conectividad entre poblaciones de camélidos silvestres. A partir de las propiedades geomorfológicas de las quebradas laterales distinguimos las dos unidades geoambientales mencionadas, cuya descripción es la siguiente.

4) Ladera: Este geoambiente varía en su distribución, dependientemente de las geoformas dominantes, que son los cerros y volcanes que dan la forma a las quebradas. Sin embargo como generalidad puede decirse que por las altas elevaciones de los mismos y el predominio de quebradas en V es un geoambiente que presenta una baja extensión espacial en el Valle de SAC. La ladera de las quebradas ofrece terrenos aluviales arcillosos y arenosos de pendiente moderada, principalmente formados a partir de procesos de desplazamiento masivo de sedimentos de grano muy fino. Aquí actualmente se emplazan cuadros de cultivo, en los sectores de menor pendiente. En el caso de Matancillas se disponen como cuadros levemente aterrizados, con sistemas de canales de riego delimitados por paredes de pirca. También son utilizados como tierras de pasturas y en algunos casos para la instalación de corrales.

5) Fondo de Quebradas: Este geoambiente está formado por sedimentos intensamente trabajados por los cursos de deshielo, y por torrentes de gran magnitud, frecuentes durante años precipitaciones altas. Presenta tanto la mayor productividad ecológica regional como la mayor protección a los agentes atmosféricos. Esto se manifiesta por la concentración de amplias vegas y pajonales en las inmediaciones de los cauces. La pendiente aguda de los cerros determina que el área de los fondos de las quebradas sea reducida en la mayoría de los casos. Sin embargo, por la variación geomorfológica de pequeña escala, ofrece sectores amplios heterogéneamente distribuidos que actualmente son utilizados por los agricultores y pastores para el emplazamiento residencial, en los sectores aterrizados de los fondos de quebrada. Los efectos de la depositación aluvial de sedimentos arcillosos y arenosos en los fondos de quebrada brindan sectores en donde la agricultura de baja escala es posible; lo que está favorecido por la protección de los agentes meteorológicos que resulta de su emplazamiento entre cerros altos. Esto puede apreciarse en la disminución de los efectos de la radiación y de la evapotranspiración, que conservan la humedad del terreno, y en la disminución de las consecuencias negativas sobre los cultivos de las heladas y el viento.

A partir de este análisis de la variabilidad de los distintos ambientes que componen el mosaico del Valle de SAC, en la siguiente sección se discuten los principales agentes de selección natural para las poblaciones humanas derivados de sus propiedades físicas y ecológicas.

6- Factores Selectivos Potenciales del Valle de SAC Para Poblaciones Humanas

Las condiciones de desierto montañoso de altura de la Puna, son fuentes de una serie de restricciones para la adaptación humana. Particularmente en el análisis de procesos de poblamiento humano y establecimiento de nichos productivos. Siguiendo la propuesta de Aldenderfer (1998) y considerando los estresores potenciales para las economías agrícolas (Redman 1999), en este escenario los agentes potenciales de selección natural y adaptación, no dependientes de la densidad son: a) hipoxia, b) distribución espacial discreta de los recursos críticos –incluyendo a los hábitats colonizables por poblaciones con economías productivas, c) variación de las temperaturas y frecuencia de heladas, d) estacionalidad y e) fluctuación de las precipitaciones que afecta a la productividad ecológica y a la disponibilidad de los recursos de caza, recolección y producción. Es crítico resaltar las fluctuaciones de las precipitaciones que por su magnitud hacen del Valle de SAC un ambiente de alta *fragilidad ecológica*, ya que operan sobre un paisaje sumamente árido y muy heterogéneo. Esto se expresa con distinto grado en toda la biota, ya que las variaciones negativas de gran magnitud impactan en la base de la cadena trófica local (Hugget 1991). En otras palabras, la fluctuación en la productividad vegetal afecta al resto de los consumidores, incluyendo los humanos. A continuación se discuten estos potenciales agentes selectivos.

6.1- Hipoxia

La disminución de la disponibilidad de oxígeno aprovechable para los humanos, relacionada con el incremento de la altitud y la disminución de la presión barométrica, determina la hipoxia. Esta afecta a la mayoría de los aspectos funcionales de la biología humana, en alturas superiores a los 2.500 m/nm (Aldenderfer 1998). Sus efectos se manifiestan en la reproducción, el crecimiento, el estado sanitario, la mortalidad, la nutrición y la capacidad y esfuerzo de trabajo. Los efectos de la hipoxia se combinan con los del frío, constituyendo ambos, estresores para la adaptación humana a Tierras Altas -ver Little (1981), Guillet (1983). Entre sus efectos fisiológicos más destacados se cuentan modificaciones en los sistemas de transporte y mantenimiento corporal del oxígeno, cambio en el flujo sanguíneo con el mantenimiento de la temperatura corporal, incremento de la mortalidad postnatal, cambio en los procesos metabólicos y digestivos y en el metabolismo basal (Hanna *et al.* 1989) –ver Aldenderfer (1998) y referencias. Básicamente la hipoxia y el frío imponen restricciones selectivas que pueden expresarse en la demografía, las estrategias económicas, reproductivas, y tecnológicas. Por ejemplo, un mayor metabolismo basal afecta a la cantidad y a la calidad de los recursos necesarios para la subsistencia, demandando una mayor ingesta de calorías por la disminución de la capacidad de absorción y utilización de grasas, pudiendo afectar la amplitud de la dieta (Aldenderfer 1998); además la disminución de la capacidad de esfuerzo aumenta los costos, en kilocal/hr, de obtención y procesamiento de los recursos. En consecuencia es esperable la selección de rasgos de distinta clase, incluyendo los tecnológicos, que mejoran la eficiencia económica. Así la hipoxia es un agente potencial de selección natural direccional que puede relacionarse con la evolución de adaptaciones, genéticas o culturales, particulares en historias de ocupación de largo plazo de los ambientes puneños.

6.2- Distribución Espacial Discreta de los Recursos Críticos

Una característica del paisaje puneño es su alta heterogeneidad espacial en la distribución de los principales recursos de uso humano, incluyendo los *patches* útiles como hábitats de poblaciones locales. La heterogeneidad se expresa en múltiples escalas pero es notoriamente significativa en la meso y microescala. En términos ecológicos el mosaico de mesoescala del paisaje de SAC es discreto (*sensu* Wien 1997). Los recursos críticos –agua, suelos, pasturas, y alimentos de caza y recolección– se presentan en *clusters*. Las concentraciones de recursos tienen límites marcados, y están separadas por grandes extensiones de terreno con baja o nula cobertura vegetal. Estos ambientes espacialmente discontinuos se asocian a fuentes de agua permanentes o semipermanentes- Figura 4.4.

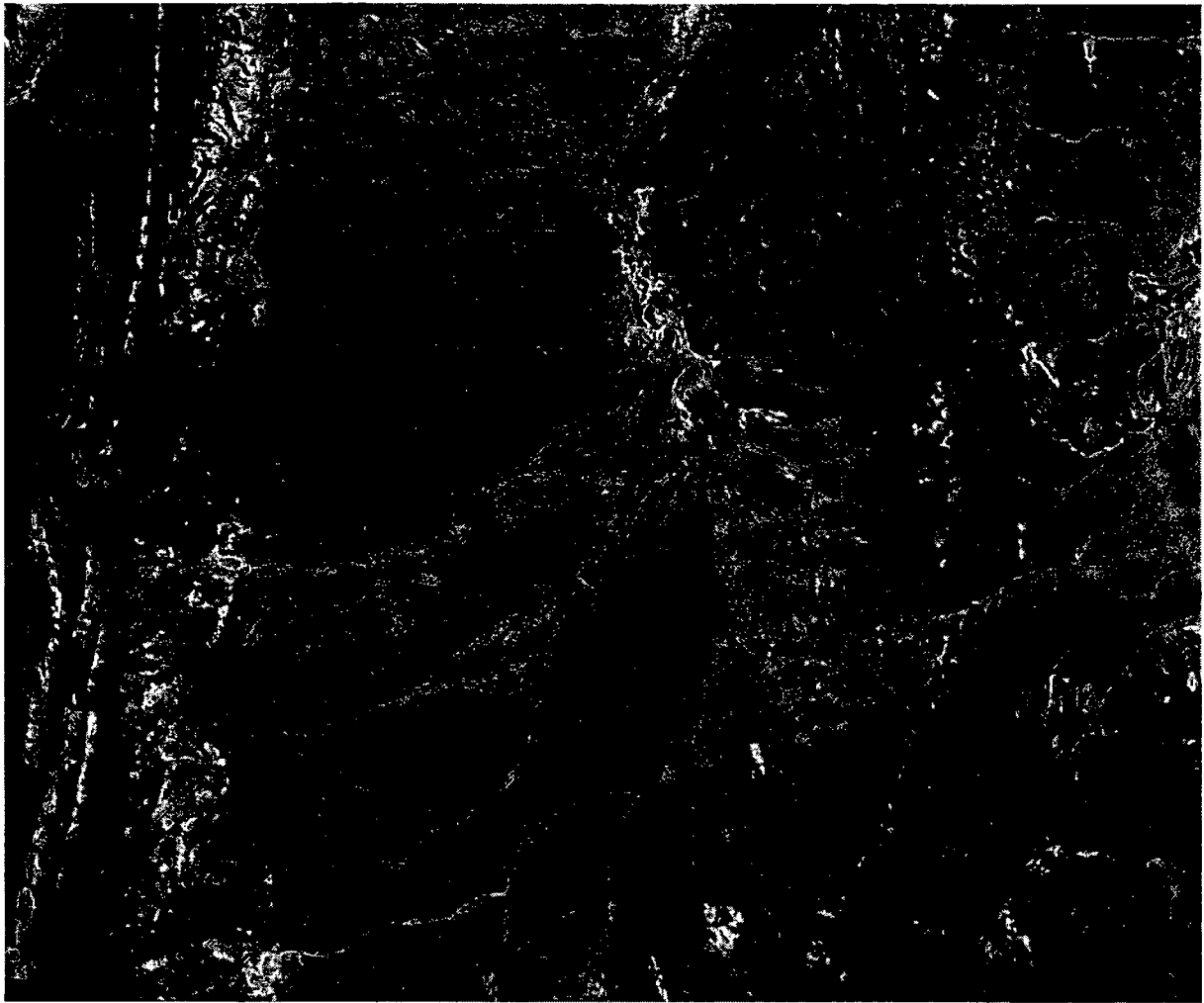


Figura 4.4: Imagen Satelital del Valle de SAC, en Falso Color. Los sectores rojos indican la vegetación de vega y la presencia de humedad. Fuente: Subsecretaría de Minería de la Nación.

El agua es el principal recurso para el establecimiento residencial humano en este ambiente de extrema aridez. La distribución irregular de las fuentes de agua y de la productividad primaria afecta en cascada la estructura distribucional de la biota regional, ya que es precisamente en torno de estos ambientes de escala reducida dónde se concentra la mayor parte de los consumidores secundarios y terciarios -ver Muscio (1996 1998) para una discusión más extensa. De tal manera, no sólo los espacios para el establecimiento de habitas humanos se distribuyen discontinuamente sino también los recursos en el interior de estos *patches*.

La Figura 4.4 ilustra la distribución irregular de la vegetación en el Valle de SAC, a partir de una imagen Landsat en falso color. Los sectores en rojo son superficies cubiertas de vegetación de pastizal asociada a fuentes de agua permanente. La vegetación de tolar no está representada como una consecuencia directa de su baja densidad. Nótese la distribución sumamente marcada del pastizal y su asociación a las fuentes de agua. Se trata de vegas de extensión variable y oasis de altura en las quebradas protegidas o en los fondos de cuenca. La estructura geomorfológica de mesoescala y las propiedades topográficas, edáficas, y climáticas de escala local y microlocal son los principales factores que explican esta distribución, y también su dinámica. Como se observa en la Figura 4.4 estos ecosistemas de oasis de altura se restringen a sectores particulares de las quebradas laterales, y

mucho más marginalmente en el fondo de cuenca. Esta heterogeneidad espacial tiene consecuencias importantes en términos de potencialidades de uso humano del espacio. Desde lo arqueológico es importante considerar, además de la distribución espacial del agua:

- 1) La distribución espacial de los sustratos apropiados para la agricultura, y de las pasturas, pues constituyen los principales recursos para el establecimiento de nichos agropastoriles.
- 2) La distribución espacial de los camélidos silvestres, dado que son las fuentes de proteína animal de mayor beneficio económico para los humanos, obtenibles a partir de la caza (Muscio 1998).
- 3) La distribución de especies vegetales de recolección pues pueden resultar críticos en estrategias de manejo de riesgo, complementando los recursos de producción (Muscio 1998, López 2000, 2001).
- 4) La distribución de otros recursos económicos.

Distribución de Sustratos Aptos para la Agricultura: En la mesoescala, la distribución de sustratos aptos para la agricultura se encuentra altamente localizada en los geoambientes de fondo de quebrada. Estos ambientes también ofrecen el mayor reparo a los agentes meteorológicos, particularmente a las heladas tempranas que afectan a los cultivos, a la radiación solar que interviene en la retención de la humedad del suelo –capacidad de campo-, y a los extremos diarios en las temperaturas que afecta al desarrollo de las plantas durante todo el ciclo de desarrollo. Todos estos factores determinan la productividad neta de los cultivos. Tanto la naturaleza aluvional de los sustratos de fondo de quebrada provenientes de acarreo arcillosos de grano fino y arenas basales de las formaciones antiguas como Puncoviscana (Blasco *et al.* 1996) como el enriquecimiento de nutrientes aportado por el desarrollo denso de vegetación superficial, proporcionan los sustratos apropiados para el cultivo actual de gramíneas domesticadas -quinoa y maíz-, solanáceas –variedades de papa- y diversas especies alóctonas de bajo desarrollo radicular y altamente dependientes del riego, como habas, lechuga y crucíferas (Ruthsatz y Movia 1975, Ottonello y Ruthsatz 1986). En los sectores de fondo de cuenca, la naturaleza plutónica de los sedimentos superficiales y la exposición aguda a los agentes meteorológicos limitan severamente el desarrollo de sustratos con contenido orgánico apropiado para los cultivos. Se trata en su gran parte de suelos esqueléticos poco profundos y sin materia orgánica. Cuando son profundos, presentan sustratos arenosos y salobres. Solo a orillas de las vegas y los ríos y arroyos la napa freática es poco profunda. Los espacios con desarrollo de suelos orgánicos se restringen a sectores muy localizados de sedimentos arcillosos y a las vegas colonizadas por especies de gramíneas adaptadas a la inundación periódica de los sectores de inundación de los meandros. La descomposición de estos suelos de vega altamente orgánicos se manifiesta como turbales o vegas fósiles, no aptos para la agricultura y colonizados en sectores muy restringidos y más altos por vegetación arbustiva. Sin embargo en los sectores de aluviones aterrazados, la naturaleza arcillosa de los sedimentos superficiales podrían servir para la agricultura, restringida a la presencia de agua para el riego debido a la bajísima retención de humedad del suelo. Etnográficamente, la práctica agrícola en estos sectores se ha registrado en un caso, en el cual se transformó un corral en un cuadro de cultivo de alfalfa que por su escasa productividad fue abandonado.

-Distribución de Pasturas: La distribución de pastos apropiados para el desarrollo de la ganadería está controlada por los gradientes de humedad de mesoescala. En estos términos la vegetación de pastizal de las quebradas de vegas con pastos tiernos son las de mayor calidad, como también aquellos presentes en el fondo de cuenca. Sin embargo, el desarrollo en las quebradas laterales de estos pastizales tiernos es mucho mayor, presentando una mayor diversidad y densidad de especies. Las quebradas laterales ofrecen también pasturas de ramoneo, que no son otra cosa que especies de tolar y vegetación arbustiva localizadas en las laderas de los cerros. Actualmente éstas son el principal recurso para los rebaños, especialmente durante el invierno. La mayor diversidad y densidad de pasturas en las quebradas

laterales, tanto durante invierno como verano, posibilita el manejo de los rebaños de una manera estacional, priorizando la vegetación de quebradas para la invernada y los sectores de tolar y pastos tiernos de fondo de cuenca durante el verano.

-Distribución de Recursos Vegetales. La distribución de vegetales silvestres útiles en dietas humanas es en general dispersa, pero se destaca que los vegetales de mayor calidad dietética se concentran en los sectores con presencia de agua permanente y reparo de las quebradas laterales. Esto se debe a que en estos ambientes de desierto árido, la selección favorece el desarrollo de especies vegetales con órganos de almacenamiento de agua y nutrientes enterrados (Ruthsatz y Movia 1975). Estos bulbos son accesibles a los humanos. Las plantas de la Puna también presentan adaptaciones morfológicas al ramoneo y los episodios frecuentes de nevada y granizo (Ruthsatz y Movia 1975). Esto hace que la oferta de recursos vegetales silvestres, de utilidad dietética para los humanos, se encuentren mayormente bajo tierra. Ejemplo de esto constituyen las especies tuberosas -i.e. *Oxalis sp.*- que en invierno, pasada la época de floración, la muerte de la parte aérea de las plantas deja a los tubérculos resguardados de los herbívoros. Estos órganos de reserva permiten a las plantas sobrevivir en la época de mayor frío. Durante esta época del año los humanos pueden utilizar estos recursos disponibles bajo tierra como fuente de nutrientes.

Muchas especies con raíces carnosas se encuentran entre las cactáceas pulviniformes, totalmente ausentes en los fondos de cuenca, y entre gramíneas hierbas perennes y ciperáceas. Entre estas plantas, *Hipsocharis sp.* -soldaque- presenta tubérculos feculosos muy ricos en hidratos de carbono. Es importante destacar la presencia de papas silvestres -*Solanun acaulae* y *S. magistracolum*- además de otras especies con bulbo como *Nothoscordum andicola* y *Hieromiella speciosa* (Ruthsatz y Movia 1975). En la quebrada de Matancillas, etnográficamente se ha registrado el consumo de raíces de *Hipsocharis sp.*, *Scirpus sp* y *Juelia sp.* El uso de estas plantas es ocasional y constituyen recursos altamente localizados en sectores húmedos altamente predecibles.

Las mismas condiciones de humedad que propician la concentración de sustratos fértiles y pasturas en las quebradas laterales, también llevan a una mayor disponibilidad de vegetales de valor dietético en estos sectores. Incluyendo los frutos de algunas cactáceas y de opuntia, las semillas de pastos como *Festuca spp.* y *Chenopodium spp.*, las vainas de *Prosopis spp.* y algunas hierbas con tallos y hojas comestibles como *Tagetes andina* -seuco- y *Scirpus sp.* Todos estos recursos están ausentes en el fondo de cuenca. Además de estos vegetales, la formación de estepas de las laderas de las quebradas presenta una diversidad de recursos utilizados etnográficamente con fines rituales y alucinógenos. Lamentablemente la determinación botánica de los mismos no pudo realizarse aún, ya que los estudios comparativos están en proceso (Rumold 2001). No obstante, presentamos información preliminar de dos de estas plantas. En Matancillas se utilizan las arbustivas *yuyo colorado* -*Amaranthus spp.* - como alucinógeno preparando su floración en infusiones, y la rica rica -*Acantholippia hastulata*, en los episodios de marcación de ganado, quemando los tallos y hojas fuertemente aromáticas.

-Distribución de los Camélidos Silvestres: La información con respecto a la distribución de guanacos -*Lama guanicoe*- y vicuñas -*Vicugna vicugna*- en el Valle de SAC no está sistematizada. Es por esta razón que su discusión se basa en avistajes realizados durante la investigación, reportes etnográficos e información etológica. La información con respecto a la ecología de la conducta de los camélidos silvestres presentes en el Noroeste de Argentina, vicuña y guanaco, indican que ambas se distribuyen espacialmente en grupos sociales de diferente tamaño y en territorios defendidos. Ambas especies están presentes en la Provincia de Salta, pero las vicuñas se restringen a la Puna (Ojeda y Mares 1989).

De los camélidos sudamericanos, los guanacos son los de mayor distribución, presentando un rango altitudinal desde el nivel del mar hasta los 4.200 m/nm (Franklin 1982). Su amplia distribución se

debe a la gran flexibilidad en términos de dieta y conducta social. Una de las bases de esta flexibilidad es que pueden tanto ramonear como pastar con la capacidad para alimentarse tanto de hierbas, pastizales y arbustos. La digestión de los alimentos es más efectiva en los guanacos que en los camélidos domesticados, por lo que pueden habitar ambientes muy áridos (Franklin 1982), como los sectores de fondo de cuenca del Valle de SAC.

Los datos obtenidos para vicuñas en las reserva de Laguna Blanca –Catamarca-, Laguna Pozuelos y Abrapampa -Jujuy- muestran que la población se distribuye principalmente en las estepas de tola y tolilla, prefiriendo muy marcadamente la vegetación de vegas (Vilá 2000). Además las vicuñas son bebedoras obligadas diarias de agua -hasta dos veces por día en la temporada seca (Franklin 1982). Esto hace que la disponibilidad de agua limite su distribución a no más de una milla de la presencia de este recurso, y en algunos casos fijan hábitats permanentes. Como consecuencia de ello limitan su movilidad en relación con la calidad de la pastura, y de factores climáticos, topográficos y disturbios del hábitat (Vilá 2000). Por sus características biológicas, la distribución de las vicuñas está acotada a los sectores más húmedos con vegetación de vega de altura principalmente. El tamaño de sus territorios, la composición de los grupos y la densidad poblacional están correlacionados con la intensidad de forrajeo (Franklin 1982).

Los territorios de los guanacos son más amplios, lo cual se relaciona con los hábitos dietéticos y con la ingesta de agua periódica no diaria, dependiendo su tamaño tanto de la disponibilidad de pasturas como del tamaño de la población (Kuznar 1990). Su distribución es más dispersa, debido a la migración que ocurre en segmentos poblacionales (Franklin 1982, Flannery y Marcus 1989). La composición de los grupos sociales de guanacos y vicuñas varía temporalmente, principalmente de acuerdo a la temporada reproductiva y a las fluctuaciones de las pasturas. Lo importante para remarcar es que tanto vicuñas como guanacos, si bien difieren en la escala de sus territorios, se distribuyen agrupadamente en los sectores de mayor abundancia de vegetación y en rangos que aunque varían en extensión, dependen de la presencia de agua. Como plantea Aldenderfer (1998), debido a que tanto vicuñas como guanacos son altamente territoriales, ambos son recursos predecibles para la caza, aunque por su mayor localización las vicuñas son más predecibles (Aldenderfer 1998, Yacobaccio 2001).

En la puna de Salta los camélidos silvestres presentan una amplia dispersión. En el Valle de San Antonio de Los Cobres durante el trabajo de campo hemos registrado la presencia de grupos de ambas especies tanto en los sectores de quebradas laterales como en los ambientes de fondo de cuenca. En la quebrada de Matancillas se registró, durante los comienzos de la temporada de invierno, la presencia de un grupo de vicuñas en los sectores de ladera y en abrevaderos de fondo de quebrada. Los pobladores locales nos informaron que la presencia de vicuñas es habitual en la quebrada, principalmente durante horas tempranas de la mañana, luego de lo cual se retiran a los sectores altos de los cerros. También informaron la mayor abundancia de estos animales en la vecina Vega del Charco, una gran vega emplazada sobre el margen oriental de la Cordillera de los Cobres, periódicamente visitada por los pobladores locales para la caza de estos animales.

En cuanto a grupos de guanacos, estos han sido registrados solamente en los sectores de fondo de cuenca, en las inmediaciones del río Los Patos y de Nueva Pompeya, al Sur de la localidad de San Antonio de los Cobres, durante abril de 1999 y marzo de 2000. Según nuestros informantes la presencia de guanacos en la cuenca de SAC era habitual, la cual fue mermando hasta convertirse en ocasional durante los últimos años. Por otra parte las vicuñas no han sido registradas en este sector. Sin embargo, dada la preferencia de los pastizales de vegas de estos animales, en el pasado las pequeñas vegas de fondo de cuenca debieron haber sido atractivas también para las vicuñas.

En la actualidad en el Valle de SAC, tanto vicuñas como guanacos son especies en vías de extinción local, especialmente las primeras, debido a la caza humana y a los disturbios de los hábitats preferenciales de distinta índole. No obstante esto, es posible realizar una serie de generalizaciones con

respecto a la distribución esperada de estos camélidos a partir de la discusión precedente. De acuerdo con Franklin (1982) en los valles angostos andinos -como el Valle de SAC y sus quebradas laterales- guanacos y vicuñas tienden a establecer territorios linealmente a lo largo de los valles, utilizando los fondos de los valles para la obtención de aguas y alimentos, y los sectores altos de las serranías para dormir, fuera del alcance de los predadores. De acuerdo con esto, para el Valle de SAC, la mayor abundancia de vicuñas debió registrarse en las quebradas laterales con presencia de vegas y pastizales y fuentes de agua permanente, mientras que los guanacos debieron distribuirse agrupadamente, en rangos más amplios inclusivos, tanto de sectores de fondo de cuenca como de quebradas laterales.

-Distribución de otros recursos: Otros recursos potenciales de caza son vizcachas de la Puna -*Lagidium viscacia*- y suris -*Pterocnemia pennata garleppi*. Las vizcachas son muy predecibles, debido a que se distribuyen agrupadamente en microhabitats rocosos asociados a pastos tiernos (Ojeda y Mares 1989). Su mayor frecuencia es esperable en las quebradas laterales. Etnográficamente, en Matancillas estos recursos son muy abundantes en los sectores más húmedos de la quebrada, presentándose muy localizados, y ocasionalmente utilizados. En cambio en los fondos de cuenca su disponibilidad está restringida a roquedales vecinos a las vegas y la vegetación de tolar más tierna de los piedemontes.

En cuanto al suri, actualmente no es frecuente en el Valle de SAC; sin embargo ha sido avistado en los sectores más alejados de la presencia humana, tanto en quebradas como en el fondo de cuenca. Por sus hábitos alimenticios presenta una distribución espacial más extendida que las vizcachas, abarcando todos los sectores con vegetación de estepas no superiores a los 4.000 m/nm. Aunque biológicamente se caracterizan por una estructura poblacional de baja densidad y muy fluctuante, por su organización en grupos de 2 a 10 individuos tanto en verano como en invierno, son recursos predecibles y agrupados. Especialmente en los sectores de vegetación de *Adesmia sp.* y *Acantholipia sp.* (Cajal 1988). Temporalmente son predecibles en mayor abundancia durante la temporada de verano luego de las pariciones. Estos también torna predecibles los huevos de estas aves, en sectores de pastizales donde anidan, y que son más frecuentes en las vegas de los fondos de quebrada. Sin embargo los suris pueden ser muy elusivos de la presencia humana, que afecta los sectores de anidación y por lo cual evitan estos hábitats. Esto tiene implicancias en las dietas humanas, ya que la frecuencia de encuentro de estos animales puede ser muy baja debido a las perturbaciones del hábitat producida por la presencia misma de poblaciones humanas, sin necesidad de sobrecaza.

Otros recursos importantes son los tecnológicos, las Quebradas Laterales presentan bancos de arcilla de buena calidad para la manufactura cerámica (Camino 2003). Estos bancos están altamente localizados en la base de los faldeos y varían mucho por su contenido natural de inclusiones antiplásticas. La localización de los bancos de alta calidad es información crucial para los ceramistas actuales, quienes claramente distinguen entre arcilla mala y arcilla buena para la confección de cerámica. Por otra parte, las arcillas en el fondo de cuenca por su alto contenido de inclusiones plutónicas y sedimentarias de grano grueso, localizadas mayormente en los piedemontes, son de mala calidad en términos de plasticidad, y actualmente no son utilizadas.

En cuanto a las materias primas líticas, la distribución de rocas está condicionada por las geoformas dominantes y por la litología de sus formaciones. En las quebradas laterales de origen principalmente plutónico y metamórfico predominan los cuarzos y granitos, brindan rocas de calidad variable para la talla y la confección de filos. En sectores localizados se encuentran sílices, andesitas y otras rocas como la calcedonia. Esto es válido para Matancillas. Sin embargo, en la mesoescala puede generalizarse que existe una mayor disponibilidad de rocas de buena calidad en el fondo de cuenca. Se trata de rocas metamórficas y plutónicas de grano fino, sílices y vidrios volcánicos de baja calidad por el pequeño tamaño de los módulos, y las inclusiones que la tornan quebradiza. Estas últimas son

las fuentes de obsidias de Ramadas (Viramonte *et al.* 1988), que, aunque existen cuatro afloramientos, éstos no difieren sustancialmente en su calidad tecnológica. En el Fondo de Cuenca los grandes guijarros de acarreo del río SAC, aunque principalmente graníticos, presentan una alta diversidad de rocas de calidad variable, destacándose las tobas silicificadas y otras rocas metamórficas de grano fino.

6.3-Variación de las Temperaturas y Frecuencia de Heladas

Los resultados de las actividades agropecuarias en la Puna están sujetos a distintas fuentes de variación ambiental, que pueden ser temporalmente predecibles o impredecibles. Entre las primeras se destacan las variaciones -relacionadas con las temporadas estivales e invernales- de las temperaturas y las heladas, y la estacionalidad. Entre las segundas se destacan las fluctuaciones interanuales. En este apartado se analiza la variación de temperaturas y heladas, que por su naturaleza brinda un marco de predictibilidad para la toma de decisión económica.

Las variaciones amplias de las temperaturas diarias y las temperaturas nocturnas inferiores a los 0°C durante todo el año son factores ambientales que operan en la ecología animal y vegetal de mesoescala, impactando en los procesos de desarrollo y en los aspectos funcionales. La Figura 4.5(a) presenta las temperaturas del Valle de SAC del período 1927-1938. Obsérvese que aunque las temperaturas medias mensuales y sus extremos tienen un patrón predecible en términos de estacionalidad, las temperaturas negativas –mínimas medias y absolutas- presentan una banda de amplitud que varía anualmente entre los 4°C y los -13°C. Paralelamente la frecuencia de heladas presenta un patrón fuertemente estacional, y con heladas también presentes durante el ciclo de siembra-cosecha, para el mismo período—Figura 4.5(b). Estas condiciones, de extremos fríos y alta frecuencia de heladas, son altamente limitantes de los cultivos; especialmente del desarrollo de las plantas en las etapas iniciales de crecimiento y en las etapas de floración. Sus efectos se expresan en la mortalidad, la pérdida de inflorescencias y el poco desarrollo de las plantas, lo cual finalmente determina, junto con la aridez, el bajo rendimiento general de los cultivos (Ruthsatz y Movia 1975).

Para el ganado de llamas estas temperaturas negativas afectan con mucha intensidad al estado sanitario de las crías, las cuales pueden morir por hipotermia o enfermedades relacionadas con el frío. Es importante destacar que la incidencia de los extremos de temperatura tiene implicaciones claras en las conductas de selectividad de los ambientes residenciales, de manejo de cultivos y ganado y de producción de tecnologías dependientes de la temperatura –i. e. cerámica. La selectividad de ambientes residenciales está sesgada por la búsqueda de microambientes que atemperan las condiciones de mesoescala. Las quebradas laterales constituyen estos espacios, mientras que los sectores de fondo de cuenca son los más expuestos.

Por otra parte, los extremos fríos nocturnos, predominantes durante todo el año, demandan una mayor inversión en la construcción y mantenimiento de estructuras apropiadas para el uso residencial humano, con ambientes artificiales para mantener el calor. Esto además requiere un mayor consumo de leña para el fuego nocturno. En la Quebrada de Matancillas sus pobladores habitan en casas rectangulares de cimientos de piedras y paredes de barro batido. En los fondos de cuenca de SAC hemos observado casas excavadas en donde el piso habitacional se encuentra a 1,5 mts. por debajo de la superficie y con techumbre compacta de material vegetal. En estos casos etnográficos la diferenciación morfológica de las estructuras residenciales humanas varía en relación con las características locales del paisaje. La inversión en la construcción de ambientes artificiales también se espera para la protección de vegetales y crías de llamas. En efecto, la construcción de paredes de pirca –rocas apiladas- y de canales de riego, disminuye los efectos negativos de las heladas y los vientos. La retención de la humedad de los campos atenúa los efectos negativos de las heladas. En cuanto a la inversión de estructuras para el ganado, etnográficamente

hemos observado en Matancillas el uso y mantenimiento de corrales pequeños para el encierro de madres y crías durante el invierno, para evitar las consecuencias de las bajas temperaturas sobre las crías.

Los extremos climáticos también afectan a la demanda de la producción de tecnologías. Particularmente de vestimenta de abrigo. Etnográficamente la producción y el uso de textiles de lana de llama y oveja son los más generalizados, siendo estas materias primas recursos determinantes de la producción pastoril además de la carne. Otra tecnología afectada por los extremos de las temperaturas es la cerámica. En efecto, la variación diaria de las temperaturas propicia la formación de fisuras por congelamiento, contracción y dilatación en las etapas de precocción, lo cual hace que las vasijas estallen en los hornos. Etnográficamente, la producción de cerámica en Matancillas se restringe a los meses de noviembre y diciembre, cuando los extremos de temperatura son menores.

También hay que destacar los efectos para la biología humana de estos extremos climáticos, que se expresan por una alta frecuencia de enfermedades relacionadas con el frío, especialmente entre neonatos y que explican gran parte de la mortalidad infantil de poblaciones malnutridas. En el nivel de la población este estrés afecta el esfuerzo reproductivo, y la estructura demográfica (Muscio *et. al.* 2001). Además, junto con la hipoxia, el clima frío demanda una mayor ingesta de calorías y grasas, lo cual afecta la selectividad dietética. Es importante resaltar que la magnitud de la variación en las temperaturas diarias es predecible, ya que está asociada con la estacionalidad, pero en escalas diarias es totalmente impredecible. Especialmente durante la estación húmeda.

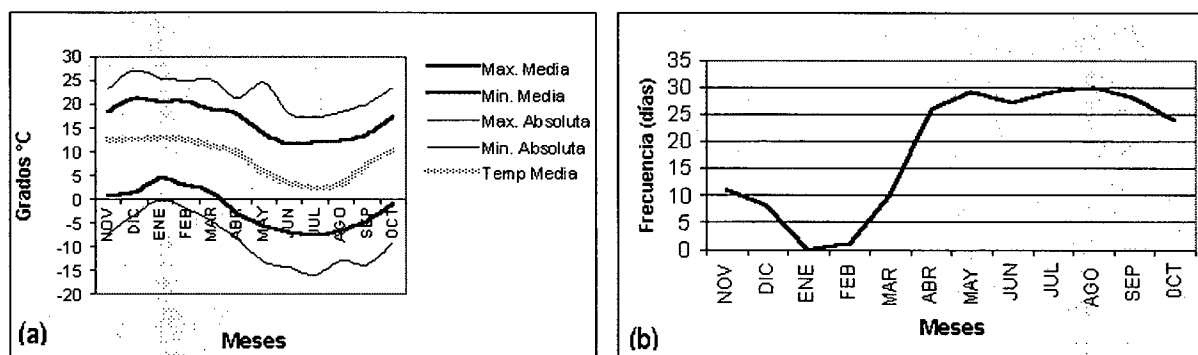


Figura 4.5: Temperaturas y Heladas en el Valle de SAC. Los registros son del período 1927-1938; (a): Temperaturas máximas, mínimas y medias por meses del año (b): Frecuencia de días con heladas por meses del año. Datos del Servicio Meteorológico Nacional.

6.4 – Estacionalidad

Como en el resto de la Puna, en el Valle de SAC el régimen de precipitaciones es marcadamente estacional. Esto afecta fuertemente a las actividades productivas, por el alto contraste entre la temporada húmeda –estival- y la temporada seca –invernal-. En este marco la producción durante el ciclo anual es de carácter discontinuo ya que la producción de los recursos para satisfacer los requerimientos anuales depende mayormente de la abundancia de las precipitaciones durante la estación húmeda. La Figura 4.6 presenta los registros de precipitaciones medias mensuales, tomados durante 42 años consecutivos -1949-1991- (Bianchi y Yáñez 1992). Es muy importante destacar la concentración de las precipitaciones entre los meses de Noviembre a Marzo, siendo nulas las precipitaciones en el resto del año.

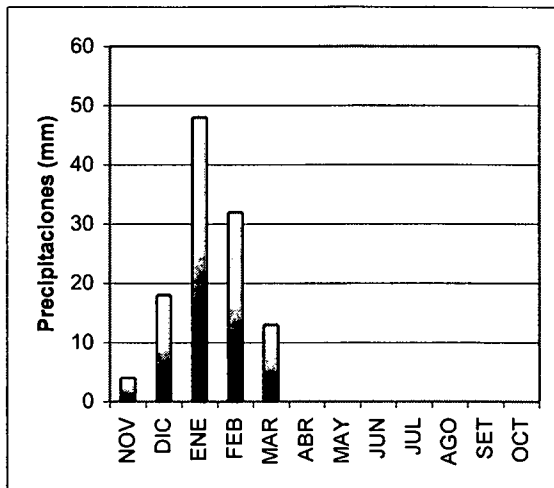


Figura 4.6: Distribución de Precipitaciones Mensuales Medias en el Valle de SAC. Registros correspondientes al periodo 1949-1991. Se destaca la concentración de lluvias durante la temporada estival. Datos de Bianchi y Yañez 1992

El comienzo de las lluvias en Noviembre determina un calendario agrícola en el cual es crítico anticipar las labores de presiembra y siembra para aprovechar las primeras precipitaciones que proporcionan la humedad necesaria para el cultivo. Hay una clara presión temporal para llegar a los meses de mayor precipitaciones -Enero y Febrero- con los cultivos con suficiente desarrollo radicular y aéreo para aprovechar estas lluvias, que son críticas para el desarrollo y el rendimiento final de los cosechas. La característica totalmente predecible de la variación estacional posibilita la planificación y organización de las tareas productivas y predatorias. Esto implica que se deben planificar el uso y la selección de los espacios productivos, la selección de variedades vegetales basándose en la duración del ciclo siembra-cosecha, la organización del trabajo productivo, y la inversión general del tiempo, por ejemplo el destinado a actividades tales como la manufactura de tecnologías. En cada uno de estos aspectos los errores de toma de decisión son de muy alto costo, por lo cual deben predominar los mecanismos de *transmisión cultural sesgada* (*sensu* Boyd y Richerson 1985), operando a partir de sesgos adaptativos que varían de acuerdo a las particularidades de los hábitats ocupados. Consideraciones similares son pertinentes con respecto al pastoralismo, ya que la estacionalidad determina la temporada de pariciones, y la disponibilidad de agua y pasturas. Esto, etnográficamente fue observado por nosotros en la quebrada de Matancillas –ver Capítulo 6- y por Göbel (2001) en Huancar en el área vecina de Susques. En cuanto a los camélidos silvestres, la estacionalidad está asociada con la frecuencia de alimentación. En efecto, estos animales pastorean más tiempo durante los meses de mayor pobreza de pasturas -abril y mayo-, lo cual los hace más frecuentes durante el día para las actividades de caza, y más predecible espacialmente, en las zonas de pasturas resistentes. Esta información es de gran importancia para programar las actividades de caza.

Un aspecto clave derivado de la estructura geomorfológica del Valle de SAC y que tiene implicaciones para la planificación estacional del uso del espacio es su acotada variación altitudinal entre los fondos de quebrada y el fondo de cuenca. Esto se debe a que las geoformas dominantes son cerros y volcanes muy elevados en sus cúspides, y de gran pendiente hacia los fondos de quebradas, sin sectores altitudinales útiles para la instalación humana en cotas intermedias entre los fondos de quebrada y las cúspides de las montañas, salvo los sectores bajos de ladera –ver Figura 4.3.

En la mesoescala el rango altitudinal de los espacios habitables va de los 3.800 m/nm en las quebradas laterales y los 3650 m/nm en el fondo de cuenca. Esto responde a las pendientes suaves de los fondos de quebradas, orientadas en plano hacia el fondo de cuenca. Además este último presenta diferencias de altitud y relieve propias de su génesis aluvial. La baja altitud relativa de las quebradas

laterales, y la protección a los agentes meteorológicos, hacen que en estos sectores los inviernos sean menos rigurosos, y el impacto de la estacionalidad sobre los ecosistemas locales sea menor.

En la actualidad, los agricultores y pastores con mayor posesión de terrenos bajo su propiedad, utilizan durante el invierno estos sectores por la mayor abundancia de sus pasturas, y la menor exposición a las nevadas. Los espacios de fondo de cuenca son utilizados en verano para aprovechar los brotes tiernos de vegetación principalmente arbustiva. Precisamente la extensión de territorios y la cantidad de puestos para el pastoreo de invernada que se posee en las quebradas laterales son considerados indicadores de riqueza, al igual que la cantidad de hacienda –ver Capítulo 6.

6.5- Fluctuación de las Precipitaciones

Las fuentes de riesgo más importantes en la Puna –definiendo al riesgo como la variación estocástica que afecta en los resultados adaptativos de una conducta determinada (Winterhalder y Lu 1999)- son las fluctuaciones interanuales de las precipitaciones -que pueden tener efectos catastróficos en los rebaños y en los cultivos-, la ocurrencia de heladas -que afecta principalmente a los cultivos y a las crías de ganado -, el ataque de predadores, y las enfermedades que atacan al ganado y los cultivos. Dentro de este conjunto, la fluctuación de las precipitaciones es la fuente de riesgo con más incidencia en toda la estructura productiva agropastoril, ya que afecta directamente a la disponibilidad de agua y a la producción de biomasa primaria (Muscio 1996, 1998).

A pesar del patrón de estacionalidad en la Puna Argentina, la caída de precipitaciones varía de año en año de manera totalmente impredecible, registrándose años con ausencia total de precipitaciones. Esta variación de alta frecuencia implica un contexto de toma de decisión de muy alto riesgo. La variación suele presentar una magnitud muy alta, produciendo años de sequía que afectan a todos los niveles tróficos (Muscio 1998). Este desbalance hídrico para la subsistencia humana puede ser catastrófico, llegando hasta la pérdida total de los herbívoros de mayor rendimiento -domésticos o silvestres-, de las cosechas y el desecamiento completo de las vegas. Precisamente durante los años 1995-1996 ocurrieron sequías que diezmaron los rebaños de SAC.

La Figura 4.7(a) muestra la distribución de frecuencias de las precipitaciones medias de la Puna de Argentina -ver Muscio 1998. La serie se basa en los registros de 8 estaciones meteorológicas de la puna de Salta y Jujuy, con 57 años consecutivos de mediciones (Bianchi y Yañez 1992). Es importante destacar la tendencia gaussiana de la distribución, lo cual permite estudiar las propiedades del riesgo en términos de su media - μ - y su desvío estándar - σ -, y en relación al umbral de requerimientos adaptativos (Winterhalder y Goland 1997). De tal modo, se puede interpretar a este patrón como una distribución de probabilidades tendiente a la normalidad de los resultados de las estrategias de subsistencia humana dependientes de las precipitaciones. Hacia el extremo izquierdo de la campana se ubican los casos en que hubo años malos o de sequía; traduciéndose esto en una disminución general del retorno buscado o un mal resultado del período. Estos años son estadísticamente impredecibles en intervalos de corto plazo: interanuales (Muscio 1998). Estas fluctuaciones, junto con otras contingencias aleatorias, determinan el contexto de riesgo para los nichos económicos humanos en la Puna, por lo cual puede considerársele un factor de selección natural de primer orden para el estudio arqueológico de la evolución de adaptaciones humanas sensibles a esta presión selectiva. Principalmente en términos de estrategias de uso del espacio, selectividad de presas y amplitudes de dieta, estrategias tecnológicas y conectividad biológica entre poblaciones humanas (Muscio 1998, 2002).

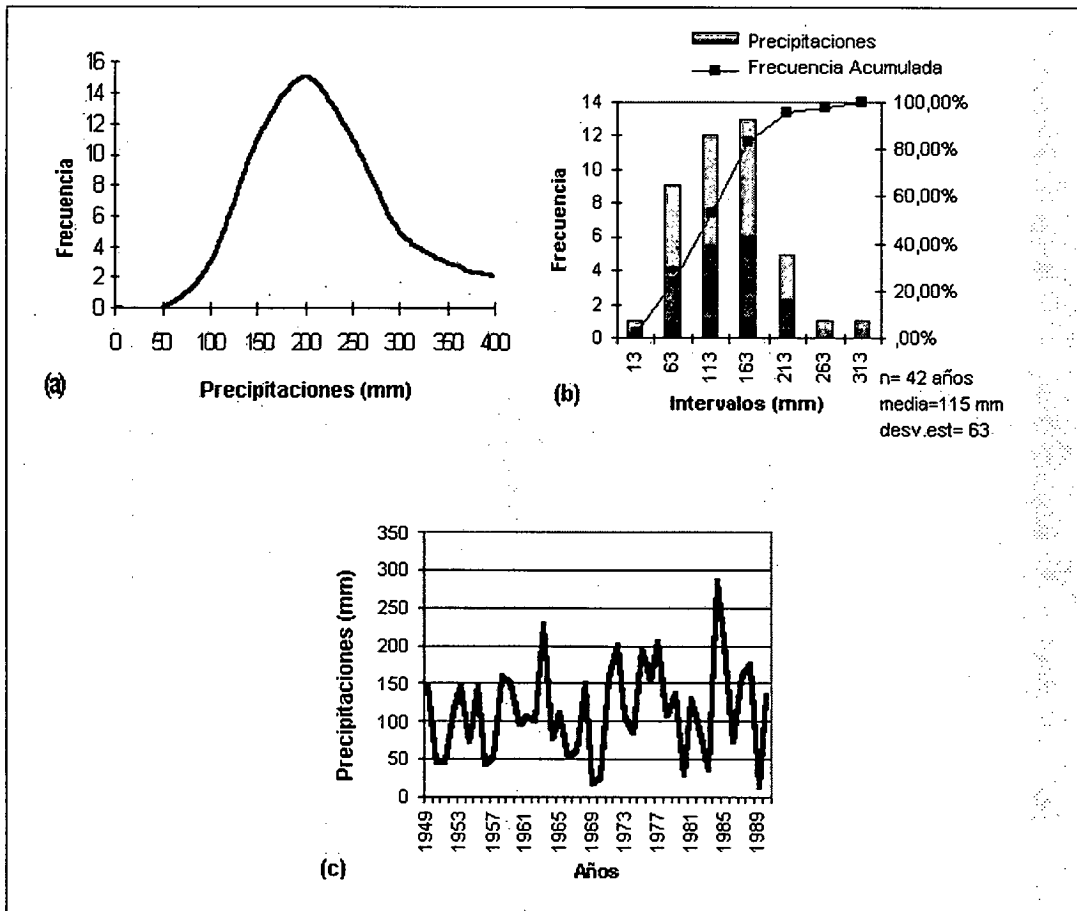


Figura 4.7: Patrones de las Precipitaciones Anuales de la Puna Argentina: (a): Distribución de las precipitaciones anuales medias, de registros que provienen de ocho estaciones meteorológicas, durante un intervalo de 57 años consecutivos -1934 a 1991; (b): Histograma de frecuencias de precipitaciones anuales en el Valle de SAC y frecuencia acumulada -intervalo 1949 a 1991; (c) Frecuencias y fluctuaciones anuales de las precipitaciones en el Valle de SAC - intervalo 1949 a 1991-. Todos los datos están tomados de Bianchi y Yañez 1992.

El Valle de SAC es un área mucho más árida que el promedio de la Puna - $\mu = 115 \text{ mm}$, $\sigma = 63 \text{ mm}$ - lo que acrecienta las situaciones de riesgo. La distribución de precipitaciones anuales, en un intervalo consecutivo de 42 años, muestra una tendencia similar a la de toda la Puna -Figura 4.7(b). Nótese que la frecuencia acumulada en el 80% no supera los 163 mm de precipitaciones anuales, y en el 40 % los 63 mm, correspondiendo a un desvío estándar. Claramente esta región es en extremo árida y riesgosa. El conjunto de las actividades pastoriles y agrícolas de la región está expuesto a la disminución o ausencia interanual de las precipitaciones, que afectan directamente a la disponibilidad del agua de la que dependen los cultivos, los rebaños y también los pastos. En los episodios de mayor magnitud en la disminución de precipitaciones la duración de los eventos de sequía puede abarcar más de un año consecutivo.

En la escala regional, toda la Puna es afectada sincrónicamente por estos episodios de fluctuaciones anuales en las precipitaciones, destacando que pueden estar asociados con los fenómenos ENSO. En el Valle de SAC la disminución de las precipitaciones durante largos periodos de tiempo es muy marcada -Figura 4.7(c). Nótese la asociación de años de sequía severa, de gran magnitud, que en la serie alcanza tres años consecutivos -ver Muscio (1996 y 1998) para más detalles. Tales eventos por su crudeza pueden ser catastróficos, y obligar al abandono del hábitat local y la búsqueda de otros *patches*.

Sin embargo, dada la estructura de las redes hídricas locales, los efectos de las fluctuaciones pueden amortiguarse mediante estrategias de uso del espacio diversificado. Esto puede ser función de la sincronía del desecamiento de las fuentes de agua para riego y de la disminución de las pasturas. En estos términos, la estructura hídrica de las quebradas locales presenta una mayor diversidad de cauces con nacientes en las quebradas altas que tienen distintos ritmos de desecamiento ante eventos de disminución de precipitaciones de mesoescala.

En el fondo de cuenca la situación es totalmente inversa, ya que la fuente de agua principal, el Río San Antonio de los Cobres, cuando reduce su caudal o se seca completamente, lo hace de manera sincrónica con el desecamiento de los pequeños arroyos de las planicies. Por esta razón la instalación residencial en los sectores de fondo de cuenca están expuestas al riesgo de una manera que no pueden manejarse adaptativamente con estrategias que promedian la variación a partir de la diversificación del uso de espacios distintos (*sensu* Winterhalder y Lu 1999).

7- Calidad de Hábitats Para la Instalación Residencial en el Valle de SAC.

En las secciones anteriores analizamos la variabilidad espacial y temporal del área de estudio, identificando diferencias cualitativas en los geoambientes del Valle de SAC. Considerando el potencial de estos ambientes para la implementación de estrategias económicas agrícolas y pastoriles, las quebradas laterales constituyen los hábitats preferenciales, de mayor calidad, para el establecimiento de ocupaciones humanas sedentarias, presentando en una distribución de los recursos críticos espacialmente discontinua y más predecible que el fondo de cuenca. La Tabla 4.2 resume esta información, presentando las diferencias cualitativas entre quebradas laterales y fondo de cuenca para el establecimiento de nichos humanos de producción de alimentos.

Desde una perspectiva evolutiva se deben remarcar dos aspectos del entorno selectivo del Valle de SAC. La primera es que por sus propiedades ecológicas de mesoescala el Valle de SAC y zonas aledañas, constituye un espacio muy duro para la colonización humana con estrategias de producción de alimentos, demandando adaptaciones de alto costo. La baja productividad ecológica de este ambiente, sus condiciones de extrema aridez y la magnitud e impredecibilidad de las fluctuaciones que la afectan determinan contextos de riesgo, propensos a crisis adaptativas. Este entorno demanda una alta inversión en tiempo y energía en las conductas de subsistencia y reproducción, que afectan la relación costo-beneficio del comportamiento adaptativo.

La segunda cuestión a resaltar es que la heterogeneidad espacial en escalas locales ofrece geoambientes con diferentes propiedades, que morigeran las condiciones extremas de mesoescala. De tal manera, la estructura del paisaje se presenta como una distribución de hábitats potenciales que difieren mucho en su calidad para el establecimiento de poblaciones humanas con una estrategia de uso residencial estable –sedentaria- y nichos económicos basados en la producción de alimentos, siendo las Quebradas Laterales los espacios de mayor calidad.

Esta característica del Valle de SAC, derivada principalmente de su estructura geomorfológica que da lugar a Quebradas Laterales de baja altitud relativa y alta humedad, es importante para la construcción de modelos acerca del uso estacional del espacio, que pueden no corresponderse con los formulados en otras áreas. Por ejemplo en Antofagasta de la Sierra –Puna de Catamarca- se plantea una situación diferente, donde los Fondos de Cuenca son los mejores espacios para los cultivos el establecimiento residencial (Olivera 1991).

Propiedades de Los Geoambientes	Quebradas Laterales		Fondo de Cuenca		
	Ladera	Fondo de Quebrada	Aluviones No Aterrazados	Aluviones Aterrazados	Faja de Piedemonte
Disponibilidad de Sustratos para Cultivos	Baja	Alta	Muy Baja	Muy Baja	Nula
Disponibilidad de Pasturas Para Rebaños	Alta	Alta	Baja	Baja	Baja
Protección a los Agentes Climáticos Para Cultivos	Alta	Alta	Nula	Nula	Nula
Presencia de Vegetales Comestibles	Alta	Alta	Baja	Baja	Baja
Presencia de Agua Permanente	Alta	Alta	Alta	Baja	Baja
Frecuencia de Guanacos	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta
Frecuencia de Vicuñas	Alta	Alta	Baja	Baja	Baja
Disponibilidad de Otras Presas de Caza (Vizcacha, Suri)	Baja	Alta	Baja	Baja	Baja
Disponibilidad de Leña	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Impacto de la Estacionalidad Sobre Cultivos y Pasturas	Alto	Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto
Predictibilidad de las Fluctuaciones Interanuales	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula
Impacto de las Disminución de las Precipitaciones	Alto	Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto
Impacto del Aumento de las Precipitaciones	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
Disponibilidad de Bancos de Arcilla Para Materia Prima	Alta	Alta	Baja	Baja	Baja
Disponibilidad de Recursos Líticos	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Estructura Espacial de los Recursos	Agrupados y Predecibles		Agrupados y Menos Predecibles		
Calidad para el establecimiento residencial agrícola y pastoril	Superior		Inferior		

Tabla 4.2: Ranking Cualitativo de Para el Establecimiento Residencial Agrícola y Pastoril de los Sectores de Fondo de Cuenca y Quebradas Laterales del Valle de SAC. Ranking determinado a partir de la variación de recursos en los distintos geoambientes. Las quebradas laterales son los ambientes de mayor calidad para el establecimiento residencial de poblaciones humanas con nichos agrícolas y pastoriles.

Tanto las propiedades de mesoescala del entorno adaptativo del Valle de SAC como las marcadas diferencias en la calidad de geoambientes y hábitats potenciales propician el análisis arqueológico del rol de la evolución selectiva optimizante en el establecimiento de nichos humanos locales con estrategias de producción de recursos, y del rol de los mecanismos de toma de decisión y transmisión cultural adaptativa. Esto demanda la aplicación de modelos generales de conducta óptima y transmisión cultural. La discusión de los mismos constituye el tema del próximo capítulo.

CAPÍTULO 5

MODELOS SELECCIONISTAS PARA EL ESTUDIO DE LA DINÁMICA EVOLUTIVA DE NICHOS HUMANOS CON PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

Introducción

En el Capítulo 3 se estableció el principal supuesto teórico aquí adoptado: que la conducta humana siempre que exista variación, independientemente de cómo sea creada, puede generar procesos de evolución selectiva en varios niveles de los constituyentes fenotípicos mediante sesgos -genéticos o culturales- que controlan el éxito replicativo de los mismos. A partir de este razonamiento son de utilidad para la investigación de patrones arqueológicos los principios y modelos de la Ecología del Comportamiento Humano y de la Teoría de la Transmisión Cultural mediante hipótesis de trabajo que especifican la dirección de tales sesgos.

En esta perspectiva, es fructífera la incorporación de la Teoría Evolutiva de Metapoblaciones, ya que proporciona una serie de modelos para abordar, entre otros aspectos, el estudio de procesos de colonización y persistencia poblacional en hábitats particulares, como una función de la calidad de los mismos y de los efectos de la conectividad entre poblaciones locales –la resultante del movimiento de los organismos entre las subpoblaciones (Hansky 1998). Arqueológicamente los efectos de la conectividad pueden ser investigado a partir de registros biológicos o materiales, que indiquen interacciones entre poblaciones, incluyendo las que dan lugar a procesos de transmisión de rasgos culturales (Muscio 2002).

Este capítulo está de lleno orientado al trabajo teórico, mediante la discusión de algunos aspectos críticos para el estudio de los procesos de evolución de nichos humanos con producción de alimentos que se desprenden de los marcos teóricos seleccionistas arriba señalados. El trabajo teórico tiene por objetivo construir un modelo general, para el estudio de procesos de poblamiento y evolución de nichos humanos con producción de alimentos en áreas marginales, como la Puna, enfocando la discusión a poblaciones que incluyen en su nicho a la agricultura, como es nuestro caso de estudio.

Para facilitar la exposición, primero se presenta el modelo seleccionista de nicho. Luego, en el marco de la Ecología del Comportamiento Humano, se aborda el modelo más general de optimización --el de beneficios con retornos marginales decrecientes y costos crecientes, continuando con el modelo de Amplitud de la Dieta y el Modelo Z-Score de manejo adaptativo de riesgo. Seguidamente, desde la Teoría de la Transmisión Cultural y el Modelo de Herencia Dual se presentan los mecanismos de Variación Guiada y Transmisión Sesgada, discutiendo su potencial para el estudio de patrones arqueológicos. Posteriormente el trabajo teórico continúa en el marco de la Teoría de las Metapoblaciones, a partir del cual se construye el Modelo de Homogenización de la Calidad de los Hábitats Locales de una Metapoblación y del cual se deriva el Modelo de Metapoblación de Fracciones Desiguales de Calidad Decreciente, para discutir la dinámica poblacional en escalas arqueológicas por la cual pueden proliferar en ambientes marginales como la Puna, innovaciones tecnológicas que selectivamente cambian la estructura de los nichos económicos humanos, centrándonos en la discusión de la evolución de nichos económicos que incluyen a la agricultura en entornos selectivos de riesgo. Finalmente a partir de todo el trabajo teórico se derivan y se presentan las hipótesis de investigación a discutir en el plano empírico, sobre la base del registro arqueológico del Valle de SAC.

1- El Modelo de Nicho

En biología evolutiva se define al nicho como al conjunto de las adaptaciones de un organismo a las múltiples dimensiones del entorno (Pianka 1982), que evoluciona selectivamente (Eldredge 1989) --Figura 5.1. De manera simple el modelo de nicho (N) para un tiempo (t_1) resulta de la sumatoria de las adaptaciones (a) con relación a las dimensiones (i), de un entorno (e), en la ecuación:

$$N_{(t_1)} = \sum a_{ij}(t_1) \quad (5.1)$$

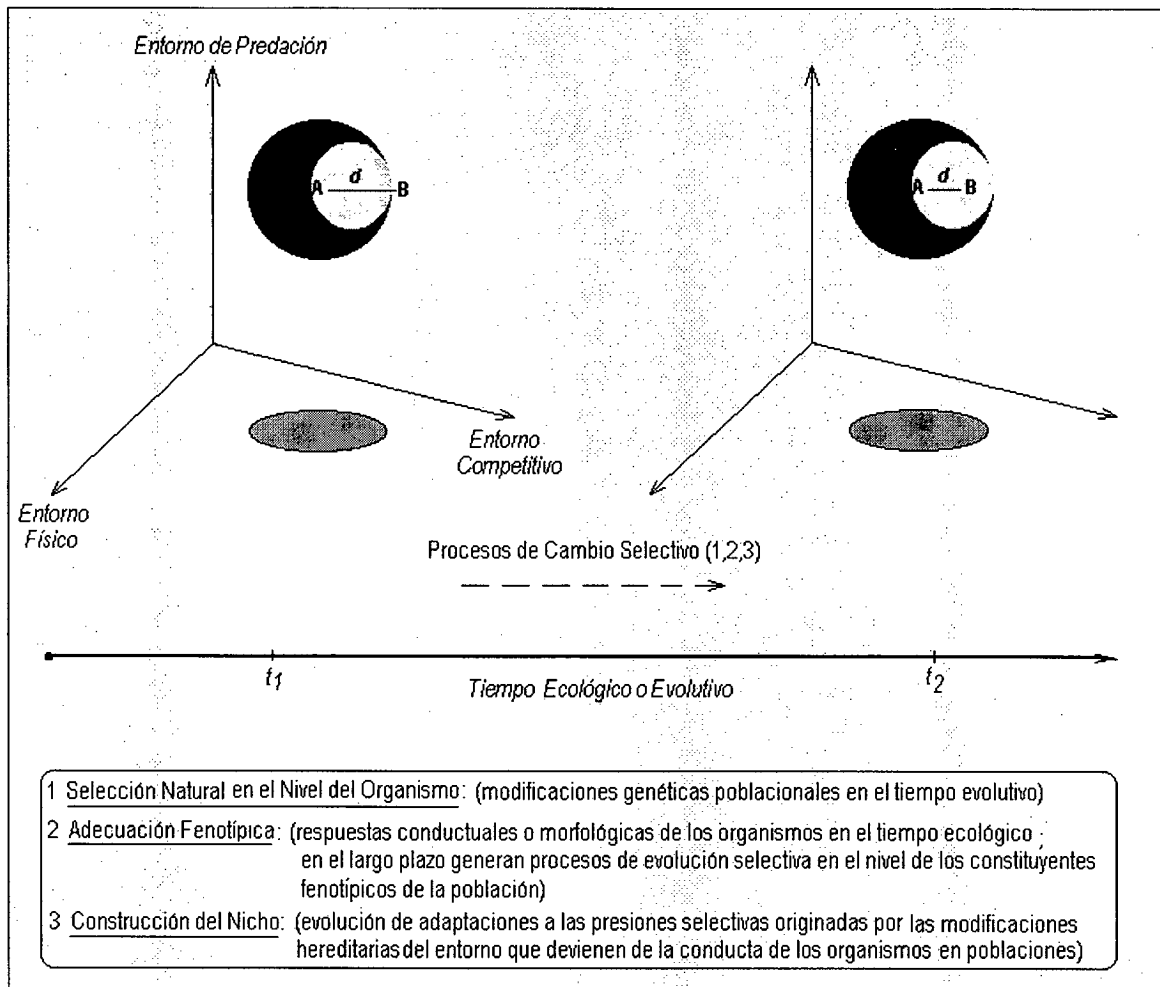


Figura 5.1: Modelo Seleccionista de Nicho y Principales Procesos de Cambio que lo Afectan en el Tiempo Ecológico y Evolutivo. Modificado de Laguens 1999:10, y Pianka 1982

La dinámica del nicho comprende cambios producidos por: 1) la evolución selectiva en el nivel del organismo (Pianka 1982, Eldredge 1989), 2) la adecuación fenotípica por cambios morfológicos o conductuales contingentes con la dinámica del entorno selectivo en escalas ecológicas (Winterhalder y Smith 1992, Winterhalder 2001, Smith 2001) como señalan Winterhalder y Goland (1997), operando en el largo plazo, también genera evolución selectiva Darwiniana ya que produce cambios acumulativos en el repertorio del comportamiento poblacional, y 3) la construcción del nicho, que es el cambio evolutivo por presiones selectivas derivadas de las modificaciones hereditarias del entorno por la conducta de los organismos en poblaciones (Laland *et.al.* 2001).

En cada uno de estos procesos las variables clave son las características morfológicas y cognitivas de la especie - que canalizan el comportamiento probable - y las propiedades sociales, ecológicas y demográficas del entorno selectivo - que imponen las restricciones al comportamiento probable - (Foley 1995), en una variedad de escalas espaciales y temporales (Hutchinson 1965). La Figura 5.1 ilustra el modelo de nicho multidimensional, considerando tres dimensiones relevantes que son fuente de presiones selectivas. En este modelo el fenotipo ideal (A) está perfectamente adaptado a cada una de las dimensiones del entorno selectivo. Este es el fenotipo óptimo frente al cual cualquier otro fenotipo distinto es selectivamente desplazado. Sin embargo cualquier fenotipo real (B) estará a una distancia (d) del óptimo ideal. De tal modo la distancia entre A y B sirve para comparar la medida en la cual los organismos se aproximan a lo óptimo, aumentando o disminuyendo sus probabilidades de supervivencia y reproducción -ver Laguens (1999) para una discusión más exhaustiva en términos arqueológicos. En el tiempo ecológico -intergeneracional- se espera que el cambio hacia lo óptimo ocurra como adecuaciones fenotípicas de los organismos. En la escala evolutiva -transgeneracional- el cambio ocurre principalmente por la selección natural Darwiniana operando tanto en el nivel del organismo como en el nivel de los constituyentes fenotípicos, y expresándose poblacionalmente. En el gráfico esta situación se expresa por el acortamiento de la distancia entre A y B que tiene lugar durante el tramo temporal de t_1 a t_2 , ilustrando un proceso de evolución selectiva optimizante. Sobre la base del modelo de nicho, en Arqueología Evolutiva se pueden plantear hipótesis particulares para estudiar en que medida el comportamiento humano y sus artefactos se ajustaron a lo óptimo en entornos particulares, definido desde modelos más generales. Laguens (1999) considera a la ecuación (5.1) como a la función que define a un espacio adaptativo arqueológico. Desde la perspectiva del nicho aquí adoptamos esta propuesta, ya que proporciona la base para el estudio seleccionista de la dinámica de evolución humana, biológica y cultural (Muscio 2002).

Focalizando en la dimensión económica de la evolución, en el nivel de la población de organismos, el nicho describe el rol económico que cada población de una especie tiene en su ecosistema local y en su interacción con otras poblaciones (Eldredge 2000). El nicho económico da cuenta de las particularidades de las estrategias de obtención y transferencia de energía y nutrientes de los organismos en su hábitat, que posibilitan la reproducción y la contribución potencial a generaciones futuras. El estudio del nicho económico es clave para el análisis materialista de la dinámica de evolución humana en el tiempo y el espacio, considerando también los aspectos históricos y culturales de estos cambios. Esto tiene sus fundamentos.

En las especies culturales son cruciales los aspectos derivados de la *historia cultural* de las poblaciones analizadas que afectan al nicho. Ella canaliza en gran medida el comportamiento adaptativo modal, a partir de sesgos socialmente aprendidos (Cavalli Sforza y Feldman 1983, Boyd y Richerson 1985, Bettinger 1991, Durham 1991, Guglielmino *et al.*). Considerando que la conducta humana en el nivel poblacional genera la producción cultural de entornos selectivos heredables transgeneracionalmente, se ha asignado un rol explicativo en la dinámica evolutiva humana al proceso de construcción de nichos (Laland *et al.* 1999). En las sociedades humanas la construcción de nichos tiene lugar cuando surgen nuevas presiones de selección natural, a partir de la modificación cultural de entornos que son hereditarios, y adaptaciones en respuesta a estas particulares presiones de selección. La construcción de nichos esclarece como el reduccionismo genético -i.e. sociobiología-, ambiental -i.e. socioecología- o culturales -i.e. hermenéutica-, implican acercamientos incompletos e insuficientes para explicar la diversidad emergente en poblaciones de organismos que aprenden socialmente gran parte de sus pautas de comportamiento. Así el estudio evolutivo del comportamiento humano requiere de una perspectiva integradora de cada una de estas vías de causalidad, reconociendo que la plasticidad del fenotipo humano es un producto selectivo, mediante la cual los nichos humanos son flexibles (Kelly 1995, Boone y Smith 1998), cultural y genéticamente sesgados, pero de ninguna manera inmunes a la selección natural (Durham 1991, Richerson y Boyd 1992).

Partiendo del modelo de nicho, en la siguiente sección presentamos los modelos teóricos que utilizaremos en el análisis seleccionista de poblamiento humano durante el Período Temprano en el Valle de SAC. Para esto comenzamos con los modelos de la Ecología del Comportamiento Humano.

2- Ecología del Comportamiento Humano y Nichos Económicos con Producción de Alimentos.

La Ecología del Comportamiento Humano es una rama de investigación derivada de la biología evolutiva, más precisamente de la Ecología Evolutiva. En este marco, su premisa principal es que la conducta de todos los organismos vivos, incluyendo los humanos, es un producto de la selección natural (Smith y Winterhalder 1992). Esta perspectiva es fundamental para analizar la diversidad de conducta humanas, sociales, reproductivas y económicas -- incluyendo el uso del espacio y la tecnología -- bajo el principio de selección natural.

Son muchos los antecedentes de la aplicación en arqueología de este marco teórico, a partir principalmente de la Teoría de la Predación Óptima y de los modelos de manejo del riesgo --ver revisión y citas en Bettinger (1991), Kelly (1995), O'Connell (1995), Winterhalder (2000). Tales modelos están dirigidos al análisis del nicho económico. Su aplicación se ha orientado mayormente al estudio de la dieta (e.g. Broughton y Grayson 1993, Broughton 1994, Grayson y Delpech 1998), la selectividad de hábitats (e.g. Kelly 1991, 1992, Steele 2002), y las estrategias tecnológicas (e.g. Bousman 1993, Ugan *et al.* 2003). Estos trabajos se han centrado principalmente en la arqueología de poblaciones humanas con nichos económicos predadores, siendo menos frecuentes los estudios realizados en poblaciones con nichos en donde interviene la producción de alimentos.

La aplicación de este marco teórico a casos en donde se incluyen estrategias productivas, demanda la adecuación de modelos que fueron originalmente desarrollados para dar cuenta del comportamiento adaptativo de predadores no humanos, como muestran los trabajos de Hawkes *et al.* (1982), Russel (1988), Simms (1987), Layton *et al.* (1991), Winterhalder y Goland (1997), Kohler y van West (1996), Barlow (1997), entre otros. Estas contribuciones han señalado que la aplicación de los modelos de la Ecología del Comportamiento Humano al estudio arqueológico en contextos de producción de alimentos, necesita tomar en cuenta el uso más intensivo del espacio y los recursos que caracteriza a los nichos con estrategias productivas. De aquí se deriva la necesidad de construcción teórica, específicamente orientada al estudio de la toma de decisión adaptativa en economías con producción de alimentos, y sus resultados en escalas arqueológicas. En este marco el desarrollo de teoría arqueológica Darwiniana se enriquece al incorporar los efectos de la transmisión cultural, los cuales pueden favorecer la evolución de tradiciones culturales con sesgos tendientes al óptimo local (Boyd y Richerson 1985). Estos aspectos se abordan en las siguientes secciones, antes es importante fundamentar el principio de optimización del *fitness* mediante un modelo sencillo y de gran generalidad: El modelo de beneficios marginales decrecientes y costos marginales crecientes.

2.1- Optimización del *Fitness*: Modelo de Beneficios Marginales Decrecientes y Costos Marginales Crecientes.

Un principio básico en Ecología del Comportamiento Humano es que el proceso de selección natural por el cual evolucionó la especie humana puede ser concebido como un proceso optimizante del *fitness*, incluyendo la selección favorecedora de *Estrategias Evolutivamente Estables* -EEE-, donde cada estrategia es la óptima, aunque sus resultados no sean los de máximo beneficio neto (Smith y Winterhalder 1992). Mediante la lógica seleccionista, los modelos derivados de este marco teórico asumen que el fin

último de la conducta es maximizar el número de descendencia que sobrevive y deviene en adultos reproductivamente exitosos, constituyendo la base del principio de optimización del *fitness inclusivo*¹ (W).

De aquí se deriva que buena parte del comportamiento humano debe estar dirigido por sesgos tendientes a la optimización de W (Durham 1991). La toma de decisión racional es uno de los mecanismos de causa próxima que guían el comportamiento adaptativo. Este mecanismo opera sesgando la conducta hacia lo óptimo, en un contexto particular en donde las alternativas de comportamiento difieren por su valor de W y los individuos pueden evaluar los resultados de comportamientos alternativos. Este mecanismo, en el largo plazo, genera procesos acumulativos de selección de variación, conductual y tecnológica (Boone 1998), en el nivel de la población (Winterhalder y Goland 1997).

Considerando que el retorno, la utilidad neta, del manejo de recursos es una medida de W –ver Smith y Winterhalder (1992), Winterhalder y Lu (1999) – pueden construirse diferentes modelos para predecir las conductas de diseño óptimo en una variedad de circunstancias. La elección de los elementos -o *currencias*- para medir la utilidad neta dependen del problema a tratar. En los estudios de predación óptima existe consenso en tomar a las calorías como una medida aproximativa del *fitness*, aunque sin descartar a otras como las proteínas (Kelly 1995). Mediante unidades de calorías -kcal o kjoules- pueden cuantificarse los costos y los beneficios de un comportamiento determinado junto con otras unidades, principalmente de tiempo –i.e. kcal/hr, y de esta manera calcular su tasa de retorno.

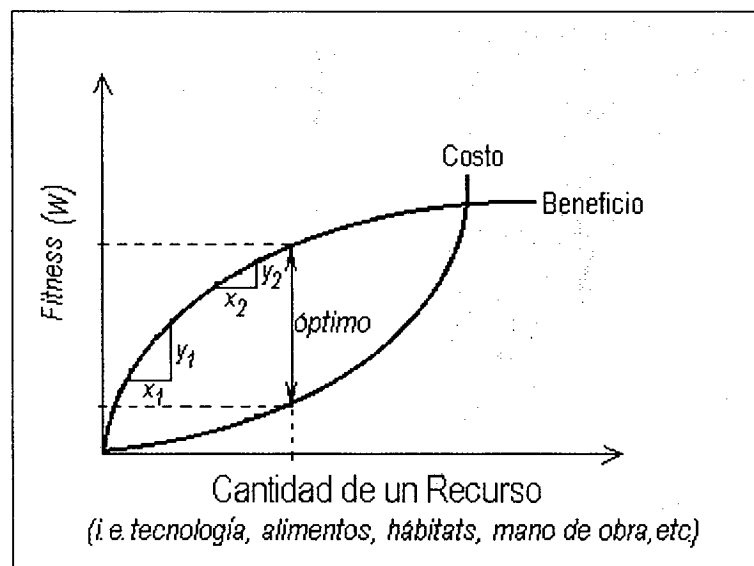


Figura 5.2: Modelo de Optimización de Tasa Beneficios Decrecientes y de Costos Crecientes. La cantidad óptima es aquella que maximiza la relación costos beneficios. Nótese una de las propiedades de la curva de retorno de beneficios decreciente: el valor en *fitness* cambia de acuerdo a la cantidad de recurso que ya se posee, de tal modo que para un organismo localizado en la parte inferior una porción de extra de recurso x_1 le proporciona mayor valor de *fitness* y_2 que la misma porción para un organismo localizado en la parte superior de la curva – x_2 , y_2 .

¹ El *fitness inclusivo* da cuenta no solamente del éxito reproductivo individual obtenido directamente, que es el *fitness Darwiniano*, sino también a aquel obtenido indirectamente por selección de parentesco (Hamilton 1970). Por su generalidad esta medida es comúnmente considerada el mejor indicador del diseño más efectivo para la propagación de genes a las generaciones próximas (Durham 1991). Esta noción es fundamental para el estudio seleccionista de la sociabilidad, particularmente de fenómenos de altruismo, donde el beneficio Darwiniano directo obtenido por el fenotipo altruista es nulo, pero no así el obtenido por la reproducción de parientes que propagan sus genes. Sin embargo para simplificar la lectura, en el resto de este capítulo se utiliza la palabra *fitness* sin especificar su carácter individual o inclusivo; y a lo largo de esta tesis el término *fitness Darwiniano* para dar cuenta de procesos que favorecieron *directamente* la eficacia biológica de los individuos.

Aquí abordamos el modelo más general de optimización de *fitness*, que es aplicable para predecir la conducta óptima en cualquier situación caracterizada por beneficios marginales decrecientes y costos marginales crecientes --Figura 5.2. Un aspecto importante es que las tasas de variación de las funciones de costos y beneficios -las derivadas correspondientes dc ; db - son las que determinan que los beneficios marginales sean crecientes y los costos marginales crecientes. Con respecto a la función de beneficios nótese que una de las propiedades de esta curva es que permite predecir como el valor de *fitness* de la disponibilidad de un recurso, varía de acuerdo a la cantidad de recursos que el individuo ya maneja o posee, de una manera tal que a medida que aumenta la cantidad total poseída disminuye su valor de *fitness*.

En teoría los beneficios marginales de cualquier conducta pueden adoptar diversas funciones, con diferentes tasas de variación (Blurton Jones 1987), sin embargo por su potencial analítico y su recurrencia, la función de beneficios marginales decrecientes es de gran generalidad para modelar situaciones particulares en las que puede actuar la selección optimizante. Lo mismo es aplicable a la función de costos marginales crecientes. Por ejemplo el beneficio del uso de un espacio -de predación o producción- puede ir decayendo conforme se suplen las necesidades, e inclusive estabilizarse a una tasa constante. Paralelamente los costos marginales del uso de ese espacio pueden seguir la trayectoria inversa, es decir ir en aumento conforme aumenta el uso de ese espacio para suplir las necesidades. En estas condiciones la conducta óptima es la que maximiza la relación costo- beneficio, donde la ganancia de *fitness* es máxima, constituyendo el mejor diseño adaptativo y aventajando selectivamente otras alternativas de conducta. La simplicidad y el potencial analítico de la lógica de este modelo lo tornan adecuado para el estudio de muchos comportamientos arqueológicamente detectables -ver Hayden (1998).

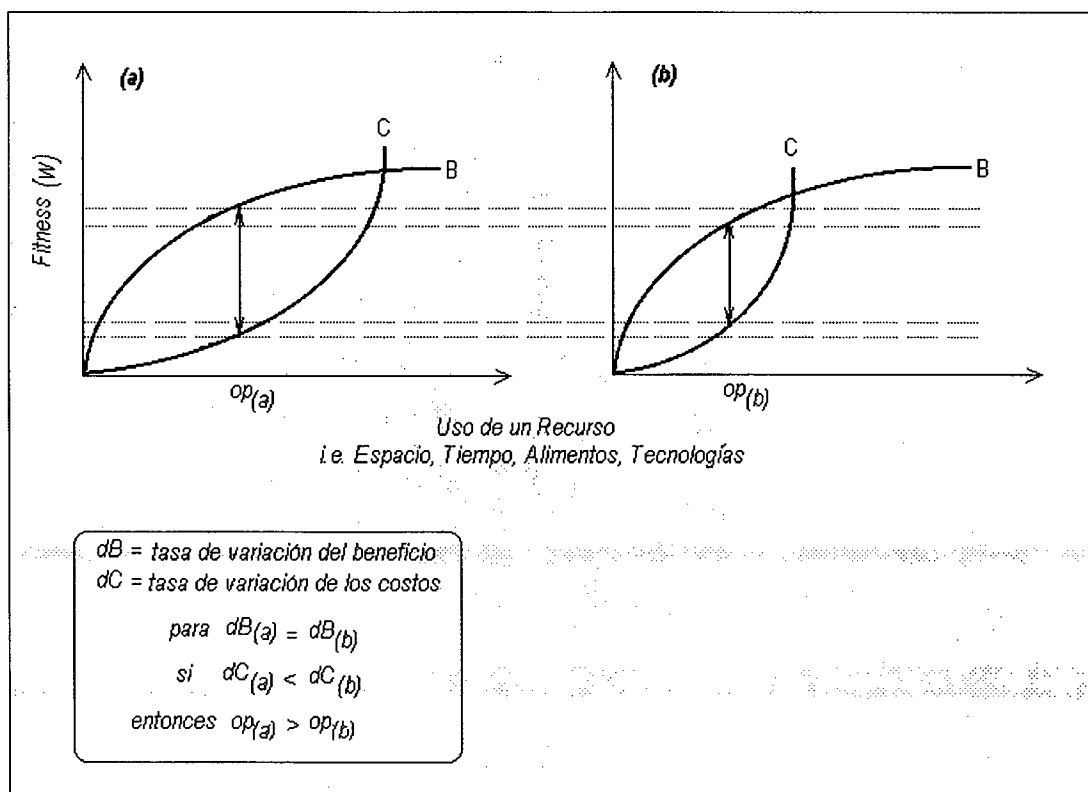


Figura 5.3: Dos Fenotipos Alternativos que Difieren en el Costo de sus Estrategias. Aquí "b" siempre es selectivamente la alternativa subóptima en relación con "a" debido a su mayor tasa de variación --incremento-- de sus costos, ver texto.

A la luz de este modelo es muy importante señalar el rol de las innovaciones conductuales o tecnológicas que afectan a la tasa de variación de los costos de la adaptación. En efecto, dejando constante la función de beneficios cualquier variación que disminuya los costos aumenta el *fitness* - Figura 5.2. En esta propuesta existen dos alternativas fenotípicas: "a" y "b", que pueden ilustrar a un rango diverso de conductas de uso de recursos. Ambas alternativas difieren solamente en la tasa de variación de costos, lo cual determina que la opción "a" sea la conducta estrictamente óptima, dado que el óptimo de "a" es superior al óptimo de "b". En estos términos el fenotipo "b" es siempre selectivamente subóptimo –ver la deducción formal en la Figura 5.3. Nótese que aquí la variable clave es la función de costos, que para cualquier beneficio es siempre menor en "a". Esto es importante para estudiar la dinámica de evolución de las tecnologías, especialmente en circunstancias donde los costos de producción son elevados, ya sea por factores físicos o sociales, donde cualquier variante que los reduzca puede ser rápidamente favorecida por la selección natural. Se trata de variaciones en las tecnologías que mejoran la eficiencia económica y en consecuencia el retorno, que aumentan tanto el *fitness* individual como el *fitness artefactual* -su éxito replicativo² (Madsen *et al.* 1999). En el Capítulo 4 se expusieron las razones que hacen de la Puna un ambiente propenso a las adaptaciones costosas, en consecuencia una expectativa que se deriva de este modelo es la evolución por selección direccional de distintos rasgos minimizadores de los costos de la adaptación humana.

A partir del modelo de beneficios marginales decrecientes y costos marginales crecientes del uso de recursos, se puede estudiar el establecimiento de hábitats humanos en ambientes particulares, como una función de la tecnología de obtención y procesamiento de los recursos alimenticios, minimizadora de los costos de la adaptación. Por ejemplo un espacio particular, por contingencias ecológicas, puede ser muy costoso para colonizar por una población humana con una tecnología determinada, pero con otras tecnologías que reduzcan los costos de obtención y procesamiento de los recursos tal espacio puede tornarse colonizable. En este caso las variaciones tecnológicas que mejoran la eficiencia del uso económico del espacio y los recursos, disminuyendo los costos de la adaptación económica son cruciales. Desde esta perspectiva la calidad del hábitat -medida a partir de la relación costos beneficios de su uso- puede variar en relación directa con la tecnología disponible en el *pool* cultural poblacional.

Además de la tecnología, otro factor que afecta directamente a los costos de la adaptación es la productividad ecológica del ambiente. Esta variable controla la frecuencia de encuentro de los recursos de caza y recolección en el espacio, y también el rendimiento bruto de un plantel productivo, afectando entonces la inversión en tiempo y energía dedicados a la subsistencia. Por lo tanto cualquier modificación de la productividad ecológica de un ambiente, por causas naturales o antrópicas, puede afectar positiva o negativamente a los costos de la adaptación. Así, espacios colonizados pueden tornarse muy costosos, disminuyendo su calidad y entonces dejar de ser viables como hábitats humanos, o puede ocurrir una situación inversa en la cual un espacio de baja calidad mejora su estructura de recursos, facilitando la colonización humana. Estos fenómenos de modificación natural o antrópica del entorno, que impactan en el costo de las adaptaciones humanas, requieren de estudios paleoambientales orientados a determinar las variaciones de la productividad ecológica, considerando la etología de las presas potenciales en relación con los cambios en el mosaico ambiental, que puede afectar a la estructura de los recursos económicos. En síntesis, el estudio de la dinámica de la calidad de los hábitats y de procesos de evolución selectiva optimizante, en escalas temporales arqueológicas, puede abordarse a partir de las variaciones bióticas y abióticas de los mismos y considerando la tecnología disponible en el *pool* cultural de la población humana, dado que ambos aspectos son los que principalmente definen la relación costos beneficios de la adaptación. Más adelante en este capítulo –sección 8.1-- se emplea la lógica del modelo de retorno decreciente y costos crecientes para construir un modelo de metapoblación dispersiva, en donde la calidad de los hábitats colonizables está representada por los gráficos de la Figura 5.3.

² Nótese que se está invocando a procesos que operan en diferentes niveles de cambio evolutivo, a partir de diferentes unidades. Esto requiere trabajar con funciones de *fitness*, $f(w)$, específicas para las unidades de cada nivel (Wilson 1999).

Finalmente es importante señalar que pueden construirse otros modelos a partir de diferentes funciones de beneficios y costos caracterizadas por distintas tasas de variación. Por ejemplo considerando situaciones en donde el uso o la disponibilidad de un recurso tenga una función de beneficios marginales crecientes, donde cuanto más se posee de un recurso más se gana en *fitness*. Esto resulta esperable particularmente en situaciones de escasez, donde los recursos son crecientemente valorados (Winterhalder y Lu 1999), como las que ocurren por las fluctuaciones en los recursos críticos de gran magnitud. También puede caracterizar el valor de *fitness* de manejo individual de un recurso, por ejemplo un campo agrícola, que aumenta su rendimiento a medida que no se subdivide, ya que la subdivisión podría no soportar a más de un agricultor (Boone 1992). El trabajo con diferentes funciones de costo - beneficio torna algo más compleja la elaboración de modelos y requiere justificar adecuadamente el significado, en términos conductuales y arqueológicos, de las funciones escogidas -ver Capítulo 11.

3- El Modelo de Amplitud de la Dieta en el Contexto de la Producción de Alimentos

El modelo de Amplitud de la Dieta fue desarrollado en el marco de la Teoría de la Predación Óptima (Giraldeu y Caraco 2000), para predecir el conjunto de recursos alimenticios potenciales que los individuos incluyen en la dieta optimizando la relación costo-beneficio (Smith 1983). Su potencial como herramienta analítica para el estudio de la evolución y la organización de las estrategias de producción de alimentos es notoria –ver Layton *et al.* (1991), Winterhalder y Goland (1997), entre otros.

En el modelo los actores tienen por objetivo maximizar el beneficio de la dieta, incluyendo en esta al conjunto de recursos que proporciona la mayor ganancia neta con relación al tiempo de búsqueda y manejo de los alimentos. La serie óptima define la amplitud de la dieta. Formalmente el modelo asume: 1) que los distintos tipos de recursos tienen una distribución espacial próxima a la de Poisson, es decir que la disponibilidad de cada uno de los recursos en el área de predación tiene la misma proporción relativa, 2) que el tiempo total de predación se divide en dos categorías mutuamente excluyentes: *tiempo de búsqueda* –el tiempo promedio invertido en encontrar un ítem de cada recurso en el espacio- y *tiempo de manejo* – el tiempo promedio invertido en perseguir, capturar, procesar y consumir un ítem de cada tipo de recurso una vez encontrado, 3) que los predadores ordenan la elegibilidad de los tipos de presas de acuerdo a su valor en energía obtenida por tiempo de manejo, en un ranking de costos post encuentro.

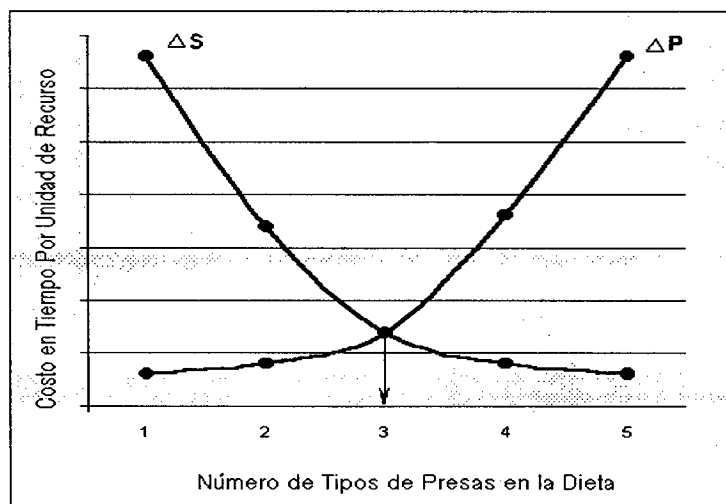


Figura 5.4: Modelo de Amplitud Óptima de la Dieta. Los tipos de recursos están ordenados decrecientemente según su ranking, basado en los costos de manejo. ΔS y ΔP son las tasas de variación de costos de búsqueda y manejo, respectivamente. De la intersección de ambas curvas resulta la dieta óptima: la serie de recursos a la izquierda del punto indicado por la flecha. Modificado de Smith 1983:628

De la división del tiempo total de la predación en tiempo de búsqueda y manejo resultan dos curvas de costos opuestas, Figura 5.4. La curva ΔS grafica los costos decrecientes de búsqueda de cada recurso, la curva ΔP grafica los costos crecientes de manejo conforme se incluyen más tipos de presas a la dieta en un orden decreciente del ranking de recursos -basado en el retorno neto por tiempo de manejo.

La dieta óptima minimiza los costos totales de la predación, incluyendo sólo los tipos de recursos i localizados a la derecha de la intersección de las dos curvas, indicado con una flecha en el gráfico. Los recursos a la derecha son siempre ignorados, para mantener la eficiencia predatoria. El modelo predice que un recurso incrementa el retorno energético y es incluido en la dieta óptima cuando la cantidad neta de energía ganada (E_j), por unidad de tiempo de manejo (h_j) es mayor que la tasa promedio de tiempo invertido en adquirir, procesar, consumir y buscar los recursos de "mayor" beneficio neto. Esto es:

$$\frac{E_j}{h_j} > \frac{\sum \lambda_i \cdot E_j}{\sum \lambda_i \cdot h_i + 1}, \quad (5.2)$$

donde λ_i es la tasa de encuentro para cada tipo de recurso. Los costos de búsqueda (C_s) son principalmente una función de la densidad de los recursos, mientras que los costos de manejo (C_h) abarcan a los costos de *persecución* y *procesamiento* peculiares a cada recurso, y son los que definen su posición en el ranking de elegibilidad. De tal modo las variables claves para generar hipótesis de trabajo arqueológico son "densidad" y "Ranking" de los recursos (Winterhalder y Goland 1997).

La aplicación del Modelo de Amplitud de la Dieta al estudio de economías productoras de alimentos -agricultura o pastoralismo- requiere considerar una serie de puntos para garantizar que los fundamentos del modelo no se violen, y en consecuencia no se invalide la solución de (5.2) y las derivaciones que de ella puedan desprenderse. La asunción de una distribución regular de los recursos puede relajarse, sin afectar sustancialmente las predicciones del modelo (Stephens y Krebs 1986).

El principal problema es el de los costos de las actividades productivas. Específicamente, y para el caso de la agricultura, el interrogante es si los costos de producción precocecha pueden ser equivalentes a los costos de búsqueda o a los de manejo (Keeggan 1986). Este dilema se plantea porque los recursos cultivados se "encuentran" sólo durante el tiempo de cosecha, y en lugares particulares -huertos o campos. Pero para que esto ocurra debe haber inversión en trabajo en etapas previas - actividades de presiembra, siembra y cuidado de los cultivos principalmente.

En un sentido, el tiempo invertido en las actividades productivas con la expectativa de obtener un beneficio a futuro -la cosecha- es comparable al tiempo de manejo y procesamiento que reporta un beneficio promedio en la explotación de recursos silvestres una vez encontrados (Barlow 1997). Siguiendo este razonamiento podría considerarse a los costos de precosecha como costos de manejo. Si se toma esta alternativa, entonces se debe cumplir la condición de que todo el rango de recursos disponibles y fundamentalmente los de alto ranking estén presentes en los campos o huertos, durante el tiempo en el cual las actividades agrícolas tienen lugar. Si esto ocurriera el individuo puede ignorar las actividades agrícolas para salir a la búsqueda de recursos silvestres, incurriendo en costos de búsqueda independientes de los de manejo. Pero si esto no ocurre se viola la asunción crítica de que los tiempos de manejo y los tiempos de búsqueda deben ser mutuamente excluyentes, porque no habría acciones de búsqueda separadas de las de manejo de la agricultura, ya que la predación ocurriría en una fracción espacial no representativa de los recursos potenciales y determinada por las actividades de manejo de los cultivos.

El punto central es que generalmente esto no ocurre, entre otras cosas porque las actividades agrícolas demandan la exclusión de herbívoros que pueden perjudicar a los sembrados y la erradicación

de vegetales que compiten con las plantas cultivadas (Redman 1999). Estos recursos pueden ser potencialmente explotables, particularmente los herbívoros de mayor tamaño. De tal manera una gran fracción de recursos potenciales no estará presente en los espacios de cultivo. Por esta razón el considerar a los costos de precosecha como costos de manejo no es una alternativa analítica adecuada.

Por otra parte, gran parte del tiempo invertido en las actividades precosecha es también comparable a los tiempos de búsqueda de recursos silvestres, ya que de estas actividades –i.e. fertilización, riego, cuidado de los cultivos, etc. – resulta la tasa de encuentro durante la cosecha de los recursos vegetales. Nuevamente, si se considera a estos costos, como costos de manejo se viola la asunción crítica de que los costos de búsqueda y las tasas de encuentro son independientes de los costos de manejo –ver discusión en Barlow (1997). En esta lógica, no cabría una distinción taxativa entre costos de búsqueda y costos de manejo, como lo exige el modelo de Amplitud de la Dieta.

Sin embargo este dilema desaparece si se considera que tanto la agricultura como el pastoralismo *suprimen* los costos de búsqueda. Layton *et. al.* (1991) destacan este punto como una ventaja selectiva de las economías productivas. Formalmente la solución más conveniente, aquí adoptada, es considerar que en las dietas con recursos potenciales provenientes de la producción $C_s \cong 0$. Mediante esta corrección el cálculo de la tasa total de retorno predatorio promedio de la dieta, resulta de considerar a la totalidad de los costos invertidos en la producción de los recursos “no silvestres” –todos los costos que intervienen en la cadena productiva, incluyendo los de procesamiento y consumo– como si fueran costos post-encuentro, en la estructura de costos *de toda la serie de recursos*. Así el tiempo total dedicado a la producción agrícola determina la tasa de retorno post-encuentro de la estrategia agrícola, tomada globalmente, o sea su posición en el ranking de toda la serie de alternativas.

Sugerimos que este razonamiento es totalmente aplicable al pastoralismo, estrategia que también suprime los costos de búsqueda al tener a los animales en cautiverio localizados en puntos particulares del espacio, quedando entonces sólo los costos de manejo de los rebaños para posicionarla en el ranking de elegibilidad. Nótese que en esta propuesta no se viola la lógica del modelo, sólo se hace tender a cero una de las variables, y además se trata a la agricultura y al pastoralismo como si fueran “recursos simples” con tasas de retorno promedio, cuyos recursos derivados pueden salir o entrar oportunísticamente en la dieta, de acuerdo a su retorno marginal y a la abundancia de los recursos de alto ranking-ver Barlow (1997) para una solución similar.

Para obtener los valores de ranking de los recursos potencialmente usados en el Valle de SAC, utilizaremos medidas de resolución más finas que el peso bruto de los recursos – lo cual generalmente se hace en el estudio de la dieta de poblaciones animales o de predadores humanos (Broughton y Grayson 1993). Para esto nos basaremos en los costos de procesamiento postencuentro de los recursos silvestres y domésticos, etnográficamente estimados en la Puna de Salta – ver Capítulo 6. La fórmula básica que utilizaremos, que nos da una medida del retorno por unidad de tiempo de cada recurso (Kelly 1995) es:

$$hz = \frac{Kcal h_i h_i l_i}{tp_i}, \quad (5.3)$$

donde hz es el valor en $kcal/hr$ de un recurso i del cual se deriva su posición en el ranking, h_i es la biomasa bruta de i , medida en kilogramos, l_i es el índice de biomasa útil del recurso i , $kcal h_i$ es la cantidad neta de kilocalorías por kilogramo de recurso i y tp_i es el tiempo de procesamiento postencuentro del recurso i .

La Figura 5.5 ilustra el Modelo de Amplitud de la Dieta utilizado para predecir cuando las oportunidades para la agricultura o el pastoralismo son ignoradas, o son aprovechadas e incorporadas en el nicho económico. De este modelo se desprende que los individuos solamente adoptarán a la agricultura o al pastoralismo cuando sus tasas de retorno marginal sean mayores que la tasa de retorno promedio de ignorar a estas estrategias, continuando con la búsqueda de recursos silvestres. El conjunto de recursos hipotéticos está representado por estrellas y ordenados decrecientemente de izquierda a derecha a partir de su rendimiento post encuentro. A partir de la ecuación (5.3) en el Capítulo 6, generaremos una tabla de ranking en kcal/hr, mediante información actualística, que será utilizada para discutir la amplitud del nicho económico para el caso de estudio bajo este modelo.

La tasa de retorno promedio total de la predación está graficada por la línea gruesa. En el modelo todos los recursos silvestres que caen por debajo de esta línea deben ser ignorados y los que están por encima siempre perseguidos e incorporados en la dieta. De la misma manera todas las oportunidades para la agricultura -o para el pastoralismo- con tasas de retorno superiores a la tasa de retorno promedio son afrontadas, y los cultivos son incorporados, mientras que las oportunidades con tasas de retorno inferiores a la tasa promedio son siempre ignoradas. Las dos situaciones incorporar o ignorar las oportunidades productivas, de acuerdo a su retorno, se representan en el grafico por bandas localizadas por encima y por debajo de la curva de retorno neto predatorio.

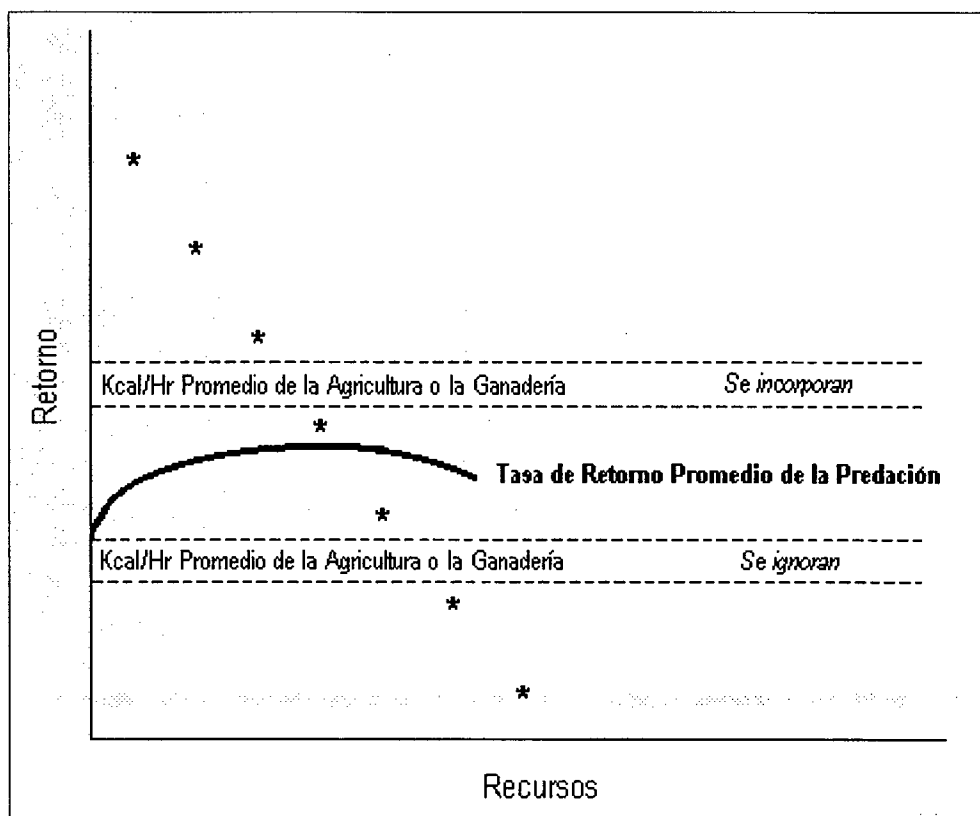


Figura 5.5: Modelo de Amplitud de la Dieta y Estrategias de Producción de Alimentos: En este modelo la incorporación al nicho económico de estrategias productivas depende de sus tasas de retorno marginal en la serie óptima, por lo cual tienen una posición en el ranking. De tal manera, las estrategias productivas se consideran como recursos, que pueden o no ser ignorados, en relación con la tasa de retorno neta y a la abundancia de los recursos de alto ranking. Modificado de Barlow (1997:44) – que se basó en Hawkes *et. al.* (1982) y Simms (1987).

De este modelo se derivan una serie de predicciones que son de interés en la Arqueología Evolutiva de nichos con producción de alimentos –ver Layton *et al* (1991), Bettinger (1991), Hawkes y O'Connell (1992), Winterhalder y Goland (1993), Winterhalder y Goland (1997), Barlow (1997)-, particularizado la discusión a la estructura de recursos de la Puna estas son:

- 1 La inclusión y el predominio en la dieta de los distintos recursos –silvestres o domésticos- dependerán *únicamente* de la disponibilidad de los recursos de *alto ranking* y no de su propia disponibilidad.
- 2 Conforme fluctúe la densidad de los recursos de mayor ranking, la dieta óptima fluctuará en su composición, incluyendo o excluyendo a los recursos de menor ranking, pero los de alto ranking serán *siempre* perseguidos y utilizados una vez localizados, independientemente de su densidad.
- 3 La elegibilidad de los recursos, *su posición en el ranking*, puede cambiar tanto por modificaciones propias en las características de los recursos, como por tecnologías que mejoran su eficiencia de manejo. De tal modo esperamos que las gramíneas silvestres y domésticas y otros recursos de bajo ranking ingresen en la dieta acompañados de tecnologías que mejoran sus costos de procesamiento. Especialmente de artefactos de molienda y ollas de cerámica que aumenten la eficiencia durante la preparación y la cocción de estos recursos.
- 4 Conforme la amplitud de la dieta crece, incorporando recursos y disminuyendo la eficiencia económica, disminuye el éxito reproductivo y la tasa de incremento poblacional. Por lo tanto esperamos que proliferen tecnologías que mejoren aún más la eficiencia en estos casos, a partir de sesgos tendientes a lo óptimo, que operen sobre las tradiciones alfareras locales.
- 5 No obstante el punto 4: Si la reducción marginal en la eficiencia predatoria es menos importante para el crecimiento poblacional que la magnitud absoluta del *rendimiento sostenible* – de largo plazo- proveniente de la incorporación de recursos de menor retorno, la población puede crecer con una dieta más amplia y de mayor eficiencia -- ver Winterhalder y Goland (1993).

Cada uno de estos postulados es de utilidad para estudiar las variaciones en la composición de la dieta como una función de la fluctuación en la frecuencia de encuentro de los recursos de alto ranking, y de modificaciones en la propiedad de los recursos y la tecnología de persecución, captura, procesamiento y consumo. En este marco pueden explicarse las transiciones económicas hacia el uso más intensivo de recursos de alto costo de procesamiento, como los vegetales, en el marco seleccionista coevolutivo (Rindos 1984). Aquí brevemente nos detendremos en el punto 5. Winterhalder y Goland (1987) han propuesto que la disminución de la abundancia de los recursos de alto ranking, por cualquier razón, incluyendo la sobreexplotación densodependiente, puede dar lugar a la “evolución selectiva” de estrategias de uso de especies domésticas, en una trayectoria coevolutiva entre poblaciones humanas y poblaciones de recursos silvestres. Bajo esta hipótesis, la disminución de la densidad de los recursos de alto ranking amplía la dieta, incorporando recursos de bajo ranking. La coevolución puede llevar a modificaciones de estos recursos que mejoren su ranking, haciéndolos más atractivos (*i.e.* cambios en el tamaño de los granos de cereal que disminuyan los costos de manejo, o aumento en el contenido de grasa de animales silvestres que mejoren su retorno post encuentro). Estas pueden acompañarse por innovaciones tecnológicas que también mejoran su ranking --*i.e.* tecnologías de trozamiento, molienda, cocción, etc. Posteriormente un aumento en la densidad de estos recursos, puede fijar una estrategia productiva que predomine en la dieta. Esta situación permite el crecimiento poblacional (Winterhalder y Goland 1997). A este planteo hay que agregar que también la tecnología puede aumentar la densidad de estos recursos, incluyendo recursos animales. Es el caso de las innovaciones tecnológicas en la construcción de ambientes artificiales específicos para plantas o animales -*i.e.* parcelas de cultivos en estructuras arquitectónicas con irrigación y fertilización, o corrales para la protección de animales domesticados de los predadores.

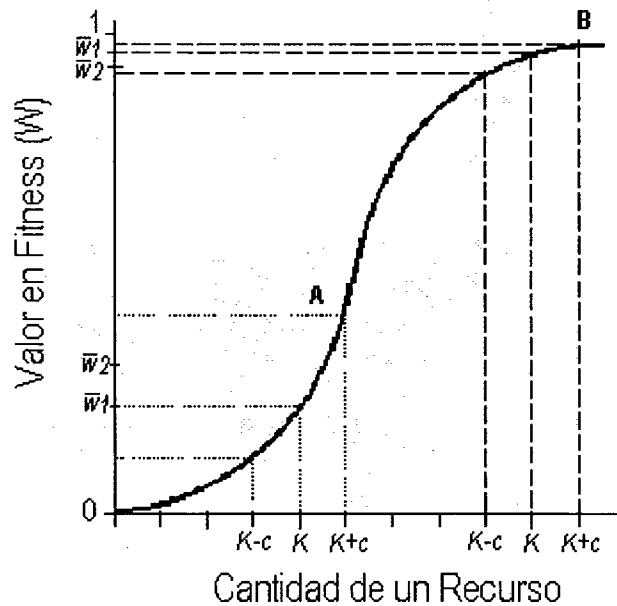
En el punto 2.1 de este capítulo, vimos que todas estas tecnologías que disminuyen los costos de la adaptación económica, son tecnologías que aumentan el beneficio neto. Sobre esta base teórica se puede plantear que en nichos estructurados por estrategias con producción de alimentos, la evolución de la tecnología estará sujeta a presiones selectivas tendientes a la optimización del beneficio, lo cual da lugar a estrategias tecnológicas tendientes a la optimización del retorno. Estas presiones de selección pueden intensificarse tanto por la productividad ecológica del espacio explotado, como por la densidad poblacional. A la par, otras presiones de selección pueden actuar sobre estos nichos. Particularmente las derivadas de la estocasticidad ambiental, que da lugar al riesgo, como veremos en la próxima sección.

4 -Riesgo y Manejo Adaptativo de las Fluctuaciones.

El riesgo se define como la variación impredecible en el resultado de una conducta que tiene consecuencias en el *fitness* de los organismos (Winterhalder y Lu 1999). En Ecología del Comportamiento Humano se ha destacado el rol importante del riesgo en la toma de decisión que tiene lugar en los nichos económicos con producción de alimentos (Winterhalder y Goland 1997). En economías basadas en recursos domesticados, el riesgo se relaciona principalmente con las variaciones impredecibles que afectan a la abundancia y a la disponibilidad, de las poblaciones de recursos de las cuales depende la subsistencia humana, en una relación coevolutiva entre humanos y especies domésticas (Rindos 1980, 1984, 1989). En estas economías el riesgo afecta a la producción de alimentos, a partir de una variedad de factores ambientales que pueden desatar fluctuaciones de disponibilidad de recursos y crisis económicas de distinta escala de severidad.

El potencial selectivo del riesgo puede ser analizado considerando la distribución de probabilidades de los resultados de un comportamiento, en relación con una cantidad crítica de recursos a conseguir (Winterhalder y Lu 1999). Este último es un umbral de *requerimiento* que posibilita la subsistencia y la reproducción y en consecuencia al *fitness*. Por ejemplo para una estrategia agrícola, las probabilidades de alcanzar en la cosecha un valor crítico para la subsistencia de una unidad doméstica puede variar en relación a las distintas *tácticas* potencialmente utilizables (*i.e.* agricultura de secano, riego, uso de variedades resistentes, dispersión espacial de cultivos, etc.). En este caso el valor de requerimientos está determinado por el tamaño y la composición de la unidad doméstica. Aquí es importante considerar las diferentes alternativas para el manejo del riesgo que se desprenden de considerar diferentes umbrales de requerimiento, según las particularidades biológicas y el contexto socioecológico de los organismos. Esto se ilustra a partir de la distribución sigmoidea que caracteriza a la relación funcional entre los resultados de una conducta de obtención de recursos – medida por la Cantidad -- y su utilidad Darwiniana o valor de *fitness* --Figura 5.6. Este constituye el modelo básico de sensibilidad al riesgo, que explica la dependencia del fenotipo óptimo con relación a la localización en la curva del requerimiento-- para su exposición formal ver cuadro de la Figura 5.6.

Del modelo de utilidad sigmoidea se desprende que la toma de decisión adaptativa al riesgo puede seguir dos estrategias principales: evitar la varianza – *risk adverse*- o apostar a las fluctuaciones –*risk prone*. Ambas dependen de la localización de los requerimientos en la curva de utilidad. Las estrategias *risk adverse* se esperan en contextos donde la utilidad es decreciente para los resultados probables de la conducta. Las estrategias *risk prone* se esperan en situaciones en donde la utilidad marginal de los requerimientos críticos es creciente; es decir cuando el valor de cada unidad de recurso va en aumento. Esto caracteriza situaciones de escasez o estrés adaptativo. Generalmente los animales implementan tácticas *risk prone* cuando fluctúa el tiempo entre la conducta predatoria y los resultados, y tácticas *risk adverse* cuando fluctúan las cantidades de recursos. En este marco y muy generalmente, las tácticas *risk prone* no son típicas de los homínidos (Winterhalder y Lu 1999).



Sean dos fenotipos (1, 2) con estrategias distintas de elección de recursos críticos, pero con idéntica cantidad media: $\bar{C}_1 = \bar{C}_2$ donde:

- 1 = Elegir siempre una cantidad fija K
- 2 = Elegir siempre una cantidad variable entre K-c y K+c, teniendo ambas la misma probabilidad: $p = 0,5$

Si la función de valor de fitness es sigmoidea con las medias de 1 y 2 desiguales:

$$\bar{W}_1 < \bar{W}_2 \text{ en A} ; \bar{W}_1 > \bar{W}_2 \text{ en B}$$

Entonces: para A el fenotipo óptimo es 2, dado que aumenta la media de fitness maximizando la varianza para B el fenotipo óptimo es 1, dado que aumenta la media de fitness minimizando la varianza

Figura 5.6: Modelo Básico de Sensibilidad Adaptativa al Riesgo. La curva sigmoidea grafica la relación funcional entre los resultados de la conducta de obtención de recursos críticos -Cantidad- y su valor de *fitness* -W-; y dos diferentes alternativas para minimizar riesgos, dadas por la localización de los *requerimientos* de los organismos en la curva. Para la porción cóncava, en la cual las utilidades marginales son decrecientes -B- las estrategias que tienden a resultados de cantidades fijas de recursos (K) son selectivamente óptimas, comparadas con las estrategias de resultados variables en las cantidades obtenidas, pero de iguales probabilidades (K+c, K-c). Para la porción convexa de utilidades marginales crecientes -A- la selección natural favorece las estrategias de resultados de cantidades variables -con mayor varianza. Los requerimientos son contingentes con el entorno ecológico y una función de las propiedades biológicas particulares de los organismos.

En el siguiente acápite se aborda el modelo Z-Score, que es una derivación del modelo sigmoideo, y aplicable al estudio de la toma de decisión sensible del riesgo en alternativas con diferentes funciones de probabilidades de resultados. Esto puede caracterizar a las opciones con las que se enfrentan los individuos en un rango muy amplio de comportamientos. Nosotros restringiremos la discusión a las alternativas que pueden presentarse en la producción de alimentos en ambientes fluctuantes, como es el caso de la Puna.

4.1 -El Modelo Z-Score

En el ámbito andino se ha discutido el rol del riesgo en las estructuras organizativas agrícolas y pastoriles, tanto etnográficas como arqueológicas. Estos trabajos han señalado la importancia de la variación en los parámetros físicos del ambiente, tales como las precipitaciones, las heladas y la disponibilidad de hábitats, que propicia contextos de riesgo, como también los riesgos asociados a las fluctuaciones en la mano de obra (Browman 1987, Gobel 1994, Escola 1996, Muscio 1998, entre otros). Aquí, a partir del modelo Z-Score, nos concentraremos en el riesgo que se deriva de las fluctuaciones de las precipitaciones y que puede operar selectivamente sobre las estrategias productivas.

Cuando se supone que las funciones de probabilidades de los resultados de distintos comportamientos de obtención de recursos tienden a una distribución gaussiana, resulta apropiado el modelo Z-Score para analizar aquellos comportamientos de mayor potencial adaptativo frente al riesgo. Precisamente en la Puna de Argentina se observa que la distribución anual de la fluctuación de las precipitaciones tiende a una campana de Gauss – ver Capítulo 4 Figura 4.7(a). De tal manera la aplicación del modelo Z-Score está justificada para todos los casos donde los resultados de los comportamientos económicos en el ámbito de la Puna dependen de este patrón de fluctuación de las precipitaciones. Entre estos destacamos a la estrategia agrícola y a la estrategia pastoril. Ambas dependen de las precipitaciones. La primera por la oferta de agua para el desarrollo y crecimiento de los cultivos. La segunda por la disponibilidad de pasturas que está condicionada por la oferta hídrica regional y la evapotranspiración que controlan la humedad de los suelos.

Más generalmente, la oferta de biomasa vegetal y animal disponible para la predación dependen de la productividad ecológica local que está controlada por la fluctuación de las precipitaciones. Por lo tanto para todas estas situaciones es aplicable el modelo Z-Score, como herramienta analítica para estudiar si las diferentes estrategias y tácticas económicas son adaptaciones a las fluctuaciones de las precipitaciones, que afectan al resultado final de la conducta de subsistencia. Al igual que en el modelo sigmoideo, en el modelo Z-Score el rendimiento neto – valor de *fitness*- es una función probabilística. Cada elección de subsistencia está caracterizada por una distribución con valores propios de rendimiento medio (μ) y de variabilidad - el desvío estándar- (σ). Bajo estas condiciones la meta es obtener el valor crítico de rendimiento (R), para evitar niveles maladaptativos, en términos de *fitness*. Según Winterhalder y Goland (1997) -ver desarrollo de la integral en Spieguel (1989:109-110), Winterhalder *et al.* (1999)- la probabilidad de caer por debajo de este valor crítico es:

$$Z = (R - \mu) / \sigma \quad (5.4)$$

La minimización del riesgo resulta de la elección de tácticas de comportamiento con una combinación de varianza-media tal que minimiza la probabilidad Z . La Figura 5.6 muestra el gráfico de la distribución de probabilidades de retorno esperado para tres tácticas de subsistencia diferentes. En los ejemplos estas tácticas son tres alternativas con respecto al número de parcelas de cultivo a utilizar. La serie A representa una táctica de uso de 12 parcelas localizadas en diferentes ambientes con un valor $\mu=7$; y $\sigma =1$. La serie B representa una táctica de uso de 6 parcelas, también dispersas, con un valor $\mu=9$; y $\sigma =2,2$. La serie C consiste en el uso de 2 únicas parcelas concentradas en un mismo ambiente con un valor $\mu=8$; y $\sigma =3,5$. Además de estas tres tácticas potenciales se consideran dos situaciones distintas de requerimiento. La lógica situacional de estos requerimientos es la discutida en el modelo sigmoideo. La primera de las situaciones - R_1 - es cuando las necesidades críticas están por debajo del promedio de las expectativas de rendimiento económico. La segunda situación R_2 es cuando la cantidad necesaria para la supervivencia es superior a las expectativas de retorno promedio que tiene el tomador de decisiones. Para estas dos situaciones las tácticas que minimizan la probabilidad de no lograr la cantidad crítica de recursos divergen.

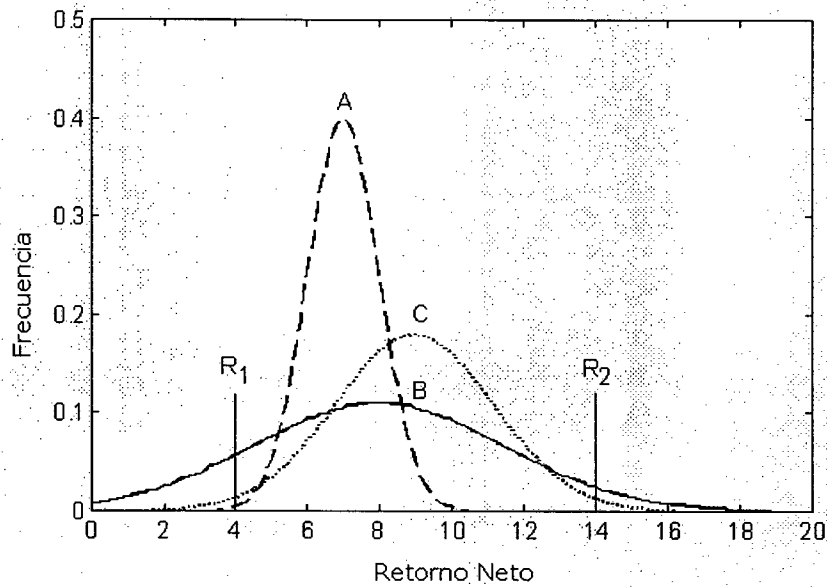


Figura 5.7: Modelo Z-Score: R_1 y R_2 son los umbrales de requerimientos a satisfacer por una unidad doméstica, conforme se ubique en la curva sigmoidea de beneficios. A, B y C son las curvas de distribución de probabilidades de retorno esperado de tres tácticas de cultivo que difieren en su media y en su varianza. Bajo estas condiciones las estrategias óptimas de manejo de riesgo divergen para R_1 y R_2 -ver texto.

Las elecciones de mínimo riesgo, que minimizan Z, dependen tanto de las propiedades estadísticas de las distintas tácticas de conducta como del valor de R. Para $R > \mu$ la mejor táctica es la de mayor variación, la de más alto σ -- o sea la menos predecible. Como vimos este es un comportamiento *risk prone*. En el gráfico se ejemplifica por la serie B para $R_2 = 14$. En este ejemplo la táctica implica una apuesta a un conjunto limitado de opciones de instalación de parcelas. Este es el principio de adaptaciones a ambientes riesgosos, que explotan una base estrecha de recursos fluctuantes pero de mucha utilidad neta, y se esperan en ambientes donde la selección por riesgo opera con mucha fuerza, ya que se trata de fenotipos que consiguen pocas veces los requerimientos. En consecuencia la evolución de conductas de obtención de recursos *risk prone* es esperable cuando las alternativas de comportamiento están muy severamente limitadas (Winterhalder y Lu 1999).

Por otra parte, cuando las necesidades de supervivencia son menores a la media de retorno esperada tal que $R < \mu$, las tácticas que disminuyen el riesgo son las de menor variación, siendo entonces conductas *risk adverse*. La serie A muestra esta situación donde $R=4$. En el gráfico se observa que esta opción es la de menor probabilidad de caer por debajo del valor crítico, pero no es la de más alto rendimiento neto promedio (μ), comparada con B y C. Esto es sumamente importante para estudiar los efectos de la tecnología sobre las estrategias de subsistencia, debido a que determinadas estrategias tecnológicas pueden no ser las que maximizan el retorno neto, sino aquellas que minimizan el riesgo de la obtención de recursos (Bousman 1993, Borrero 1993). En general las estrategias que promedian la varianza, manejando por ejemplo una serie amplia de recursos o un número alto de ambientes parches explotados funcionan de esta manera (ver Halstead y O'Shea 1989). Estas estrategias disminuyen la varianza total (σ). En la estrategia agrícola, los ejemplos aquí discutidos implican tácticas dispersas o concentradas de localización de campos de cultivos, y sirven como modelos de referencia para los objetivos de este trabajo. Esta misma lógica puede aplicarse para el análisis de otras estrategias de uso de espacios productivos fluctuantes en su productividad, tal como la distribución de facilidades pastoriles en el mosaico de pasturas.

Con relación a las estrategias de manejo de riesgo en economías productivas, particularmente con relación a la agricultura es importante destacar dos aspectos que son claves, y que expusieron Winterhalder y Goland (1997): a) Como el intervalo entre la producción y el consumo es extenso –durando un año en ambientes estacionales- los mecanismos que operan promediando la varianza en el tiempo no son efectivos. Por ejemplo un cazador regularmente puede promediar sobre la base de los resultados obtenidos diariamente, pero un agricultor no puede promediar los resultados en las escalas del intervalo de producción, porque simplemente no sobreviviría durante intervalos de producción fallidos consecutivos, y porque además los costos de almacenamiento en estas escalas serían muy altos. b) Como el uso del espacio productivo está altamente localizado en el espacio y la estrategia productiva no requiere de la presencia constante del agricultor, las oportunidades de dispersión espacial para disminuir el riesgo aumentan, dado que un agricultor puede utilizar simultáneamente una gama diversa de espacios productivos con diferentes resultados cada uno. Esto no es posible para un cazador, que no puede estar simultáneamente en varios lugares persiguiendo presas, y haciendo uso de la dispersión de patches para la caza, en la escala diaria del intervalo predatorio. Partiendo de estas dos condiciones estructurales -temporales y espaciales- de las economías productivas de baja escala – Winterhalder y Goland (1997) señalaron que conforme aumenta la dependencia de la producción de alimentos, emergen fuertes presiones selectivas para la evolución de sistemas de manejo de riesgo en los cuales el “compartir” hacia el interior de la unidad doméstica o el grupo predatorio (esperable en la caza y la recolección) es *suplantado por la dispersión de los campos entre las unidades domésticas*, y sistemas de intercambio -entre regiones en las cuales las fluctuaciones no están sincronizadas.

Una serie de derivaciones resultan del considerar al riesgo con una agente selectivo de alto impacto en las economías productivas de la Puna durante el Período Temprano.

- 1 Si los requerimientos de las unidades domésticas son muy altos –superiores al retorno medio esperado- se seleccionaran estrategias y tácticas *risk prone*. Esta es una apuesta total al riesgo, esperable donde cada unidad de recurso incrementa su valor de *fitness* conforme se obtiene más, lo que caracteriza a contextos de escasez en los que se desarrolla la toma de decisión. Se espera si se usan hábitats de baja calidad muy fluctuantes, como los del fondo de Valle de SAC, o bajo situaciones densodependientes en los cuales no existan hábitats de alta calidad vacantes. Por lo tanto esperamos que en el inicio de la transición hacia nichos que incluyan a la agricultura esto no ocurra.
- 2 Si los requerimientos de la unidad doméstica son inferiores al retorno medio esperado- se seleccionaran estrategias y tácticas *risk adverse*. Esta es una apuesta a la seguridad, esperable donde cada unidad extra de recurso reporta poco valor de *fitness*, pero su substracción es muy significativa, lo que caracteriza a contextos de abundancia relativa para satisfacer las necesidades en los que se desarrolla la toma de decisión. Esto se espera si se usan hábitats de alta calidad y con una varianza de microambientes que permitan la dispersión de campos, como las quebradas laterales del Valle de SAC. y donde la densidad demográfica no disminuya las probabilidades de dispersión.
- 3 Una manera alternativa de manejar el riesgo es disminuir los requerimientos de la unidad doméstica, mediante la reducción de los miembros que la componen. Particularmente por el desprendimiento de los individuos en edad reproductiva para la formación de nuevas unidades domésticas en otros hábitats. Esto genera poblaciones estructuradas de tamaño pequeño, y procesos de dispersión poblacional y colonización de nuevos hábitats.
- 4 Si las fluctuaciones en los requerimientos de las unidades domésticas no pueden ser manejadas adaptativamente, éstas pueden dejar de ser biológicamente viables en su nicho económico. Así puede ocurrir un cambio hacia un nuevo nicho biológicamente viable, basado en estrategias menos sensibles al riesgo. Pero si no hay ningún nicho económico disponible se espera la extinción local.

- 5 Bajo condiciones de baja densidad poblacional, donde la abundancia de hábitats y de recursos de alta calidad no haya disminuido, el establecimiento de nichos humanos con estrategias agrícolas vendrá acompañado de tácticas *risk adverse* –ver el punto 1 y 2. Con un uso diversificado de recursos y estrategias económicas.
- 6 El riesgo en las economías agrícolas o pastoriles tiene efectos en la evolución selectiva de los sistemas normativos. Principalmente propiciando la evolución de sistemas normativos y punitivos destinados a reglamentar las oportunidades de dispersión de campos de cultivo y de los territorios de pasturas.
- 7 El riesgo se incrementará si un único recurso de alta densidad domina la dieta, aún cuando la dieta sea diversificada.
- 8 Debido a la heterogeneidad espacial de la Puna, donde existen espacios de mesoescala donde la agricultura es imposible pero sí el pastoralismo de camélidos, las estrategias de intercambio de beneficio mutuo minimizadoras del riesgo, pueden producir poblaciones simbióticas, con nichos económicos divergentes pero complementarios.

5- Teoría de la Transmisión Cultural: El Modelo de Herencia Dual y los Mecanismos de Transmisión Cultural

La Teoría de la Transmisión cultural es un marco teórico desarrollado para explicar los diferentes modos y mecanismos por los cuales se transmite la cultura entre los individuos y prolifera en el nivel de la población. En este marco se define a la cultura como información socialmente aprendida que afecta al fenotipo. Su evolución se explica como un proceso selectivo que favoreció en el clado homínido a poblaciones de organismos con la capacidad de aprender socialmente la información adaptativa, disminuyendo de esta manera los costos de los errores de la experimentación y del aprendizaje individual del comportamiento adaptativo en entornos fluctuantes. En estos términos la capacidad para el aprendizaje social, por mecanismos de copia y transmisión de información adaptativamente sesgada, constituye una adaptación sumamente eficiente en entornos fluctuantes, selectivamente superior al aprendizaje individual (Boyd y Richerson 1985, Richerson y Boyd 1992).

Sobre la base de concebir a la cultura como un sistema de heredabilidad paralelo al genético y con mecanismos de cambio particulares, distintos a los mendelianos, se ha formulado el Modelo de Herencia Dual (Boyd y Richerson 1985, Durham 1991), según el cual en una población dada existe tanto un *pool* de información genético y un *pool* de información cultural que les son propios y que evolucionan de manera interdependiente. Bajo este modelo se caracteriza a la evolución conjunta entre ambos sistemas de información, como una dinámica coevolutiva entre genes y cultura (Durham 1991). La coevolución implica una relación de codeterminación entre cultura, genes y ambiente, de la cual emergen las propiedades fenotípicas de los individuos de la población, y donde los procesos de cambio que operan en la cultura tienen efectos sobre los procesos de cambio genéticos, y viceversa de manera recursiva.

Los mecanismos de cambio que afectan a la estructura genética poblacional son los clásicos de la biología evolutiva: mutación, selección natural, deriva y flujo genético principalmente. Los mecanismos de cambio que operan en la cultura también consideran los efectos de la mutación – errores de replicación de información cultural- y la selección natural Darwiniana operando sobre esta variación. En este marco se reconocen dos modos principales de transmisión cultural: la *Transmisión vertical* y la *Transmisión horizontal* - Figura 5.8.

Partiendo del álgebra de la genética de poblaciones Boyd y Richerson, (1985), formalizaron dos mecanismos básicos de transmisión cultural que constituyen fuerzas de evolución selectiva, basadas en el ensayo y el error individual y en el aprendizaje social de rasgos culturales, que son análogos a los alelos en su tratamiento matemático. Estos mecanismos son: Variación Guiada y Transmisión Sesgada.

Cada uno de ellos actúa a partir de sesgos genéticos o culturales que direccionan la transmisión de información cultural que se expresa en el fenotipo. Los sesgos genéticos son predisposiciones innatas –instintos– para el comportamiento social, económico o reproductivo. Los sesgos culturales, son predisposiciones culturalmente adquiridas que no necesariamente tienden a maximizar el *fitness* individual, aunque esto no sea lo frecuentemente esperable siguiendo la lógica seleccionista ⁴ (Durham 1991).

En términos coevolutivos, cuando el sesgo que actúa sobre la replicación de variantes sigue el modelo genético -es decir que direcciona la replicación de caracteres que optimizan el *fitness* de los organismos- lógicamente la selección natural actuando en los distintos niveles del constituyente fenotípico no se opondrá a la selección natural operando en el nivel del organismo. En este caso las poblaciones humanas y su *pool* cultural –incluyendo las poblaciones de artefactos- proliferarán conjuntamente hacia lo óptimo. Si ocurre lo contrario, se entabla una relación entre las fuerzas que operan sobre el *fitness* cultural y el *fitness* de los organismos a la que Durham (1991) caracteriza como de Oposición, por la cual evolucionan caracteres maladaptativos para los organismos, pero que pueden persistir y diversificarse selectivamente, ya que su *fitness*, como en el caso de los virus, no depende de los organismos individuales en los cuales se expresan (Neff 2001).

Antes de pasar la descripción de cada uno de los mecanismos de transmisión cultural, desde el seleccionismo multinivel es importante destacar que cada uno de ellos son: a) modelos formales para explicar la transmisión cultural del fenotipo en el nivel de los organismos individuales, y b) modelos formales de selección natural que actúan en el nivel de los constituyentes fenotípicos –por ejemplo en el nivel del artefacto- en el cual los agentes selectivos son los humanos que toman decisiones que controlan el éxito replicativo de la información cultural –el *fitness cultural* (Durham 1991).

Es importante destacar que debido al carácter selectivo de la transmisión cultural, sus efectos son comparables a los de la selección natural operando en el nivel del organismo individual – de hecho a todos los fines lógicos el cambio por este proceso es selección natural Darwiniana (Bettinger *et al.* 1995, Winterhalder y Goland 1997). La Figura 5.9 ilustra tres resultados posibles de la acción de la Transmisión Cultural Selectiva: los procesos direccionales, los estabilizadores y los disruptivos. Nótese que si no se consideran las escalas temporales en juego, cada uno ellos no se diferencia de la selección natural operando a partir del *fitness* de los organismos individuales, en las escalas de tiempo que modifican al genotipo modal por la reproducción individual (Neff 2001). Por lo tanto la discusión empírica de la evolución selectiva por transmisión cultural debe considerar la tasa de evolución de la variación arqueológica y los patrones de cambio como los principales indicadores de este proceso, que lo diferencian de la evolución selectiva en el nivel del organismo. Abordaremos estos aspectos en los siguientes acápite.

⁴ Es un hecho probado –etnográficamente- que mucha variación cultural puede generar conductas contrarias al *fitness* individual y que por selección natural de variación cultural estas pueden proliferar (Durham 1991). En estas condiciones se espera que a) la selección natural actuando en el nivel del individuo destruya esta variación si sus efectos son deletéreos antes de alcanzar la vida reproductiva de los organismos (Durham 1991), o b) que esta variación sea selectivamente ventajosa en el nivel del grupo y retenida por la selección natural operando en este nivel (Boyd y Richerson 1985). Por esto lo esperable es que la cultura evolucione adaptativamente, en escalas de largo plazo, siguiendo el modelo genético (Wilson 1975), pero a partir de reglas que no son las genéticas (Boyd y Richerdson 1985, Cronk 2000, y especialmente Durham 1991), y que incluyen procesos como la selección natural de grupos culturales (Soltis *et al.* 1995).

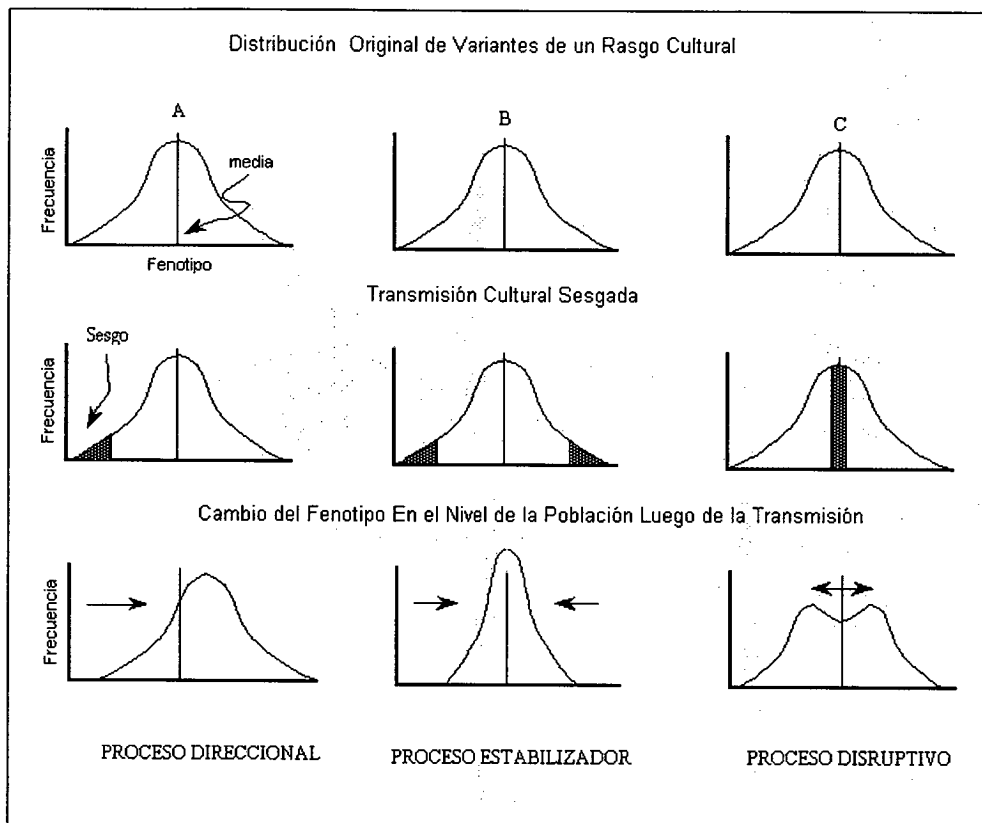


Figura 5.9: Tres Resultados Ideales de la Transmisión Cultural Selectiva: Direccional, Estabilizador y Disruptivo. Las flechas indican la dirección del sesgo, que actúa favoreciendo la transmisión, replicación y proliferación de la variación en un *pool* cultural. Nótese que estos procesos no se diferenciarían de la selección natural operando en el nivel del organismo, si no se consideran fundamentalmente la tasa de cambio evolutivo, y los patrones de retención de variantes-ver texto.

5.1- La Variación Guiada

La Variación Guiada es un mecanismo de "adición" selectiva de nuevas variantes culturales al fenotipo, que resulta de un *pool* cultural heredado. Los individuos adquieren azarosamente la conducta del entorno imitando y aprendiendo de los *role models* presentes en la población. Posteriormente -- experimentando y aprendiendo por sí mismos-- toman decisiones basadas en sesgos genéticos o culturales con respecto a la utilidad del comportamiento aprendido para lograr objetivos determinados, adicionando nueva variación cuando es necesario. Hay que destacar que en la Variación Guiada, la selección Darwiniana tiene lugar en el proceso de aprendizaje de la información que se va a adicionar al *pool* heredado. Efectivamente mediante el ensayo y el error los individuos retienen las variaciones que se ajustan a sus fines eliminando selectivamente al resto de las variantes.

En la escala transgeneracional la Variación Guiada, siendo un proceso aditivo, a partir de los errores de transmisión y adición de variación genera nuevos *role models* y mayor variabilidad total en el *pool* cultural de la sociedad. Este mecanismo actuando poblacionalmente, si los sesgos de adición de variación siguen el modelo genético -- de maximización de *fitness*--, rápidamente produce cambio evolutivo tendiente al óptimo local poblacional. Discutiremos este y el resto de los mecanismos en el marco de la evolución de tradiciones alfareras poblacionales, ya que tal cuestión constituye uno de los ejes centrales de investigación en este trabajo. Para ejemplificar cada uno de ellos tomaremos como

referencia a un “alfarero óptimo”, cuyo comportamiento tecnológico enfrenta diferentes restricciones, ante las cuales los distintos mecanismos de transmisión cultural pueden propiciarle soluciones maximizadoras del *fitness*.

Por ejemplo, si un alfarero hereda vertical u horizontalmente de los *role models* disponibles en su sociedad la información necesaria (*In*) para la fabricación de artefactos de morfología *x* con materias primas *m*₁, y por cualquier motivo debe replicar *x* pero con una materia prima distinta *m*₂, entonces *In* puede no ser adecuada ante esta nueva situación. Supongamos que el objetivo es la fabricación de alfarería y que la información heredada no incluye agregar rocas trituradas a la materia prima arcillosa para disminuir la plasticidad de la pasta, siendo esta una condición crítica para obtener los diseños buscados. Supongamos también que en el entorno en el cual esta habilidad evolucionó y fue aprendida, los bancos de arcilla disponen de inclusiones naturales suficientes. Ante una nueva situación, en un entorno en el cual los bancos de arcilla no incluyan naturalmente rocas que sirvan como antiplástico de las pastas, la *Variación Guiada* llevará al alfarero encontrar una solución a este problema de diseño, incorporando nueva información “aprendida por sí mismo” al *pool* cultural. Si el sesgo es optimizante, esto podría ser el agregar rocas trituradas a la pasta que funcionaran como antiplástico, minimizando los costos totales de producción, por ejemplo reutilizando vasijas rotas y agregando tiestos molidos. Asumiendo las mismas condiciones de sesgo y los mismos objetivos para la fracción de alfareros del resto de la población, entonces la nueva información selectivamente aprendida y la nueva conducta se fijarán poblacionalmente no por copia, sino porque los individuos se comportan de idéntica manera. Esto hace que la próxima generación disponga de *role models* con información cultural adaptativamente de mayor calidad. La recursión transgeneracional de este proceso mueve al fenotipo modal de esta población al óptimo local con respecto a esta conducta y amplifica la variación cultural total poblacional. Precisamente la adición de variación al *pool* cultural es la principal característica de este mecanismo –Figura 5.10. Por esta razón su estudio arqueológico requiere del análisis cuantitativo de la variación con el fin de detectar patrones de adición de rasgos a lo largo del tiempo en clases de artefactos (Bettinger y Erkens 1997). Aún más, dado que pueden existir distintas soluciones óptimas a un mismo problema de diseño la *Variación Guiada* puede producir una diversidad de comportamientos funcionalmente equivalentes en una misma tradición cultural, amplificando aún más la diversidad de rasgos culturales (Muscio 2002).

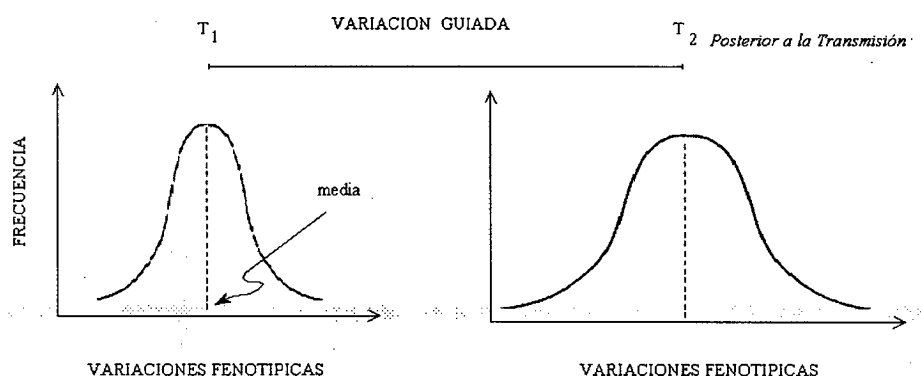


Figura 5.10: Efectos de la Variación Guiada. En un tiempo inicial t_1 la distribución de las variantes de un rasgo cuantitativo tiene una media y un desvío estándar característico. La fuerza de la Variación Guiada aumenta la variabilidad total adicionando sesgadamente nueva variación en un tiempo posterior t_2 , luego de la transmisión. La nueva distribución para el mismo rasgo en el nivel de la población presenta en t_2 una mayor variación, medida por ejemplo en su desvío estándar. Recursivamente este mecanismo amplifica la variabilidad total del *pool* cultural y cuando el sesgo de adición es optimizante, conduce a la población al óptimo local para cierta conducta en particular, transmitida culturalmente –ver texto.

5.2- La Transmisión Sesgada

Por otra parte, la Transmisión Sesgada asume que los individuos aprenden selectivamente de los *role models*, es decir que la transmisión no es al azar. Esta consiste en una serie de mecanismos de copia selectiva de variantes del *pool* heredado, también mediante sesgos genéticos o culturales que dirigen la replicación de variantes de acuerdo al objetivo deseado. Estos mecanismos son el Sesgo directo, el Sesgo indirecto, y el Sesgo dependiente de la frecuencia. Todos ellos son mecanismos sustractivos de variación cultural.

En la transmisión por Sesgo Directo, el individuo hereda del entorno –por aprendizaje social– información que luego pone a prueba, por ensayo y error durante el aprendizaje individual, descartando fragmentos de información del *pool* cultural de los *role models* que no cumplen con los objetivos deseados. Este es un mecanismo de “sustracción” de variación del *pool* cultural heredado. Por ejemplo, si se heredan dos variantes para la conducta se pone a prueba a ambas y el individuo retiene sola aquella que cumple con sus objetivos deseados.

Suponiendo que una tradición alfarera, compuesta por n variantes que condicionan la conducta de producción evoluciona en un entorno (E_1), en donde la incorporación de clastos a la arcilla muchas veces es necesaria para obtener pastas maleables; entonces la información tecnológica contiene instrucciones para agregar artificialmente antiplásticos (h), como para no hacerlo (q). Si el alfarero hereda toda esta información y posteriormente en un nuevo entorno (E_2) los bancos de arcilla explotados contienen antiplásticos naturales que, “mediante experimentación individual”, aprende que son totalmente adecuados para la fabricación exitosa del diseño buscado; entonces su conducta tecnológica puede modificarse selectivamente en esta nueva situación. En este contexto el Sesgo Directo, a partir de la información individualmente aprendida, puede eliminar direccionalmente del *pool* cultural a la fracción de información tecnológica h , reteniendo el resto de la información. Si todos los alfareros de la población se comportan igual, mediante criterios de sesgo similares de aprendizaje individual, este proceso produce nuevos *role models* para la próxima generación que transmitirán información tecnológica que incluya solamente la variante q en un *pool* cultural de tamaño $n-1$. Transgeneracionalmente la recursión de este proceso, y la eliminación selectiva de variación subóptima, produce la evolución de una tradición tecnológica alfarera divergente con la tradición heredada, con información tendiente al óptimo local y con una disminución total de la variación, por la pérdida de la variación subóptima.

Resulta claro que tanto la Variación Guiada como el Sesgo Directo son mecanismos altamente sensibles a los costos del error y a los costos de aprender individualmente la solución óptima a un problema de diseño adaptativo. De manera que ambos son mecanismos eficientes cuando estos costos son bajos, como en el caso de aprender habilidades poco elaboradas. Con mucha frecuencia estas condiciones no se cumplen, por ejemplo cuando el individuo no puede aprender individualmente con facilidad toda la información requerida para que su comportamiento se ajuste a la conducta deseada, y entonces el aprendizaje individual es muy costoso. Veámoslo más en detalle.

Si el alfarero tiene que decidir que procedimientos de cocción de cerámica – i.e. clase de hornos, combustibles, horas de cocción, momento más adecuado para la cocción, etc. – son los que maximizan en su entorno las probabilidades de tener éxito en la producción de una morfología buscada; el “costo de aprender individualmente” todo el conocimiento preciso acerca del comportamiento de los materiales que maneja frente a las variables críticas que intervienen en la cocción y en la forma del artefacto podría demandarle una cantidad enorme de energía y trabajo. Este proceso de aprendizaje podría demandar años de experimentación para obtener información adaptativa cuya demanda es inmediata.

Paralelamente otro problema a sortear es cuando el “costo de equivocarse” en cualquiera de estos procedimientos es muy alto, tal como el que puede devenir por la elección de una técnica de cocción defectuosa, que arruine todas las piezas en las cuales se invirtió mucho tiempo y energía de manufactura, durante etapas de precocción –por ejemplo utilizando combustibles que muy rápidamente eleven la temperatura del horno y estallen todas las piezas. En ambos casos, cuando los costos de aprendizaje individual y los costos del error son elevados, la experimentación por ensayo y error es la peor alternativa frente a la posibilidad de copiar y replicar la información adaptativa ya obtenida por otros, que reporta rápidamente la solución a la restricción selectiva que el individuo debe sortear. Cuando los costos del aprendizaje individual son muy altos, la transmisión por Sesgo Indirecto, es el mecanismo más adecuado. El Sesgo Indirecto actúa basado en la copia “en paquete” que hace un individuo del *pool* cultural de *role models* exitosos en una o más habilidades. Por ejemplo, el artesano puede copiar todo el *pool* de información acerca del procedimiento de manufactura y cocción de alfarería de un *role model*, sin saber porqué y como cada acción del procedimiento copiado funciona.

Dado que únicamente el individuo puede evaluar la efectividad de toda la serie de comportamientos, su único interés son los resultados de los mismos. Por esta razón la dirección del sesgo es copiar, a partir de un indicador no ambiguo de éxito, la suma total de comportamientos de algún otro. El prestigio que puede tener un ceramista de su sociedad puede servirle como “rasgo guía” que lo identifica como un buen modelo para copiar sus habilidades. La copia en paquete de toda la información del *role model*, le evita afrontar los costos de aprender individualmente la complejidad de los procesos de manufactura necesarios para el diseño óptimo en cuestión. Nótese que esta es una de las soluciones más eficientes ya que los costos de la experimentación individual se anulan completamente y el individuo obtiene culturalmente el fenotipo óptimo, a expensas de la inversión en tiempo y energía realizada por otros.

Como vimos, es crítico que los *role models* tengan alguna propiedad que los individuos puedan tomar como indicador de su éxito. El estatus, los *display* de riqueza o el prestigio social sirven para estas funciones, pero también la propia observación de la tasa de errores de los otros –ver Boyd y Richerson (1985), Muscio (2003). Un efecto lateral de este mecanismo, es que al copiarse un stock de información completo, se transmite y replica indirectamente otra información, carente de utilidad funcional para el diseño de conducta o artefacto en cuestión. Por ejemplo rasgos decorativos o variaciones formales que imponen los *role models* a sus artefactos y que no contribuyen al desempeño efectivo de los mismos, medido en *fitness* en el nivel del individuo. Este es uno de los mecanismos claves para la replicación de la variación selectivamente neutral⁵.

Por otro parte, cuando los costos del error son muy altos pueden operar mecanismos aún más eficientes para minimizarlos. Supongamos que por cualquier razón los individuos no pueden decidir cuales son los *role models* de mayor éxito, y que tampoco tiene la información necesaria para comportarse óptimamente en un entorno en particular —por ejemplo porque se encuentran en un entorno distinto al cual fueron enculturados. En este caso el *sesgo dependiente de la frecuencia* puede actuar direccionalmente para proveerles de la información adaptativa. Por este mecanismo el sesgo que actúa direcciona la copia del comportamiento en relación con su frecuencia –abundancia– en la población. Una de las formas de este mecanismo es la denominada Transmisión Conformista. Mediante este mecanismo los individuos nunca experimentan por si mismos y evitan exponerse a los costos del error, copiando el fenotipo con “mayor frecuencia” en la población.

⁵ En términos absolutos la variación neutral tiene costos de producción y replicación. Sin embargo el punto clave es que en términos relativos, para que esta variación sea efectivamente neutral debe tener un valor selectivo mínimo comparada a otra variación en un ranking de valor de *fitness* (Van Pool 2001) En consecuencia sus costos deben ser los suficientemente bajos como para ser ignorados por la selección natural.

Retomando el ejemplo del alfarero óptimo. Si en un entorno (E_1) evolucionó una población de alfareros donde existen dos variantes de información cultural (r , d) que determinan dos fenotipos, donde r lleva a un fenotipo con una técnica de cocción de cerámica reductora (f_1) y d lleva a un fenotipo con una técnica de cocción oxidante (f_2). Cuando la frecuencia de los fenotipos en la población (p) no es simétrica, tal que para f_1 , $p=0,7$ y para f_2 , $p=0,3$; el individuo utilizará $p=0,7$ como único criterio de sesgo para la copia del comportamiento tecnológico. En este caso, el alfarero imitará a f_1 y adoptará la información cultural r , para la cocción de su alfarería mediante técnicas reductoras. Asumiendo que esta técnica es la óptima, en una situación en donde los costos de cocción son elevados para las morfologías en cuestión, por las variables físicas del entorno –i.e. altitud, temperatura, y disponibilidad de combustible, entre otras- la Transmisión Conformista actuando transgeneracionalmente puede fijar recursivamente la frecuencia de f_1 en $p \cong 1$. Es decir en una frecuencia de fenotipos donde predomina la información cultural r que optimiza la manufactura de la cerámica en la tradición alfarera local.

Nótese que la Transmisión Conformista no solamente anula todos los costos del error y el aprendizaje individual del comportamiento óptimo, sino que además disminuye fuertemente la variación intrapoblacional y promueve la persistencia de las diferencias entre subpoblaciones o grupos, aún en proximidad espacial. Particularmente cuando opera sobre la conducta social: el conjunto de normas y sanciones que da lugar a un orden social determinado y a sus instituciones, y que crea el entorno social del cual emergen las diferentes características de la individualidad de las personas⁶ (Shennan 2002).

5.3- Transmisión Cultural y Registro Arqueológico

Los modelos de transmisión cultural son apropiados para elaborar hipótesis explicativas de los patrones de la variabilidad arqueológica en escalas temporales que varían de la centena al millar de años (Soltis *et al.* 1995). Las principales líneas de investigación que se derivan de estos modelos abarcan el estudio del cambio tecnológico o económico, que afecta a los nichos humanos (Bettinger y Erkens 1997), y el estudio de la evolución institucional, en el marco de la teoría social Darwiniana -ver Dickens (2000).

La aplicación de estos modelos en arqueología depende de la definición –mediante modelos estrictamente arqueológicos-- de los contextos apropiados para la acción de cada uno de estos mecanismos, en el estudio de casos. El punto de partida necesario es considerar las condiciones bajo las cuales la transmisión cultural habría evolucionado, o sea cuando es adaptativamente ventajosa con relación al aprendizaje individual, y extender esta lógica a ambientes adaptativos variados.

Siguiendo la lógica seleccionista del modelo genético, se puede proponer que “la proporción de transmisión cultural I_{tc} -o sea la información que es socialmente transmitida- es una función *creciente* respecto del costo del error c_e y del costo del aprendizaje individual c_{ai} y *decreciente* respecto del costo del aprendizaje social c_{as} – ver (5.5), (5.6), (5.7) y Figura 5.11, Muscio (2002).

⁶ Como se ha demostrado a partir de la Teoría Evolutiva de Juegos las fuerzas de transmisión cultural, particularmente la Transmisión Conformista permiten la evolución de instituciones que sirven para la sanción de *free riders* en sistemas cooperativos de gran escala, que es lo que caracteriza a las sociedades humanas (Boyd y Richerson 1996, Richerson y Boyd 1997, 2001). De aquí emergen distintos órdenes sociales, que caracterizan a grupos sociales y que tienen la capacidad de crear individualidades diferentes según el caso. Estas se expresan en dimensiones tales como la identidad, la competitividad, y las preferencias de conducta de los individuos. La heterogeneidad *entre* grupos, que resulta de la Transmisión Conformista actuando en el interior de los grupos, hace posible que la selección natural actúe en este nivel, por la proliferación de grupos con habilidades competitivas superiores que extingan socialmente a otros grupos -ver referencias y casos arqueológicos de este cuerpo de teoría social Darwiniana en Shennan 2002.

$$\frac{\partial I_{tc}}{\partial c_e} \geq 0 \quad (5.5)$$

$$\frac{\partial I_{tc}}{\partial c_{ai}} \geq 0 \quad (5.6)$$

$$\frac{\partial I_{tc}}{\partial c_{as}} \leq 0 \quad (5.7)$$

Las relaciones establecidas por estas desigualdades sirven como punto de partida para el estudio de los patrones de variación en artefactos o rasgos conductuales, cuando se presupone que actuó la transmisión cultural. Sintéticamente, el objetivo es analizar si la variación arqueológica, por ejemplo en una población de artefactos, estuvo más o menos constreñida por la transmisión social o contrariamente es más abundante, por los efectos de la experimentación o la creación individual, a partir de la medición cuantitativa de esta -ver Bettinger y Eerkens (1997).

Las desigualdades (5.5) y (5.6) dicen que el aumento del costo del error por un lado, y del costo del aprendizaje individual por el otro, se corresponden con el aumento de la transmisión cultural -- o lo que es lo mismo, con el decrecimiento del aprendizaje individual. Esto aumenta la proporción de la transmisión social controlando la replicación de los rasgos. En cambio la desigualdad (5.7) dice que el aumento del costo del aprendizaje social disminuye la transmisión social.

La Figura 5.11 presenta gráficamente esta propuesta que es útil para operativizar los modelos de transmisión cultural a casos de estudio concretos en arqueología. En la Figura 5.11 la parte central de la distribución corresponde a un equilibrio entre las fuerzas de Variación Guiada y las Fuerzas de la Transmisión Sesgada controlando la transmisión de rasgos culturales. Estos pueden incluir tanto las morfológicas de artefactos, la selectividad de presas y hábitats, como también a los sistemas políticos que estructuran los roles que ocupan los individuos en una sociedad -nichos sociales- entre otras cuestiones de interés arqueológico (Muscio 2002, 2003).

Cuando la transmisión social para la expresión de un rasgo es mínima -pero no nula- se espera que la variación en la población de ese rasgo sea máxima, y mayormente explicada por el aprendizaje o la experimentación individual. Esto puede dar lugar a una mayor variabilidad formal en una población de artefactos. En la Figura 5.11 esta situación se ubica cercana al origen del gráfico. Por ejemplo la variación métrica en una población de artefactos líticos de baja inversión de energía, como los instrumentos sobre lascas, serían más propensas a la variación por experimentación y a la Variación Guiada (Bettinger 1991).

La aplicación arqueológica de los modelos de transmisión cultural depende de dos cuestiones básicas: 1) de la construcción de argumentos que claramente expongan la dirección y la fuerza de los sesgos intervinientes en la transmisión, y 2) de la estimación acertada de los "costos del error" y de los "costos del aprendizaje social" de conductas particulares. En ambas, el marco teórico de la Ecología del Comportamiento Humano es una herramienta clave, porque precisamente sus modelos -siguiendo el modelo genético- predicen los sesgos esperables en el comportamiento de los individuos en contextos selectivos específicos, y *la fuerza de tales sesgos*.

Como vimos, la experimentación puede ser muy costosa como una función del riesgo. Entonces si el riesgo aumenta, la transmisión cultural sesgada actuará rápidamente para mantener la variación cultural de mayor calidad, frente a esta presión de selección. Es decir que los individuos no experimentarían si en su *pool* cultural existen modelos de conducta que disminuyan los riesgos y los copiarán selectivamente. De esta manera, tales diseños de conductas o artefactos de manejo adaptativo del riesgo, persistirán y proliferarán en el largo plazo, por mecanismos de Transmisión Sesgada. En este marco, el Sesgo Indirecto retendrá variación neutral, que dejara señales filogenéticas

en un registro arqueológico. Esperamos que los sesgos derivados del riesgo sean muy fuertes en la transmisión de información cultural de poblaciones de entornos fluctuantes e impredecibles como la Puna.

Si no existen modelos para imitar en la población, la toma de decisión óptima conjuntamente con la Variación Guiada pueden propiciar que evolucionen rápidamente las conductas y artefactos localmente óptimos, luego de lo cual pueden ser mantenidos por mecanismos fuertemente sesgados de transmisión cultural. Por ejemplo en los momentos iniciales de la transición económica, la evolución de estrategias de dispersión de campos y de sistemas normativos de la dispersión de los cultivos, puede ocurrir direccionalmente por mecanismos de toma de decisión evitativos de riesgo controlando a la Variación Guiada, y seguir evolucionando –y generando divergencias locales- bajo el control de la Transmisión Conformista. Cada uno de estos procesos tiene su expresión empírica. Principalmente en el nivel de las poblaciones de artefacto, donde es posible el estudio de la transmisión neutral y funcional –mediante la seriación de frecuencias, el análisis cladístico y las tasas de cambio (O'Brien y Lyman 2000), la correlación de rasgos cuantitativos (Bettinger y Eerkens 1997). Lo mismo se espera para innovaciones tecnológicas que aumentan la eficiencia, ya que como se desprende del modelo de amplitud de la dieta la frecuencia de encuentro de los recursos de alto ranking, es el principal factor que perciben los individuos en su hábitat local, y que controlará la fuerza de los sesgos para la evolución y proliferación de tales innovaciones. De tal manera el crecimiento demográfico puede llevar a la aparición de sesgos para la transmisión cultural dependientes de la densidad, donde el costo del error es alto como una función de la competencia por los recursos.

Por otra parte, en contextos de alta densidad demográfica y de aumento de la complejidad organizativa de una sociedad, los costos del error de la conducta interindividual e intergrupala pueden aumentar, aumentando la fuerza de los sesgos que restringen al ensayo y el error de la conducta social. Aquí la Transmisión Conformista operará manteniendo las conductas localmente óptimas. Arqueológicamente esperamos que mucha variación simbólica sea mantenida, por ejemplo aquella que demarque nichos sociales particulares (Muscio 2003). Otros ejemplos son los artefactos y las conductas relacionadas con los sistemas de reciprocidad, el acceso a territorios y las obligaciones económicas. La replicación de arte rupestre como señales de territorialidad –ver Capítulo 9- o de abundancia de recursos, sujeta a Transmisión Conformista, es un mecanismo por el cual pueden persistir tradiciones locales estilísticas diferenciadas –neutrales en la escala del diseño, Muscio (2002).

En cuanto al costo del aprendizaje social, el aumento del tamaño de la población puede disminuirlo debido al aumento de la frecuencia de modelos para imitar en los ambientes locales (Durham 1991). Por otra parte, aprender socialmente puede ser costoso cuando las conductas a replicar tienen un valor de *fitness* bajo o nulo, por cual los individuos no afrontaran los costos de aprender de otros, y seguirán patrones de conducta individualizados, es decir adquiridos por sí mismos. En estos casos, esperamos una gran retención de variación neutral. Por ejemplo en rasgos que no tienen ningún valor funcional en los instrumentos líticos, es decir que no modifican nada su *performance* adaptativa.

Otras situaciones tienen que ver con la complejidad de los rasgos culturales que son transmitidos. Se espera que el costo del aprendizaje social disminuya con relación al costo del aprendizaje individual, como una función de la complejidad de los rasgos. Los diseños de artefactos y comportamientos muy complejos, difíciles de reinventar o aprender individualmente, son entonces los más sensibles de los mecanismos de transmisión sesgada. La replicación de morfologías complejas, por ejemplo de diseños muy elaborados de alfarería, podrían estar fuertemente controlados por el Sesgo Indirecto. También esto se puede plantear cuando los procedimientos de manufactura son complejos. Estos casos están más próximos al extremo superior del gráfico de la Figura 5.11.

Otros procesos que pueden disminuir las probabilidades del aprendizaje social, no por sus costos- son aquellos que afectan la abundancia de *role models* en una población. Por ejemplo si en la dispersión y colonización espacial de hábitats, la población dispersiva no es representativa de los *role models* de la población fuente para una conducta de alto valor de *fitness*, puede tener lugar la deriva cultural, operando de manera divergente. Debido a estos procesos, la Variación Guiada, y la Transmisión Sesgada producirán la disminución de las señales filogenéticas en distintos conjuntos de un registro arqueológico, mediante sesgos localmente óptimos que propicien la evolución de nuevos *role models*. Estas ideas pueden discutirse en registros materiales concretos, mediante estudios de filogenia artefactual dependientes de las distancias y del aislamiento geográfico.

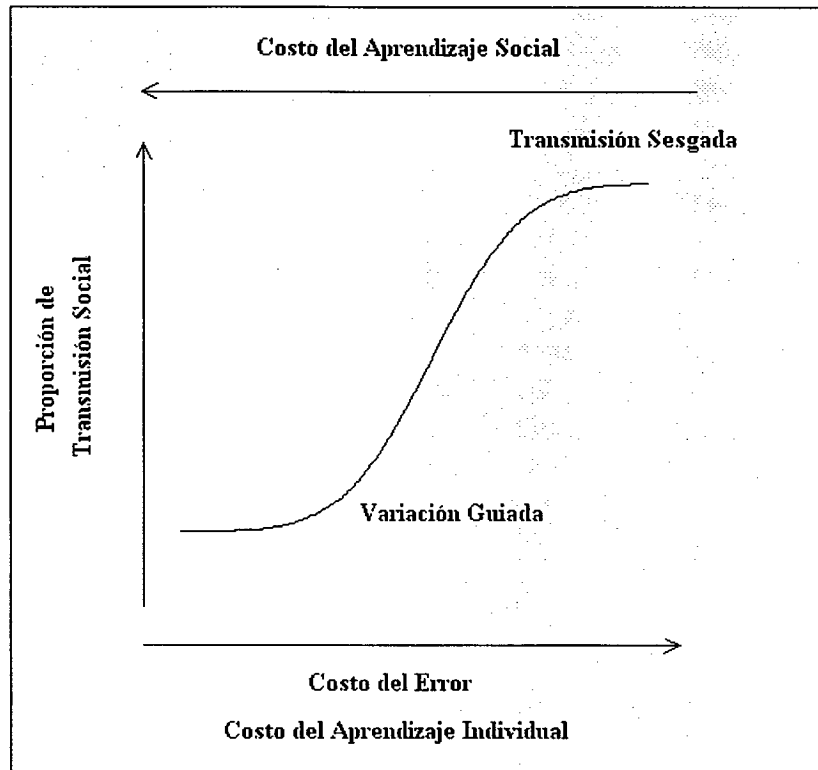


Figura 5.11: Proporción de la Transmisión Social de Variantes de Comportamiento con Relación a los Costos del Error y a los Costos del Aprendizaje. La Transmisión Social –cultural- es una función *creciente* del costo del error y del costo del aprendizaje individual y *decreciente* del costo del aprendizaje social. La función sigmoidea sirve sólo a los fines ilustrativos. En los extremos del gráfico predominan la Variación Guiada –inferior- o la Transmisión Sesgada –superior. En la parte central hay un balance entre ambas fuerzas de evolución cultural selectiva. En el origen la Transmisión Social es cero, por lo que no hay Transmisión Cultural para el estado de carácter en cuestión y la variación conductual es completamente una función del aprendizaje individual o de la experimentación. En esta situación la variación total ha de ser máxima para ese rasgo. Una alta variación también es esperable con la Variación Guiada, pero disminuyendo conforme aumenta la proporción de Transmisión Social, siendo mínima para los extremos de Transmisión Sesgada. Todas estas relaciones son aplicables al estudio de la evolución por transmisión cultural de la variación arqueológica.

Finalmente, es importante señalar que debido a que los procesos de evolución selectiva por transmisión cultural operan en escalas de tiempo medianas, en el lapso de vida de un individuo o en unas pocas generaciones de individuos, muchos cambios derivados de ellos pueden ser percibidos en el registro arqueológico de manera abrupta. Esto es una ventaja para su discusión arqueológica, particularmente para distinguirlos de la evolución selectiva en el nivel del individuo.

Debido a que en la selección natural en el nivel del organismo las tasas de evolución están aparejadas con la eficacia biológica y las tasas reproductivas de los individuos en su población (Boyd y Richerson 1985), los cambios arqueológicos ocurrirán en estos ritmos, con tasas lentas comparadas a las tasas de evolución selectiva por transmisión cultural. En consecuencia la medición de las tasas de evolución de artefactos y el patrón de cambio de la variación, son decisivas para dirimir qué clase de proceso tuvo lugar en su historia evolutiva: la evolución selectiva en el nivel del organismo individual o la evolución selectiva por transmisión cultural.

En el tratamiento empírico de estas hipótesis, los indicadores demográficos y biológicos son decisivos, dado que la trayectoria demográfica de una población es una de las medidas principales de la selección natural por éxito reproductivo individual. Por esta razón los modelos arqueológicos que esclarezcan la dinámica demográfica de las poblaciones humanas y su correlato con las tendencias de evolución de la cultura material son claves (Muscio 2002). En esta tarea es importante la medición de las tasas de cambio y las velocidades de evolución y su correlación con las tasas de crecimiento demográfico. Éstas, en el caso de la Transmisión Cultural, deben ser notoriamente mayores a las de la selección natural biológica.

Por otra parte la Variación Guiada presentaría un patrón de aparición rápida de variación novedosa, seguido luego de estasis para la morfología o conducta en cuestión. Su patrón de cambio se presentaría como una función cuadrática sobre el eje temporal. Contrariamente la Transmisión Sesgada, especialmente el Sesgo Directo junto a la transmisión horizontal, sería evidente por un patrón sigmoideo, similar al de la selección genética pero mucho más acelerado en el tiempo -ver Muscio *et. al.* (2002).

Aquí sugerimos dos hipótesis mutuamente excluyentes:

- a) Si la tasa de evolución artefactual -funcional- es alta y la tasa de crecimiento poblacional es baja o nula, la dinámica evolutiva no se correspondería con la selección natural en el nivel del organismo, sino en el nivel de los artefactos o de los constituyentes fenotípicos.
- b) Si la tasa de crecimiento demográfico y la tasa de evolución artefactual -funcional- están sincronizadas, entonces puede ser defendida una dinámica selectiva en el nivel del organismo individual.

Para ambos casos sugerimos que la tasa de evolución de la variación neutral -estilística-acoplada a la variación funcional es un indicador adecuado para discutir la temporalidad de estos procesos. El uso de tipos históricos, como cronómetros y como indicadores de filogenia, es pertinente en la discusión de estas hipótesis. Pero sugerimos que el patrón de evolución temporal del Coeficiente de Variación -CV- (*sensu* Sokal y Rohlf 1979), de caracteres funcionales de artefactos y su tasa de cambio son medidas más apropiadas -ver Shott (1996b), Van Pool (2001).

La contrastación de ambas hipótesis por vías independientes en registros biológicos, particularmente por marcadores de diferenciación biológica entre poblaciones, es necesaria también en esta discusión -ver Simoni *et. al.* (2000). A partir de estos indicadores, en comunidades etnográficas de la Puna de Salta, se ha propuesto que la deriva genética es el principal mecanismo que afecta la evolución en comunidades aisladas, tales como la de Pastos Grandes (Aldeza *et. al.* 2002), por lo cual en el Período Temprano esperamos efectos similares, y expresados también en la variación neutral culturalmente transmitida.

En resumen, a los fines arqueológicos es importante remarcar una serie de derivaciones que se desprenden de los modelos de transmisión cultural para el análisis evolutivo del poblamiento humano durante el Período Temprano en el Valle de SAC, las cuales guiarán nuestro trabajo.

- 1 La ocupación humana de la Puna, con nichos de producción de alimentos, producirá en la escala temporal arqueológica tradiciones locales y regionales, fuertemente sesgadas por las presiones de selección del riesgo y de la baja productividad ecológica, que se expresarán en las tecnologías y en los sistemas normativos de la conducta social.
- 2 Los linajes culturales locales y regionales abarcarán tanto variación funcional como variación neutral, principalmente por los efectos del Sesgo Indirecto.
- 3 Localmente los linajes culturales evolucionarán rápidamente, debido a que las fuerzas selectivas locales son muy fuertes, produciendo divergencias culturales de escala local y regional.
- 4 Las tasas de evolución serán máximas en los momentos iniciales de la transición hacia nichos económicos productivos en la Puna, debido a que en esta instancia las presiones selectivas serán máximas.
- 5 Debido a la Transmisión Conformista y a la heterogeneidad espacial de la Puna, se mantendrán las diferencias culturales entre grupos, aún cuando la migración y la interacción social de escala espacial amplia sean altas –lo cual esperamos como adaptaciones al riesgo.
- 6 Debido a que las presiones de selección derivadas del el riesgo, la baja productividad ecológica y la hipoxia son fuertes en toda la Puna, la toma de decisión y la Transmisión Cultural –especialmente la Variación Guiada– producirán convergencias evolutivamente persistentes entre las poblaciones locales.
- 7 Si ocurren procesos de dispersión hacia la Puna, desde poblaciones de ambientes ecológicamente distintos, con tradiciones culturales distintas, esperamos que rápidamente la Variación Guiada y la Transmisión Sesga, actúen generando diferenciación tendiente a lo óptimo en los nuevos ambientes locales.
- 8 Debido a que en el gradiente ecológico la distancia entre hábitats locales potenciales para el uso humano aumenta, conforme decrece la productividad ecológica aumentando también las probabilidades de extinción local, esperamos que en la Puna Alta la Transmisión Cultural ligada al aislamiento genere divergencias locales por deriva cultural y mayores tasas de variación por extinción local y recolonización, que se expresarán con patrones discontinuos en los linajes culturales arqueológicos. Esperamos que en estos casos los patrones temporales de evolución neutral tiendan a ser más estocásticos -caóticos.

En la siguiente sección presentamos el marco de la Teoría de Dinámica de Metapoblaciones, con el fin de construir un modelo general para analizar, a partir de sus implicaciones, los procesos de poblamiento, transmisión cultural y toma de decisión óptima que pudieron haber actuado en la transición hacia nichos con economías productivas en el Valle de SAC. Centraremos nuestro interés en la evolución de nichos económicos que incluyen a la agricultura, ya que este es nuestro caso de estudio.

6- Teoría de Metapoblaciones y Dinámica Poblacional

La Teoría de Metapoblaciones es un marco teórico evolucionista centrado en el estudio de los procesos dinámicos que tienen lugar en poblaciones naturales, incluyendo los procesos de evolución selectiva y de proliferación de variación neutral (Barton y Whitlock 1997). Su principio fundamental es que la persistencia de una especie, cuyo rango de distribución abarca *patches* de un ambiente heterogéneo e impredecible, depende de su existencia como un set de poblaciones locales que, aunque independientes en su nicho local y ocupando *patches* diferentes, están conectadas por la

migración (Harrison y Taylor 1997 Olivieri y Gouyan 1997). De aquí surge la definición clásica de la metapoblación como "la población de poblaciones locales" de una especie interconectada por la migración de organismos (Levins 1970, Wilson 1975), de la cual se deriva la definición más amplia que incluye cualquier sistema en el cual las poblaciones están subdivididas pero intercambian migrantes (Wilson 1975, Harrison y Taylor 1997, Hanski 1998).

En biología y ecología evolutiva se argumenta que la estructura poblacional en esta escala espacial grande, inclusiva de muchas poblaciones locales, constituye una red que disminuye los riesgos de extinción, de la metapoblación y de las poblaciones locales, en ambientes impredecibles y fluctuantes -por sus propiedades físicas o por las interacciones con otras especies competidoras o predatoras de la especie focal. A partir del modelo de Levins (1970), la teoría de metapoblaciones es principalmente una teoría acerca del riesgo de extinción que opera sobre la estructura poblacional de las especies, y de las diferentes configuraciones poblacionales y procesos de cambio evolutivo que pueden ocurrir como consecuencia del riesgo de extinción (Hanski 1998). Entre éstos se destaca el rol de la selección natural actuando en procesos de especiación, en la evolución de adaptaciones locales, en la propagación de variación neutral y en la evolución de adaptaciones a la propia dinámica de la metapoblación (Barton y Whitlock 1997). En estos términos la migración misma se concibe como un rasgo de las especies que evoluciona por selección natural y en el marco de la dinámica de la metapoblación de la especie en cuestión (Olivieri y Gouyan 1997).

Para la arqueología este marco teórico es de particular interés, porque permite estudiar en escalas de largo plazo la acción de los mecanismos de toma de decisión y transmisión cultural en el contexto de procesos poblacionales dinámicos, donde la migración, la extinción, y la colonización de ambientes son fundamentales (Muscio 1996, 1998-1999, 2002). Antes de avanzar en la discusión del potencial explicativo de la Teoría de las Metapoblaciones para el estudio arqueológico de los procesos de poblamiento humano de espacios heterogéneos y fluctuantes, como las Tierras Altas Surandinas, es importante precisar algunas definiciones terminológicas utilizadas en este marco teórico - ver Tabla 5.1.

En el marco de la Teoría de las Metapoblaciones se han desarrollado muchos modelos para explicar los factores que inciden en la dinámica de evolución de una sola especie o de múltiples especies, siendo el de Levins (1970) el "modelo canónico", del cual se derivan muchos otros. Estos modelos constituyen construcciones formales cuya unidad mínima de análisis es la población local: la concentración de individuos en áreas particulares, denominados demes en genética de poblaciones. En esta escala de organización tienen lugar la mayoría de las interacciones ecológicas, genéticas y conductuales. Estas unidades están separadas espacialmente por áreas vacías, formadas por *patches* más o menos inhabitables, donde la densidad de las especies es muy baja o nula (Stacey *et. al.* 1997). No obstante la mayoría de las especies dispone de mecanismos que evolucionaron selectivamente, para que los organismos puedan atravesar *patches* inhabitables en un estadio de su historia de vida (Olivieri y Gouyan 1997). Estos mecanismos son los que conectan a las poblaciones locales mediante la migración. En consecuencia un punto central en el estudio de la dinámica de metapoblaciones es la frecuencia de la migración -la conectividad demográfica- entre las poblaciones locales.

En términos formales la conectividad entre dos poblaciones locales es una variable continua, que cuando vale 0 las poblaciones están completamente aisladas y cuando es muy alta, con un valor próximo al número de individuos de cada población, ambas poblaciones funcionan como una sola unidad. La conectividad demográfica, junto con la extinción local y la colonización constituyen las tres variables clave de los modelos de metapoblaciones (Hanski y Gilpin 1997, Hanski 1998).

<i>Término</i>	<i>Definición</i>
<i>Patch</i>	Espacio de mesoescala con características bióticas y abióticas particulares en un paisaje heterogéneo.
Calidad del Patch	Propiedad del <i>patch</i> dada por la relación costos-beneficios de su explotación y por las fluctuaciones que afectan a la estructura de todos los recursos para una población local.
<i>Patch</i> Ocupable	Espacio dentro del mosaico ambiental que por su calidad permite el establecimiento de un hábitat para una población local colonizadora.
<i>Patch</i> Inocupable	Espacio dentro del mosaico ambiental que por su calidad no puede ser colonizado. Estos espacios separan una de las otras a las poblaciones locales.
<i>Patch</i> Transitorio	Espacio dentro del mosaico ambiental utilizado transitoriamente por un predador de alta movilidad (e.g. por su conducta predatoria), en los cuales las poblaciones de organismos no forman verdaderas poblaciones aisladas.
Áreas Vacías	Serie de <i>patches</i> inocupables. Si sus dimensiones son grandes constituyen barreras biogeográficas
Hábitat	<i>Patch</i> ocupado por una población local: sinónimo <i>patch</i> – <i>hábitat</i>
Hábitat Vacante	<i>Patch</i> no ocupado por una población local pero que puede ser potencialmente ocupado.
Hábitat <i>Sink</i>	Hábitat de baja calidad ocupado, donde la población local no puede persistir si no es por el aporte de inmigrantes.
<i>Home Range</i>	Hábitat del organismo individual en su población local.
Colonización Local	Establecimiento de una población en un hábitat local, mediante un nicho efectivo – perdurable por varias generaciones.
Extinción Local	Extirpación de un segmento de la metapoblación lo suficientemente cerrado a la inmigración, de manera tal que el <i>patch</i> permanece despoblado por organismos de esa especie por muchas generaciones.
Recolonización Local	Reocupación de un <i>patch</i> por una población, posterior a un proceso de extinción, mediante el establecimiento de un nicho efectivo, llevado a cabo por migrantes de poblaciones locales existentes. Sinónimo: <i>Turnover</i>
Migración	Movimiento irreversible de los individuos más allá de su <i>Home Range</i> y de su población local, por el cual atraviesan <i>patches</i> inocupables.
Conectividad	
Dispersión	Ampliación del área de distribución de una especie o de una metapoblación por la colonización de nuevos <i>patches</i> .
Población Fuente	Población Local que ocupa un <i>patch</i> de alta calidad y que genera migrantes.
Población <i>Sink</i>	Población Local que ocupa un <i>patch</i> de baja calidad y cuya persistencia depende de la recepción de migrantes de poblaciones fuentes.

Tabla 5.1: Terminología Básica de la Teoría de Dinámica de Metapoblaciones. Términos y definiciones extraídas de Hansky y Gilpin 1997 y Wilson 1975.

En la tabla 5.1 se define a la extinción local como la extirpación de la población de un *patch* colonizado, cuya duración es transgeneracional. En la teoría de metapoblaciones se considera que la extinción local y la fluctuación en el tamaño poblacional son fenómenos naturales, que forman parte de la dinámica de una población distribuida heterogéneamente en el espacio (Carlson y Edenhamn 2000, Kendall *et al.* 2000). En general se reconocen cuatro causas de extinción local. Estas son: la estocasticidad demográfica, la pérdida de variación genética, la estocasticidad ambiental, y las causas deterministas - e.g. pérdida del hábitat, o disturbios del mismo-. La estocasticidad demográfica - las fluctuaciones en el tamaño de la población- afecta principalmente a las poblaciones que están por debajo de un tamaño umbral. La pérdida de variación genética afecta a poblaciones aisladas y opera de una manera comparativamente lenta. Ambos factores pueden ser concurrentes y se espera que actúen sobre poblaciones que ya están en declive, y pueden también impedir el establecimiento de nuevas poblaciones locales, pero es improbable que sean las causas principales de las extinciones -ver Harrison y Taylor (1997). En cambio la estocasticidad ambiental -las fluctuaciones azarosas en las propiedades de los hábitats- y las causas deterministas, pueden extirpar muchas poblaciones locales en un período de tiempo breve. Ambas se reconocen como los principales factores de extinción. Particularmente la estocasticidad ambiental que se manifiesta de manera “sincrónica” en espacios geográficos amplios (Harrison y Taylor 1997, Carlson y Edenham 2000), y que puede actuar produciendo estocasticidad demográfica también espacialmente sincrónica -autocorrelacionada- (ver Kendall *et al.* 2000).

La Figura 5.12 presenta un ejemplo gráfico de una metapoblación cuyo rango de distribución abarca dos ambientes que difiere por sus propiedades bióticas y abióticas - A y B- en el gradiente espacial de mayor escala. En estos dos ambientes los *patches hábitats* están heterogéneamente distribuidos. La ilustración expone las principales características de una metapoblación estructurada: la distribución heterogénea de los hábitats y de los *patches* vacantes, las diferencias de tamaño entre las poblaciones locales, la conectividad entre las poblaciones locales separadas por áreas vacías, y la configuración en red de todo el sistema. Cuando la estructura poblacional es de esta clase –o se presupone que lo sea- su dinámica puede abordarse a partir de modelos de metapoblaciones basados en el modelo canónico o en estructuras más complejas –ver Capítulo 11.

Arqueológicamente los modelos de metapoblaciones sirven para plantear hipótesis acerca de la estructura poblacional y las causas de las extinciones en el análisis de procesos de poblamiento humano, en distintas escalas espaciales. También son útiles para analizar los efectos de la toma de decisión y la transmisión cultural que afectan la replicación de conductas y artefactos asociados a la dinámica de extinción y colonización de hábitats o a procesos dispersivos, donde el espacio varía en sus propiedades físicas y bióticas (Muscio 2002). Nótese que la definición de extinción local como extirpación no implica necesariamente la muerte de los individuos de las poblaciones locales, sino la desocupación de los *patches* colonizados durante una escala de tiempo transgeneracional. Esto puede explicar situaciones que en arqueología se suelen denominar “abandono local” y cuando son geográficamente extensos “abandono regional” (ver Mandrick 1993, Nelson 1999, Redman 1999, Muscio 1998-1999). En cada caso las discontinuidades poblacionales se expresan como “silencio arqueológico” (Núñez *et al.* 1995-1996, 2001. Seguidamente presentamos los aspectos más generales de este marco teórico, que son de utilidad para derivar algunas expectativas arqueológicas para la investigación evolutiva del poblamiento del Valle de SAC, durante el período Temprano.

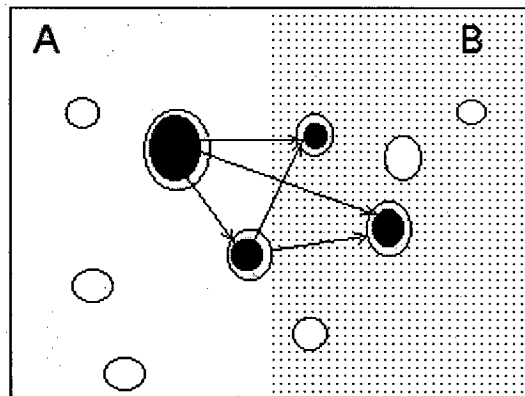


Figura 5.12: Modelo de Metapoblación Espacialmente Estructurada. El rango de distribución de la metapoblación abarca dos ambientes ecológicamente diferenciados, A y B en el gradiente espacial de mayor escala. Círculos llenos: *patches hábitats* ocupados; contornos grises: límites de las poblaciones locales; líneas y flechas: dirección de la migración y conectividad demográfica; círculos vacíos: hábitats vacantes.

La fluctuación en el número de individuos en tiempo y espacio es una característica de todas las poblaciones biológicas (Carlson y Edenham 2000), incluyendo las poblaciones humanas (Rogers 1992, Mandrick 1993, Kelly 1995, entre otros). Un aspecto clave de la dinámica de metapoblaciones es que su persistencia global (P) depende de los factores que inciden en las tasas de extinción local (μ) y en las tasas de colonización de hábitats vacantes (β). Estos factores son los que principalmente controlan el tiempo de vida de la metapoblación en su rango colonizado y también su expansión espacial, cuando la disponibilidad de hábitats vacantes la permite (Holt y Keitt 2000).

Como generalidad en el estudio de la dinámica de metapoblaciones se acepta que la probabilidad de extinción de toda la metapoblación declina rápidamente en tres circunstancias (Hanski 1997, 1998, Carlson y Edenham 2000), a saber:

- 1) Cuando la cantidad de poblaciones locales que componen a toda la metapoblación es grande -Figura 5.13.A, para $f(x_1)$.
- 2) Cuando la asincronía de las extinciones locales aumenta, siendo P máxima cuando las extinciones locales son completamente independientes -Figura 5.13.A, para $f(x_2)$.
- 3) Cuando la conectividad demográfica entre las poblaciones locales aumenta -Figura 5.13.A, para $f(x_3)$.

Cada una de estas condiciones pueden presentarse de manera simple o combinadas. Esto genera distintas dinámicas en el nivel de la metapoblación (Harrison y Taylor 1997). Por otra parte en el nivel de la población local se espera que las probabilidades de persistencia aumenten:

- 1) Cuando el tamaño de la población aumenta en número de integrantes -Figura 5.13.B, para $f(x_1)$.
- 2) Cuando la calidad del hábitat aumenta -Figura 5.13.B, para $f(x_2)$.
- 3) Cuando la conectividad con el resto de la metapoblación aumenta -Figura 5.13.B, para $f(x_3)$.
- 4) Cuando su estabilidad demográfica es mayor, es decir que su tamaño fluctúa menos -Figura 5.9.B, para $f(x_4)$.
- 5) Cuando el *patch* hábitat ocupado es de mayor tamaño -Figura 5.13.B, para $f(x_5)$.

Estos factores que disminuyen las probabilidades de extinción local, pueden operar de manera conjunta o individualmente (Foley 1997). Un caso particular, es cuando la "calidad" de los hábitats afecta tan negativamente la persistencia de las poblaciones locales, que estas no pueden persistir sin percibir aportes demográficos externos -Figura 5.13.C. Así, siempre que una población local ocupe un *patch hábitat* de baja calidad por lo cual es demográficamente inviable, sin el aporte externo de individuos reproductivos desde poblaciones que ocupan hábitats vecinos de mejor calidad, la persistencia de las primeras ocurre por el "efecto rescate" (Stacey *et al.* 1997, Ims y Yaccoz 1997, Hansky 1998).

A los hábitats de las poblaciones cuya persistencia depende de la recepción de inmigrantes, y que se extinguen cuando aumenta el aislamiento se los denomina *sink* (Stacey *et al.* 1997, Vincent y Yoshimura 1998) y a sus poblaciones, *poblaciones sink*. En términos ecológicos la existencia de hábitats *sink* es un producto de las propiedades bióticas y abióticas del hábitat local y del nicho de su población bajo el cual resulta la relación costos beneficios del uso del *patch* (Wiens 1997). Por otra parte, la dinámica propia de los hábitats puede tornarlos *sink* por cualquier variación que afecte a su calidad y en la dinámica de la metapoblación hábitats que una vez fueron *sink* pueden devenir en hábitats fuente y revertirse la dirección del rescate poblacional (Stacey *et al.* 1997).

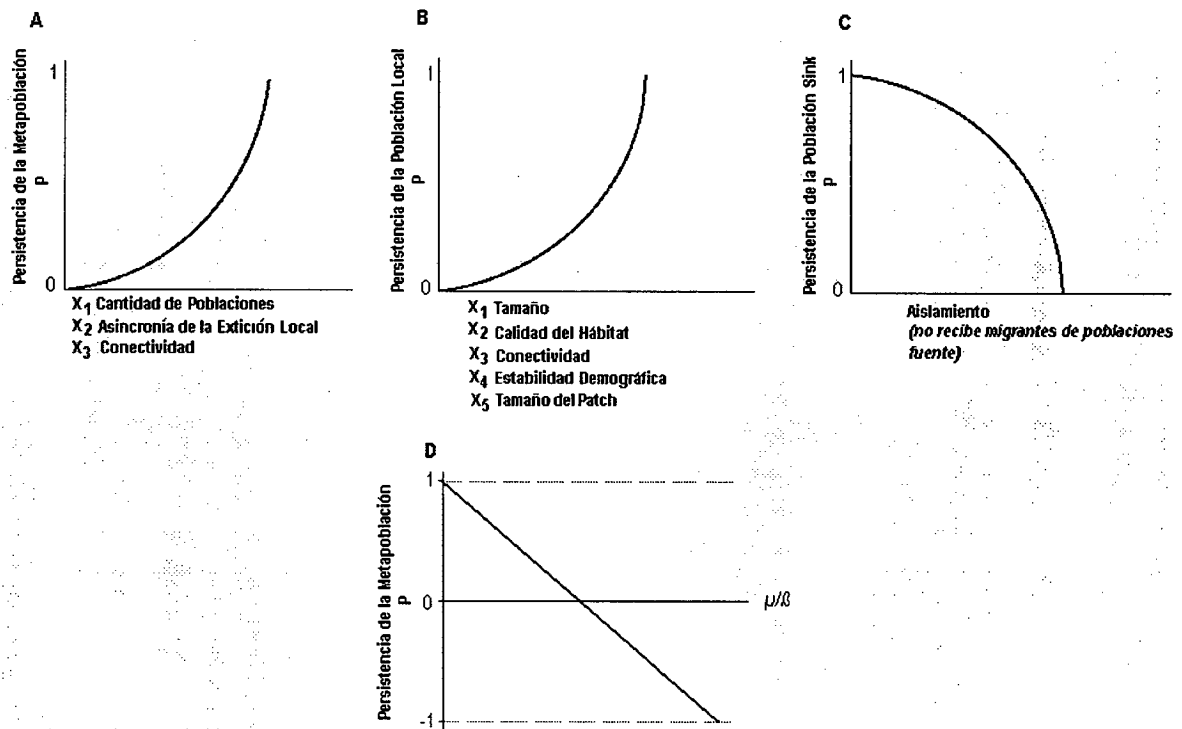


Figura 5.13: Factores que Intervienen en la Persistencia de una Metapoblación y de Poblaciones Locales. A- Incremento de la persistencia en el nivel de la metapoblación conforme aumenta la cantidad de poblaciones locales, la asincronía de las extinciones locales y la conectividad demográfica; B- Incremento de la persistencia de las poblaciones locales conforme aumenta su tamaño, la calidad del hábitat, la conectividad, la estabilidad demográfica y el tamaño del *patch hábitat*, C- Población de un hábitat *sink*, cuya persistencia depende totalmente de la recepción de inmigrantes, D- Persistencia de la metapoblación en el balance de Levins entre la tasa de extinción local y la tasa de colonización, donde P es siempre positivo cuando $\mu/\beta < 1$.

Finalmente, una modo por el cual la persistencia de una metapoblación, que ocupa un espacio muy heterogéneo y fluctuante, puede adoptar un estado de equilibrio en el cual metapoblación persiste, es a partir del balance positivo entre la tasa de extinción y la tasa de colonización—Figura 5.13. C. Este es el equilibrio no trivial de Levins (Gyllenberg *et al.* 1997), donde :

$$\hat{P} = 1 - \frac{\mu}{\beta}. \quad (5.8)$$

En el modelo canónico siempre que $\mu/\beta < 1$, la metapoblación persiste debido a que P es positiva. Una metapoblación de Levins presupone que todas las poblaciones locales tienen un riesgo de extinción constante, y que la tasa de colonización es proporcional a la fracción de *patches* ocupados y a la fracción de *patches* vacantes. De aquí se deriva un aspecto fundamental de la dinámica de metapoblaciones: para que la metapoblación persista la recolonización debe ocurrir a una tasa lo suficientemente alta como para compensar la extinción, y para permitir que una metapoblación pequeña crezca. La condición $\mu/\beta < 1$ o $1 < \beta/\mu$ implica que una población local rodeada de hábitats vacantes causará el establecimiento de al menos una nueva población durante su lapso de vida, para que la metapoblación persista (Hanski 1997). En el Capítulo 11 se expande la presentación formal de estas ideas y del modelo canónico de metapoblaciones, aquí solamente enfatizamos que el modelo canónico, puro o mixto —e.g. incorporando dinámicas emergentes del efecto rescate—, es un buen punto de partida para discutir hipótesis arqueológicas acerca 1) de los procesos que pueden operar sobre las

tasas de extinción local y de recolonización, 2) de las formas que puede adoptar la dispersión humana en ambientes heterogéneos diferenciados por su calidad 3) de la temporalidad de los procesos de poblamiento y des poblamiento de espacios, y 4) de la acción de la toma de decisión racional y las fuerzas de la transmisión cultural operando en procesos dispersivos, que puede dar lugar a la adopción selectiva de innovaciones. Cada uno de estos aspectos puede tratarse en el marco de la Ecología del Comportamiento Humano (Bettinger 1991, Borrero 1993, Lanata y Borrero 1994, Lanata 2002) y de la Teoría de la Transmisión Cultural, mediante la construcción de modelos estrictamente arqueológicos de dinámica de metapoblaciones en escalas temporales y espaciales amplias, propias de la arqueología (Muscio 1998-1999).

Desde nuestro punto de vista el estudio arqueológico de cada uno de estos procesos es totalmente dependiente del estudio del nicho económico de las poblaciones humanas, debido a que las estrategias de obtención de recursos y la tecnología disponible determinan la calidad de los *patches habitats* de la metapoblación, a partir de las propiedades bióticas y abióticas de ellos. En efecto las diferentes estrategias económicas de uso del espacio afectan a la dinámica local de las poblaciones humanas, por sus efectos en el *fitness* de los organismos individuales del cual resulta la tasa efectiva de crecimiento poblacional (r), que finalmente controla β (Rogers 1992). Por ejemplo un mismo *patch*, para dos poblaciones humanas con nichos económicos divergentes puede resultar *sink* o *no sink*, debido a las diferencias en la eficiencia de uso de los recursos, o por la sensibilidad al riesgo de la estrategia económica que predomina en el nicho -ver Holt (1997) para poblaciones animales. Es más, los criterios de selectividad de hábitat pueden variar, conforme varía la utilidad neta obtenida por las estrategias de explotación del *patch* (Smith 1993, Kelly 1995, Layton 2000, Steele 2002).

Siguiendo la lógica seleccionista optimizante, esperamos que los *patches* de menor calidad, que propician poblaciones *sink*, sean los últimos en ser ocupados por poblaciones humanas con cualquier nicho económico particular. Cashdam (1992) señala que los rangos actuales de distribución de poblaciones humanas etnográficas están correlacionados con la abundancia y con la distribución de los recursos. Más particularmente, por el tema que nos ocupa, es importante notar que la densidad global actual de la población humana está severamente afectada por la altitud, de un modo tal que la densidad promedio se incrementa gradualmente con el decrecimiento de la elevación alrededor de los 800 m/nm, y abruptamente luego del 100 m/nm. De tal modo la gran mayoría de los humanos viven actualmente en altitudes bajas menores a los 100 m/nm, mientras que las poblaciones de altitudes superiores son menos densas y espacialmente más variables (Cohen y Small 1998). En la escala evolutiva esto puede reflejar la selectividad humana condicionada por la historia filogenética de la especie en ambientes de baja altitud y subtropicales, la cual sesga la elegibilidad de hábitats a espacios de esta clase (Steele 2002). Más precisamente, la abundancia de humanos en elevaciones extremas como las Tierras Altas de los Andes y del Tibet, está en gran parte condicionada por la baja productividad ecológica de estos entornos y por la hipoxia que afecta a la reproducción humana (Aldenderfer 1998). De tal manera estos espacios son de muy baja calidad, en comparación con espacios de menor altitud, por lo que esperamos que hayan sido ocupados más tardíamente, en la dispersión global de la especie y en sus procesos posteriores de poblamiento, como los que pudieron tener lugar durante el Periodo Temprano en la Puna de Argentina.

La Ecología del Comportamiento Humano, es un marco teórico adecuado para el estudio arqueológico de las variaciones en la calidad de los hábitats de una metapoblación humana, que pueden propiciar procesos dispersivos, cambios evolutivos en el nicho económico y en el *pool* cultural de las poblaciones locales, y la adopción selectiva de innovaciones tecnológicas en la dinámica de la escala de la metapoblación. Estos son los temas del siguiente apartado.

6.1- Dinámica Poblacional en la Escala Arqueológica Evolutiva: Modelo de Homogenización Espacial de la Calidad de los Hábitats Locales De una Metapoblación.

Desde el evolucionismo se ha señalado la necesidad de construir modelos específicamente arqueológicos de la dispersión poblacional humana en el espacio (Borrero 1989, 1989-1990, 1993, 1994-1995, 2001; Young y Bettinger 1995, Steele 2002, O'Connell 1999, entre otros). Por "específicamente arqueológicos" entendemos a modelos en los cuales las variables son significativas –que varían– en las escalas temporales y espaciales arqueológicas, y que generan patrones particulares en estas escalas. Estos difiere de los modelos dispersivos de escala ecológica, donde los rangos de distribución de las poblaciones son dinámicos en escalas espaciales y temporales no evolutivas (Brown 1995). Sin embargo, como remarcó Foley (1995) la selección Darwiniana en el nivel del organismo individual es un proceso recursivo, que genera patrones de macroescala por procesos que operan en las escalas de tiempo de la competencia en el nivel de la población, es decir por procesos que actúan en la microescala.

Desde esta lógica, la Teoría de Dinámica de Metapoblaciones es adecuada para modelar procesos dispersivos en escalas arqueológicas, por una razón básica: el tiempo de vida de una población local es siempre de largo plazo, y en el caso más dramático puede abarcar dos generaciones –la de los fundadores y la de su descendencia si es que ésta se extingue antes de su edad reproductiva. Así el tiempo de vida de una metapoblación humana transcurre siempre en la escala temporal arqueológica evolutiva. En esta escala las tasas de extinción y colonización de regiones, son variables dinámicas abordables arqueológicamente mediante la temporalidad radiocarbónica de las ocupaciones (Deward y Mc Bride 1992, las tasas de depositación de artefactos (Borrero 1993), las amplitudes promediadas de las dietas (Broughton y Grayson 1993, Broughton 1994, 1997), y la distribución de la variación cultural en el tiempo y en el espacio (Lipo *et. al.* 1996, O'Brien y Lyman 2002), entre otros indicadores arqueológicos.

Partiendo de este planteo, aquí presentamos un modelo simple basado en la dinámica de metapoblaciones, en escalas espaciales y temporales arqueológicas, considerando los efectos evolutivos de la competencia y la selección Darwiniana en la dinámica de extinción de poblaciones locales y recolonización de espacios heterogéneos, y en la transmisión cultural y la persistencia de rasgos fenotípicos. Basándonos en la Ecología del Comportamiento Humano, asumiremos que si en el nivel del individuo el fenotipo es optimó, en el nivel de la población y en la escala evolutiva, la selección natural favorecerá a estos fenotipos, mediante su aumento demográfico y la proliferación de su *pool* genético y cultural (Durham 1991). De tal modo, los patrones materiales resultantes de estos procesos selectivos, se presentan en escalas arqueológicas y evolutivas.

Teóricamente, la distribución de humanos en el paisaje puede seguir el "modelo de distribución idealmente libre". El mismo asume que en la selectividad de hábitats, cada individuo tiene las mismas propiedades competitivas y conforme se va incorporando a la población, elige de manera óptima los hábitats de mejor calidad – aquellos que maximizan su *fitness*. (Cashdam 1992, Bonne 1992). Bajo estas condiciones los primeros inmigrantes eligen y se emplazan en los mejores hábitats de un área. Pero en la medida en que los hábitats se llenan, la calidad del hábitat decae por lo cual los individuos deben ocupar otros hábitats de mayor calidad. Si nuevos individuos se incorporan a la población, por inmigración o por crecimiento demográfico, eligiendo siempre los mejores hábitats; llega un punto en el cual todos los hábitats tienen la misma calidad. En este punto se alcanza un equilibrio Nash (*sensu* Gintis 2000) –ver Capítulo 11- en el cual todos los individuos obtienen el mismo éxito reproductivo (Cashdam 1992). Nótese que bajo este modelo el *fitness* individual, en el equilibrio Nash, está espacialmente sincronizado.

Este modelo es útil para plantear la dispersión espacial de poblaciones humanas asumiendo que la temporalidad de la ocupación de un espacio es de escala transgeneracional y que la Estrategia Evolutivamente Estable evolucionará por la selección natural actuando en la escala evolutiva. En

consecuencia, derivamos que una metapoblación que evoluciona en la escala arqueológica bajo el modelo de distribución idealmente libre, en el equilibrio presentará la tasa de crecimiento en cada uno de sus hábitats espacialmente sincronizada. Llevando esta lógica al marco de la Teoría de Metapoblaciones, podemos construir un modelo simple del cual derivar expectativas en escalas temporales arqueológicas evolutivas. Para ello consideraremos los efectos densodependientes de la predación, expresados en la pérdida de la "varianza de la calidad de todos los *patches hábitats* de una metapoblación en su rango espacial" (V_{rp}), es decir de la homogenización global de la calidad del rango ocupado por la metapoblación conforme este va creciendo en el tiempo, siguiendo un modelo de distribución idealmente libre.

De tal manera asumimos un espacio heterogéneo A, con un número finito de hábitats vacantes que difieren en su calidad, y que varían en una serie H_1, H_2, H_3, H_j , ordenada desde los mejores hasta los subóptimos. Asumimos que cada ambiente tiene una frecuencia de encuentro de recursos de alto ranking (λ) que es limitada y dependiente de productividad ecológica de biomasa local –particularmente de herbívoros grandes. Partiendo de la Teoría de la Predación Óptima medimos la calidad individual de cada hábitat vacante por su tasa de retorno esperada R_p , para el sostenimiento de una población local de tamaño n . Del modelo de Levins asumimos una población fuente vecina en un estado donde $\mu/\beta < 1$ y que colonizará A. Dado esto, en el tiempo inicial (t_i) de la colonización de A, la competencia es nula, todos sus *patches* habitables están en su valor potencial máximo de λ y de R_p , por lo cual la calidad global del espacio colonizable tiene un valor medio \bar{R}_p que es máximo, y al mismo tiempo la varianza global V_{rp} es máxima.

Asumimos que los individuos dispersivos encuentran nichos en A y que la metapoblación crece colonizando hábitats a una tasa $\beta_1=f(r)$, donde r es la tasa intrínseca de crecimiento demográfico -o parámetro malthusiano (Wilson 1975, Pianka 1982). También asumimos que la capacidad de carga global (K) está dada por la media de λ y que en el tiempo inicial de la colonización de A $\mu_1=f(\Omega)$, es decir que la tasa de extinción local está controlada por la tasa de predación de los recursos de alto ranking Ω , que es máxima en t_i –por lo cual μ_1 es mínima. Dadas estas condiciones postulamos que la homogenización de la calidad global del espacio colonizado por la metapoblación –el decrecimiento de V_{rp} - seguirá la dinámica de la solución de la ecuación diferencial logística (Wilson 1975). Esto es:

$$V_{rp} = V_{rp}(t_i) \left(1 - \frac{1}{1 + e^{-(\mu_1 - \beta_1)t}} \right), \quad (5.9)$$

donde el tiempo (t) está medido en unidades radiocarbónicas, y las tasas de extinción y colonización (μ, β) por la temporalidad de las ocupaciones arqueológicas locales. Nuestro modelo es entonces un modelo de escala arqueológica. De acuerdo con este modelo la pérdida de la varianza de hábitats de la metapoblación es un efecto dependiente de la densidad, en escalas temporales arqueológicas, cuya curva es sigmoidea -ver Figura 5.14. En el inicio de la dispersión la visibilidad arqueológica debe ser mínima, pero con registros de alta resolución temporal. Conforme la metapoblación crece ocurrirá una fase exponencial de aumento demográfico a expensas de los recursos de mayor calidad, donde β se incrementará exponencialmente y será mayor a μ . En esta fase las amplitudes promediadas de las dietas locales serán estrechas, y aumentarán las tasas de deposición de artefactos y de ocupaciones arqueológicas –el número de *componentes* por intervalo radiocarbónico, en la mesoescala espacial o mayor. A medida que aumenta el tiempo de permanencia de la metapoblación en su rango espacial y aumenta su tamaño (N), declinará la tasa de retorno de la predación de cada *patch hábitat* local – R_p . Esto es consecuencia de la disminución densodependiente de los recursos de alto ranking (Winterhalder y Goland 1997), que hará declinar a Ω .

Como en el espacio habitable los hábitats vacantes de alta calidad no son infinitos, conforme aumenta el tiempo de persistencia de la metapoblación los individuos dispersivos colonizarán los

hábitats de menor calidad y declinará la varianza de la calidad de todo el conjunto de *patches hábitats*, por la sobreexplotación local de los recursos de alto ranking, ampliándose las dietas locales, y aumentando las tasas de depositación de artefactos, y la tasa de ocupación arqueológica.

En el punto en el cual la tasa neta de crecimiento de la metapoblación es máxima (R_{max}), β será máxima, y la tasa de homogenización de la calidad global del rango de dispersión de la metapoblación también será máxima. Este punto marca el fin del crecimiento exponencial de la población, y el comienzo de las presiones selectivas principalmente derivadas de la competencia densodependiente – ver Pianka (1981). En el eje temporal este momento (t_x) se corresponde con el punto de inflexión de la curva sigmoidea señalada en la Figura 5.14. Para este segmento temporal, en una secuencia arqueológica regional, esperamos que la tasa de depositación de artefactos sea máxima, que las dietas se hayan intensificado porque la frecuencia de encuentro de recursos de alto ranking, relativa a N disminuyó a la mitad ⁷ y que la tasa de ocupaciones arqueológicas en la escala regional sea máxima. Más adelante retomaremos esta discusión, aquí sólo es importante señalar que inmediatamente luego de este punto, esperamos el comienzo de una fase de selección direccional para cualquier innovación tecnológica que aumente el *fitness* ya que la competencia comienza a acelerarse y β disminuye.

En un punto del tiempo, avanzado el crecimiento de la metapoblación, ocurrirá que la dispersión de la tasa de retorno local respecto a la media de la tasa de retorno de todos los *patches hábitats* de la metapoblación (\bar{R}_p), será nula. En este punto la calidad de todos los *hábitats* será espacialmente homogénea, con varianza nula. Bajo estas condiciones la escasez de recursos de alto ranking se vuelve “espacialmente sincrónica” en toda la metapoblación. Es decir que la frecuencia de encuentro de estos recursos se vuelve espacialmente homogénea en el nivel de la metapoblación, y la tasa de retorno promedio muy inferior alcanzando K . Este umbral de varianza nula de la calidad de los *patches hábitats*, está representado por la parte plana de la curva de la Figura 5.14. Como asumimos una correlación entre la tasa de retorno y el *fitness*, en el umbral de varianza nula en la calidad de los *hábitats*, el *fitness* de los individuos de la metapoblación estará también espacialmente sincronizado por lo cual, dejando todo lo demás constante, las dinámicas locales evolucionarán demográficamente con la misma tasa de variación, en un equilibrio hipotético densodependiente (Rogers 1992) donde la competencia es máxima y β se estabiliza u oscila en torno de λ . Arqueológicamente esperamos que las tasas locales de depositación de artefactos y las tasas de ocupación arqueológica tiendan a estabilizarse, con dietas promediadas de amplio espectro y donde la resolución temporal de los palimpsestos sea mínima. Este tramo temporal en la escala de la metapoblación, podría corresponderse con lo que Borrero (1989-1990, 1994-1995) denomina “colonización efectiva”, de un espacio mínimamente analizado en la mesoescala.

Debido a la acción de la toma de decisión adaptativa y de la transmisión cultural esperamos que durante todo el lapso de persistencia de la metapoblación, evolucionen tradiciones culturales locales y regionales tendientes a lo óptimo, donde la Transmisión Conformista preserve la variación cultural en el nivel de las poblaciones locales y genere una metapoblación “culturalmente estructurada” (*sensu* Boyd 2002). Paralelamente por la conectividad entre *patches hábitats*, la Transmisión Vertical – especialmente a partir de la copia y el Sesgo Indirecto- puede actuar propiciando la proliferación de variación neutral en toda la metapoblación, y por este medio puede evolucionar una tradición cultural en esta escala. Esto mismo se espera a partir del Sesgo Directo operando sobre variación funcional. Estos aspectos son importantes para la discusión que sigue.

⁷ Teóricamente esperamos que en la tasa de crecimiento R_{max} ocurra en $K/2$, según se deriva de la ecuación diferencial logística $dn/dt=r(K-N/K)N$, (Wilson 1995). Debido a que en nuestro modelo asumimos que $(\mu_1 - \beta_1)$ es una constante independiente del tiempo y K es la abundancia de los recursos de alto ranking, en R_{max} , β_{max} , λ vale $1/2$ de $\lambda_{inicial}$.

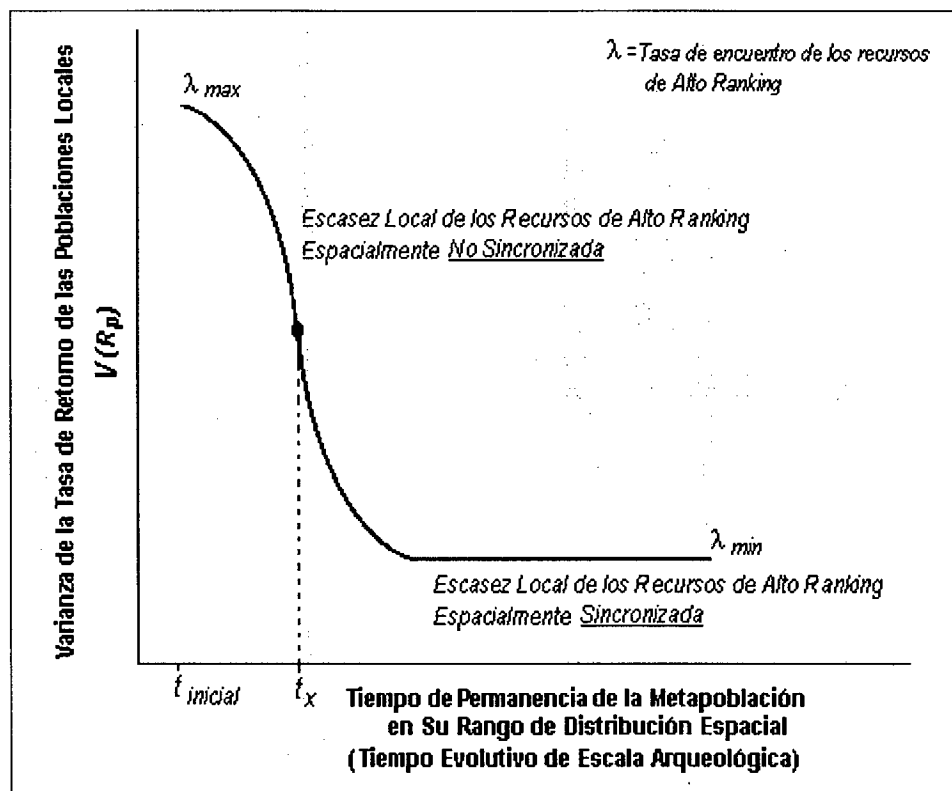


Figura 5.14: Modelo de Homogeneización de la Calidad de los Hábitats Locales de una Metapoblación. En el inicio de la colonización de A, $t_{inicial}$, la frecuencia de encuentro de los recursos de alto ranking (λ), y la tasa de predación de estos recursos (Ω), son máximas en los hábitats locales, y decaen conforme aumenta el tamaño y el tiempo de persistencia de la metapoblación, medido en la escala arqueológica y evolutiva. El punto en la curva sigmoidea indica el tiempo (t_x) en el cual la tasa de disminución espacial de la varianza entre todos los hábitats locales de la metapoblación es máxima. En el extremo inferior de la curva todos los hábitats locales ya tienen la misma calidad, y las tasas de retorno locales están espacialmente sincronizadas, como así también la escasez local de los recursos de alto ranking-ver texto.

En breve, en este modelo, la tasa de homogeneización de la calidad de los *patches hábitats* depende de tres variables principales, que son dinámicas en escalas temporales arqueológicas de resolución radiocarbónica: 1) del tiempo de ocupación de la metapoblación de su rango espacial, 2) de la tasa de colonización β - dependiente del *fitness* individual obtenido por el consumo de recursos de alto ranking y que controlan μ/β , y 3) de la calidad intrínseca de los *patches* en el gradiente ecológico, particularmente de la densidad de la biomasa de alto ranking y de las fluctuaciones que afectan a su productividad y recomposición a la predación, y que en conjunto controlan las tasas de retorno local. Cada una de estas variables pueden ser arqueológicamente discutidas en el marco del estudio del poblamiento humano de regiones (Borrero 1994-1995,2001), y la ecuación (5.9) puede utilizarse modularmente en simulaciones más complejas, por ejemplo de dinámicas no lineales –ver Kohler 2000.

6.2- Algunas Implicaciones del Modelo

Del modelo de sincronización de la varianza de la calidad de los hábitats, y basándonos en la Figura 5.14, podemos realizar una serie de derivaciones: Cercano al punto de varianza nula en la calidad de *patches* ocupados, todas las poblaciones locales pueden transformarse en un *cluster* altamente vulnerable a la extinción local, debido a que por la escasez de los recursos de alto ranking y la disminución de Ω , el *fitness* modal en la metapoblación habrá disminuido. Si existen áreas vecinas

con disponibilidad de *hábitats* vacantes, que sirvan como *patches buffer* de la presión demográfica, la metapoblación puede expandir su rango mediante la colonización densodependiente de estos *patches*. Esto ocurrirá siempre que en los *hábitats* vacantes, de las áreas vecinas, la tasa de retorno esperada sea igual o superior a la tasa de retorno de los *hábitats* vacantes de la metapoblación dispersiva. Arqueológicamente, esperamos el comienzo de ocupaciones de áreas marginales –por su menor calidad global - radiocarbónicamente más jóvenes y con amplitudes de dietas más diversificadas, dependiendo de la disponibilidad de los recursos de alto ranking en estos nuevos *hábitats*, y con menores tasas locales de depositación de artefactos –debido a que se trataría de poblaciones más jóvenes y más pequeñas.

Por otra parte si no existe disponibilidad de *patches* vacantes que sirven con *hábitats buffer* para la presión demográfica, el rango de distribución de la metapoblación puede permanecer fijo, con poblaciones locales altamente propensas a la extinción y con una dinámica de persistencia de Levins (Holt y Keitt 2000). Arqueológicamente esperamos que esto se exprese por secuencias discontinuas de ocupación de escala local, pero temporalmente solapadas en la mesoescala, indicando la persistencia de la metapoblación en su conjunto y donde cada componente arqueológico contenga señales filogenéticas de la tradición cultural de mesoescala, de la metapoblación. En cambio si los *patches* ya han devenido en *sink* –por sobreexplotación- las poblaciones locales pueden persistir por el efecto rescate, siempre que hubiera poblaciones fuentes vecinas que de manera densodependiente enviaran emigrantes. Arqueológicamente también esperamos secuencias discontinuas de ocupación de escala local, y asincrónicas en la mesoescala, pero con una mayor tasa de variación neutral filogenéticamente no relacionada con la tradición cultural de escala de la metapoblación de mayor antigüedad. El análisis cladístico es la principal herramienta para el estudio de estos procesos (O'Brien *et. al.* 2002 a y b, Jordan y Shennan 2003).

Un aspecto muy importante que se deriva de la pérdida de varianza global en la calidad del espacio ocupado por la metapoblación, es su alta exposición al riesgo. En efecto, bajo condiciones en las cuales todos los *hábitats* disponibles arrojan el mismo resultado, no hay lugar para estrategias de uso del espacio *risk adverse*, basadas justamente en promediar la varianza de diferentes alternativas, como se deriva del modelo Z-score. De tal modo las fluctuaciones ambientales de mesoescala que afecten a la base de recursos actuarán sincrónicamente en toda la metapoblación, por lo cual todas las poblaciones locales pueden ser extirpadas en conjunto. Así, esta sería una metapoblación *risk prone*. Sin embargo esto ocurrirá sólo cuando la calidad inicial global de los *hábitats* de la metapoblación es baja, es decir cuando su rango abarque ambientes marginales y fluctuantes y sin disponibilidad de *patches buffer* frente al riesgo. La señal arqueológica de un proceso de extinción en la escala de la metapoblación debe ser principalmente la discontinuidad ocupacional de mesoescala –regional, radiocarbónicamente sincrónica, correlacionada con el deterioro paleoambiental y la pérdida o la fragmentación de los *hábitats*. Otra alternativa es la persistencia de poblaciones locales en refugios no afectados por la extinción, lo cual se manifestaría por la reducción abrupta del rango distribucional de mesoescala de las ocupaciones arqueológicas, que se presentarían solamente en las fracciones espaciales de los *hábitats* refugios –ver Núñez *et. al.* (2001) para un caso probable de este tipo. Este proceso también podría ser evidente por la pérdida de variación cultural producida por un cuello de botella y por evolución de tradiciones culturales divergentes.⁸

Sin embargo, y esto lo enfatizamos, esperamos que mucho antes de llegar a este umbral de varianza nula de la calidad de los *hábitats*, la amplitud de la dieta de las poblaciones locales se

⁸ Esto podría dar lugar a dinámicas evolutivas –genéticas y culturales- no lineales, como las caóticas (Hugget 1992, Rogers 1992, Hansky y Gilpin 1997, Kohler y Gumerman 1999), que por su complejidad formal se apartan del modelo aquí presentado.

incremente, a partir de la incorporación de estrategias que disminuyan los costos de los recursos de baja calidad y aumenten la eficiencia del nicho económico, y con esto disminuyan las probabilidades de extinción local. Lo mismo afirmamos para estrategias dispersivas y tácticas económicas que minimizan el riesgo. Por lo tanto esperamos que la selección natural favorezca estrategias dispersivas *risk adverse* hacia áreas no colonizadas, mucho tiempo antes que se homogenice globalmente la calidad de los hábitats, y siempre que existan áreas vecinas con hábitats vacantes.

Aquí es clave subrayar que en un proceso de homogenización creciente de la calidad de los hábitats locales, cualquier innovación tecnológica que aumente la eficiencia predatoria, que disminuya el riesgo, o que sea funcional en ambas dimensiones, será retenida por selección natural. Si existen poblaciones vecinas que dispongan de estas innovaciones, la Transmisión Sesgada operará para replicarlas, por lo cual las poblaciones locales disminuirán sus probabilidades de extinción, e incorporará nueva variación cultural. Enfatizamos que es esperable que esto ocurra en momentos cercanos a (t_x), que es el punto en el cual la "tasa" de disminución de la varianza global es máxima, donde termina la fase de crecimiento poblacional exponencial y la competencia densodependiente comienza a crecer con fuerza, por lo cual el beneficio obtenido de las innovaciones tecnológicas que mejoran a la adaptación se incrementa. Particularmente los que aumentan la eficiencia predatoria en la competencia. Si tales innovaciones en el nicho tienen lugar, entonces puede devenir una nueva fase de incremento poblacional (Layton *et al.* 1991, Winterhalder y Goland 1997, Zvelebil 1996, Rogers 1992) y la evolución selectiva de estrategias que intensifican el uso del espacio, como la agricultura -si hay accesibilidad de especies domesticables o ya domesticadas y hábitats adecuados (Rindos 1984)- o el pastoralismo -cuando la productividad vegetal es inaccesible a los humanos pero no a los herbívoros especializados en esta vegetación (Foley 1995). En estos casos se espera la reducción en las estrategias de movilidad, el aumento de la estabilidad residencial (Kelly 1992) y el incremento en las tasas locales de depositación de artefactos. Queremos remarcar la importancia del modelo de coevolución de Rindos (1980), ya que esperamos que los nichos humanos coevolucionen simbióticamente y selectivamente en una dinámica en donde declina la densidad de los recursos de alto ranking -ver Winterhalder y Goland para una discusión exhaustiva de este punto- y disminuya la varianza global en la calidad de los *patches* colonizados.

Podemos trasladar la lógica de este modelo a una situación algo más compleja, en un modelo arqueológico en el cual la dinámica evolutiva tenga lugar en una metapoblación espacial y demográficamente estructurada, que permite ampliar la discusión de la evolución de innovaciones tecnológicas en el nivel de la metapoblación. En el siguiente acápite se aborda esta cuestión.

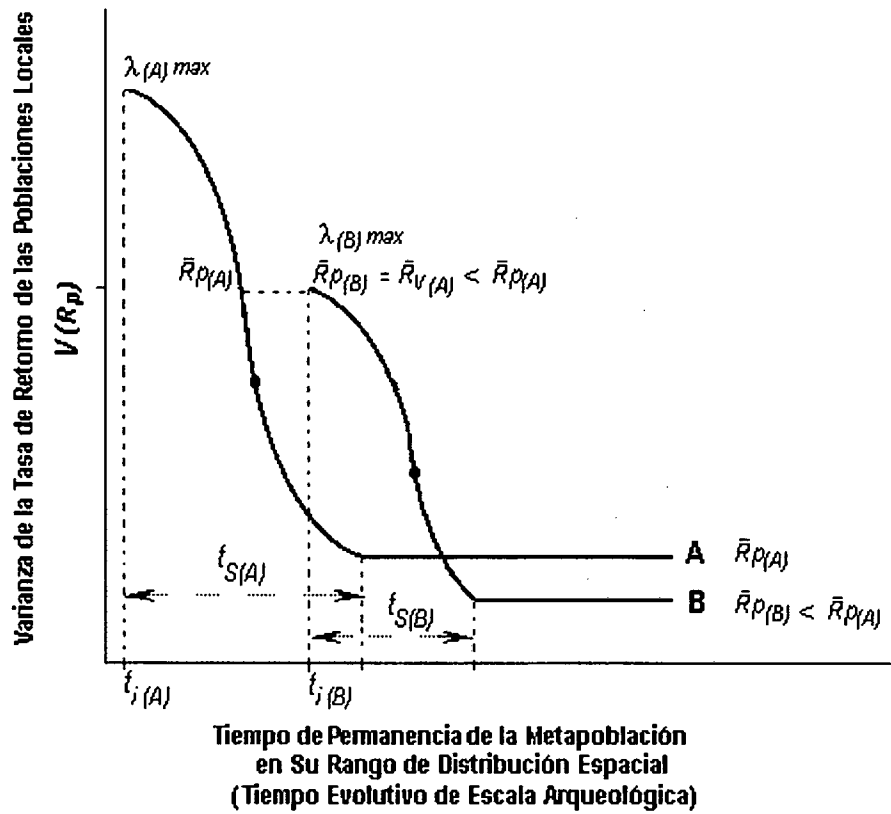
6.3- Modelo de Metapoblación de Dos Fracciones Desiguales con Hábitats de Calidad Decreciente

Holt (1997) ha señalado la importancia de la heterogeneidad del espacio en escalas amplias, que pueden llevar a que fracciones de una metapoblación que ocupan espacios ecológicamente diferenciados evolucionen selectivamente hacia nichos más o menos especializados en la cadena trófica. Esto es enteramente aplicable a metapoblaciones humanas. Consideremos que en el gradiente espacial de macroescala existen dos espacios adyacentes A y B pero separados por áreas inhabitables pero que son barreras para la dispersión, y que ambos espacios están disponibles para su colonización humana mediante nichos económicos basados en la predación de recursos de alto ranking. Asumamos que estos espacios difieren mucho por la calidad y diversidad de sus *patches* habitables, donde la calidad global de A, medida por la *abundancia*, la *diversidad* y las *fluctuaciones* de sus recursos, es muy superior a la calidad de global de B. Además por la *menor diversidad* de hábitats potenciales, la varianza de la calidad de *patches* locales de B es muy inferior que la de A, siendo toda la fracción B más homogénea y con menos riesgo de extinción local.

Considerando que el inicio de la colonización (t_i) es una función dependiente de la calidad de los *patches*, y que λ_A es mucho mayor que λ_B , entonces la fracción A comenzará a ser colonizada primero, con Ω_{max} controlando la constante ($\mu_1 - \beta_1$) en (5.9). Luego las fuerzas de la transmisión cultural y la toma de decisión adaptativa propiciarán la evolución de poblaciones locales tendientes al óptimo de A, y el comienzo de una fase de crecimiento demográfico a expensas de los recursos de alta calidad. Conforme aumenta el tiempo de persistencia de la metapoblación su tamaño aumentará, y la abundancia de los hábitats locales disminuirá, llegando al punto en el cual todos los *patches* de mejor calidad están ocupados, y los nuevos individuos comienzan a ocupar *patches* subóptimos, pero aún de mejor calidad que los *patches* vacantes de B. En esta fase esperamos que la metapoblación de A siga creciendo con $\beta > \mu$ pero disminuyendo el *fitness* modal. Conforme aumenta el tiempo de persistencia de la metapoblación en su rango A, la calidad global de los *patches* hábitats vacantes (\bar{R}_{VA}) declinará y también la varianza de la calidad de los *patches* (VR_{pA}). En el punto en el cual las tasas de retorno de los *patches* vacantes de A igualen las tasas de retorno esperadas en los *patches* vacantes de B, (\bar{R}_{VA}) = (\bar{R}_{VB}) los individuos tendrán la “oportunidad” de migrar y colonizar los *patches* de B y asumirán los costos de la migración, siempre que estos sean menores a los costos de oportunidad de no migrar⁹. Si los costos de la migración son bajos, como una función de la distancia y de la existencia de corredores principalmente (Wiens 1997), la metapoblación aumentará su rango de distribución, incorporando los *patches* vacantes de B. Es muy importante aclarar que esta fase dispersiva no implica que la varianza en la calidad de los *patches* hábitats de la fracción A sea nula, sino simplemente que la calidad entre los *patches* vacantes de A y B se han igualado –ver Figura 5.15. De tal modo el retorno promedio de B (\bar{R}_{PB}) es siempre menor que el retorno promedio de A (\bar{R}_{PA}) –debido a que por definición B es un paisaje más homogéneo y con *patches* vacantes de menor calidad, aún cuando λ_B sea máxima. Por esta razón su varianza entre *patches* también es menor al comienzo de su colonización, como lo expresa el gráfico. Dadas estas premisas, si en el inicio de la colonización de B el comportamiento predatorio es similar al de A, siguiendo los mismos sesgos de selectividad de presas, por lo cual $\Omega_A = \Omega_B$, entonces: 1) la tasa de sincronización de la varianza de la calidad de los *patches* en B (su derivada temporal) será mucho mayor que en A; 2) el tiempo entre la colonización y la sincronización espacial de la escasez de los recursos de alto ranking en B será más corto que en A; 3) la tasa de extinciones locales en B será mayor que en A; y 4) la tasa de colonización en B – y su potencial envío de emigrantes, será menor que en A –ver recuadro de la Figura 5.15 para la deducción.

De esta manera la dispersión de A hacia B se espera que suceda como un resultado densodependiente, donde los *patches* vacantes de la fracción B son *patches* *buffer* de la presión demográfica de la fracción A, emplazados en áreas marginales vecinas donde la razón de Levins μ/β será menor. Así evolucionará una metapoblación estructurada espacialmente en dos fracciones, en el rango de dispersión AB, cuyos hábitats difieren tanto en su calidad como en la tasa de disminución de la varianza de los mismos. En esta metapoblación la fracción poblacional de A será de mayor tamaño –por su antigüedad- y menos vulnerable a la extinción local –por su capacidad de dispersarse en B. En cambio la fracción poblacional de B estará compuesta por poblaciones locales más pequeñas –por la calidad de sus hábitats que afecta el *fitness* individual, por la menor antigüedad. Así estas poblaciones serán más propensas a la extinción local debido a su menor tamaño y a la estocasticidad ambiental: el riesgo. Si a lo largo del tiempo de ocupación, las poblaciones de B han disminuido drásticamente la abundancia de recursos de alto ranking –lo cual podría ocurrir debido a la mayor fluctuación del ambiente o combinada con la intensidad predatoria, los hábitats podrían devenir en *sink*, de tal manera que sus poblaciones dependerían para su persistencia del efecto rescate desde A, o desde otras poblaciones vecinas, si las hubiera porque existiera una metapoblación espacialmente más inclusiva. Concluimos que una metapoblación que evoluciona con estas características se aparta del modelo de Levins, que asume tasas constantes de riesgo de extinción local, y adopta una estructura similar a la de continente–isla (Harrison y Taylor 1997).

⁹ El costo de oportunidad es el beneficio perdido por adoptar una conducta en vez de otra.



Donde

A = Espacio con patches hábitats de Alta Calidad

B = Espacio con patches hábitats de Baja Calidad

λ = Tasa de encuentro de los recursos de Alto Ranking

t_i = Tiempo de inicio de la colonización dependiente de la calidad del hábitat vacante

t_s = Tiempo de inicio de la sincronización de la escasez de recursos de Alto Ranking

μ = Tasa de extinción local

β = Tasa de colonización local

\bar{R}_p = Tasa de retorno promedio de todos los patches hábitats locales

\bar{R}_v = Tasa de retorno promedio de todos los patches hábitats vacantes

Ω = Tasa de predación de recursos de Alto Ranking

Si en $t_i(B) : \bar{R}_p(B) = \bar{R}_v(A) < \bar{R}_p(A)$, y con: $\Omega_A = \Omega_B$

$$\text{Entonces : } \frac{dV(Rp_A)}{dt} < \frac{dV(Rp_B)}{dt}$$

$$: t_{s(A)} > t_{s(B)}$$

$$: \mu_A < \mu_B ; \beta_A > \beta_B$$

$$: \bar{R}_p(B)t_s < \bar{R}_p(A)t_s$$

Figura 5.15: Evolución de una Metapoblación Humana Espacial y Demográficamente Estructurada en Dos Fracciones que Difieren en la Calidad Global de sus Patches. Las fracciones son los espacios A y B de distinta calidad y con diferentes tasas de disminución de la varianza entre hábitats –ver texto.

En un modelo de esta naturaleza esperamos que conforme crezca el rango colonizado de la metapoblación en los sectores más marginales de B, las poblaciones más dispersas –con menor conectividad- y más pequeñas que ocupen hábitats subóptimos, sean las más propensas a la extinción selectiva. Estas poblaciones serán arqueológicamente identificables por componentes de menor duración temporal, bajas tasas de depositación y dietas muy amplias, indicando nichos muy costosos y maladaptativos. Este sería el caso de las ocupaciones de la transición Pleistoceno Holoceno de la Puna Norte de Argentina, a juzgar por la amplitud de sus nichos (Muscio 1999). Esto formaría parte de la dinámica propia de los inicios de la colonización y del crecimiento de la metapoblación, donde el contexto selectivo es de baja competencia y en el cual las densidades poblacionales son bajas. En este tramo inicial de la evolución de la metapoblación, la estocasticidad ambiental es la principal presión selectiva, por lo cual se espera la evolución selectiva de tecnologías y conductas adaptativas al riesgo, y la mayor tasa de extinción en los márgenes del rango colonizado (Wilson 1975, Pianka 1982, Holt 2000). En la siguiente sección nos referiremos a la dinámica esperable en contextos en los cuales la fuerza de la competencia aumenta en esta clase de metapoblación estructurada, y donde esperamos que ocurra la evolución selectiva de adaptaciones que mejoran la eficiencia del nicho a partir de la intensificación del uso de la base de recursos. Orientaremos la discusión a las oportunidades de evolución de la agricultura.

6.4- La Transición Agrícola en el Marco de la Teoría de las Metapoblaciones

Conforme la competencia aumenta y se acelera la homogenización de los hábitats locales -disminuyendo la frecuencia de encuentro de los recursos de alto ranking- emergerá un entorno selectivo favorable para las conductas económicas y dispersivas que atenúen la tasa de extinción local densodependiente. En la escala de la metapoblación pueden evolucionar selectivamente tales comportamientos por transmisión cultural con sesgos localmente óptimos y por la toma de decisión adaptativa. Esto puede llevar a la divergencia entre los nichos económicos de las fracciones poblacionales de A y de B.

Podemos postular que estos procesos se acrecentarán, inmediatamente después de los puntos donde la tasa de disminución de la varianza entre *patches* es máxima para cada fracción poblacional. En el grafico 5.15 estos puntos son aquellos en donde ocurren las inflexiones de las curvas sigmoideas de A y de B, los cuales están temporalmente desfasados. Esta asincronía en el comienzo del incremento de la competencia densodependiente entre las dos fracciones poblacionales tiene consecuencias importantes. La principal es que los procesos que amortigüen la competencia, tales como la dispersión hacia áreas vecinas, ocurrirán primero en la fracción A.

Esto es de particular importancia para considerar un escenario de transición hacia nichos que incluyan a la agricultura, siguiendo el modelo coevolutivo de Rindos (1980,1984). En lo que sigue nos centraremos en este punto. Pero antes es muy importante dejar en claro que para que ocurran procesos por los cuales prolifere la agricultura en fracciones marginales de una metapoblación, *no es una condición necesaria* que el fragmento poblacional que ocupa áreas marginales sea el producto de la expansión de una sola metapoblación dispersiva. Enfatizamos que lo único necesario para que esto ocurra es que, por cualquier razón, haya evolucionado una metapoblación espacial y demográficamente estructurada, en fracciones cuyas tasas de sincronización de la varianza entre hábitats sean notoriamente distintas, como describe la Figura 5.15 y su deducción; y que selectivamente sus nichos económicos hayan divergido, de manera que las poblaciones de A tengan nichos con un uso más intensificado del hábitat y mediante estrategias agrícolas, y en B esto no haya ocurrido por la baja calidad global de sus hábitats, pero que no obstante disponga de un cierto número de hábitats en los cuales la agricultura puede ser llevada a cabo. Si se dan estas condiciones, es decir independizándonos del origen de la población fundadora de B, entonces podemos emplear la lógica del

modelo de sincronización de la varianza de los *patches hábitats* en el análisis de los procesos que pueden controlar la proliferación oportunista¹⁰ de la agricultura en la escala de la metapoblación.

En esta discusión es importante apelar al concepto de Frontera Agrícola (Zvelebil 1996), y considerar a la estrategia agrícola como un rasgo fenotípico que puede dispersarse en una metapoblación por los efectos de la conectividad y de la selección natural propia de los entornos locales (Rindos 1989), proliferando por su éxito replicativo. En estos términos, 1) si en la metapoblación se fija el fenotipo agrícola (f_a), 2) si la calidad de los hábitats impone límites para la expansión de este fenotipo, que restringen a la agricultura a los *patches hábitats* de la fracción A, y 3) si en B existen algunos hábitats potenciales para la implementación de la agricultura –especialmente debido a los efectos de la extinción local que deja hábitats vacantes, entonces surgen dos posibilidades hipotéticas para la expansión de la frontera agrícola y la proliferación de f_a en el nivel de la metapoblación AB: 1) *Expansión poblacional oportunista y adaptación local*, 2) *Adopción selectiva optimizante*.

- 1) *Ampliación de la Frontera Agrícola Por Expansión Poblacional Oportunista y Adaptación Local:* Dada una metapoblación AB, estructurada espacialmente en un gradiente ambiental, donde hay fracciones con hábitats de alta calidad (A), con mayor densidad poblacional y poblaciones locales con nichos que incluyen a la agricultura; y fracciones marginales (B) con hábitats de baja calidad, menor densidad poblacional, y hábitats vacantes para la agricultura (B), la mayor tasa de extinción local y la menor tasa de colonización de B, dejarán más hábitats vacantes para su colonización que la fracción de A. En un proceso en el cual los hábitats de A se van sincronizando espacialmente por la escasez de los recursos de alto ranking, perdiendo varianza y disminuyendo la tasa de retorno promedio a tasa máxima; y cuando el retorno esperado en los hábitats vacantes de A sea igual o menor al retorno esperado en los hábitats vacantes de B, $\bar{R}_{VA} \leq \bar{R}_{VB}$, entonces la probabilidad de colonización oportunista de los hábitats vacantes de B por poblaciones dispersivas portadoras de f_a aumentará, propiciando la expansión de estas poblaciones hacia la fracción marginal de menor calidad global. De este modo, por la expansión poblacional el *pool* cultural de las poblaciones dispersivas que evolucionaron en los hábitats de alta calidad se expandirá hacia las áreas marginales, y f_a proliferará en B. Conforme pasa el tiempo, estas nuevas poblaciones de B evolucionarán selectivamente hacia los nuevos óptimos locales, diferenciándose de sus poblaciones ancestrales de A. Por este mecanismo mixto de expansión poblacional y adaptación local a las propiedades de los nuevos hábitats locales, proliferará la agricultura en aquellos hábitats vacantes en donde las probabilidades de éxito de esta estrategia sean altas. De tal modo la frontera agrícola se ampliará hacia áreas marginales por los efectos combinados de la expansión poblacional oportunista y la adaptación local por transmisión cultural y toma de decisión selectiva.
- 2) *Ampliación de la Frontera Agrícola por Adopción Selectiva Optimizante:* Dada una metapoblación estructurada espacialmente en un gradiente ambiental, donde hay fracciones con hábitats de alta calidad (A) en donde existen nichos locales agrícolas, y fracciones marginales con hábitats de baja calidad (B) donde no existen poblaciones con nichos agrícolas pero hay hábitats apropiados para la misma, en el momento en el cual la tasa de homogenización de la calidad de hábitats locales de B sea máxima (t_{xb}) las presiones de

¹⁰ El término oportunista lo utilizamos para referirnos a la selección y proliferación de fenotipos contingente con el entorno selectivo. Así los individuos no ignoran las oportunidades de mayor valor de *fitness* de un set de oportunidades alternativas. En el nivel poblacional, una población es oportunista cuando los individuos ocupan un *patch hábitat* en función de sus costos y beneficios. En la ocupación oportunista de un *patch* puede ocurrir que el *patch* en cuestión sea colonizado cuando presenta la relación costos-beneficios más favorable frente a otros y cuando esto se revierte su población es extirpada, generando una dinámica poblacional inestable. Esto último es esperable en contextos independientes de la densidad (Pianka 1982, Wilson 1975).

selección natural densodependientes, expresadas por la escasez de recursos de alto ranking, favorecerán rápidamente la replicación de f_a mediante la adopción selectiva, por transmisión cultural y toma de decisión, de la agricultura. Siguiendo el Modelo de Amplitud de la Dieta esto ocurrirá cuando la tasa de retorno marginal de esta estrategia aumenta el beneficio neto del uso de los recursos en B. Bajo estas condiciones los individuos con este nuevos fenotipo selectivamente colonizará los hábitats vacantes de B más apropiados para la agricultura, a partir de una estrategia económica copiada del área vecina A. Posteriormente, en el transcurso del tiempo evolutivo, por la acción de la transmisión cultural y la toma de decisión adaptativa los nichos de B evolucionarán divergentemente hacia los nuevos óptimos locales para el fenotipo adoptado selectivamente de A.

Brevemente discutiremos con mayor precisión ambas hipótesis y sus implicaciones arqueológicas. Un aspecto importante, *que es válido para las dos hipótesis* en este modelo, es que debido a que la calidad de B es siempre menor que A y su fluctuación es mayor, las poblaciones locales en B con nichos que incluyan a la agricultura, serán siempre más propensas a la extinción local, y presentarán dinámicas de persistencia local más inestables. Principalmente por la estocasticidad ambiental actuando en poblaciones de tamaño pequeño. Rindos (1984, 1985, 1986) ejemplifica la posibilidad de la persistencia y la expansión de la agricultura en ambientes marginales, a partir de poblaciones locales oportunistas y sometidas al riesgo.

Bajo la hipótesis 1) la frontera agrícola se expande por dispersión de poblaciones. En el marco del modelo presentado de metapoblación espacialmente y demográficamente estructurada en fragmentos con diferencias muy marcadas en sus tasas de extinción y colonización, la dispersión poblacional portadora del f_a puede ocurrir inmediatamente posterior al punto de máximo crecimiento de la homogeneidad de A (t_{xa}), a partir de poblaciones locales que colonizan ambientes marginales en B. En la escala temporal este proceso sería evidente por la mayor antigüedad de las ocupaciones con agricultura con respecto a B. Más importante, como en el modelo los puntos de inflexión de ambas curvas están desfasados, esperamos que la dispersión poblacional hacia B, que propague el *pool* cultural y genético que incluye a la agricultura ocurra en un momento en el cual el tamaño poblacional de B es bajo y su tasa neta de crecimiento R_B está muy lejos de ser máxima –ver gráfico 5.15. Por esta razón la oferta de hábitats vacantes en B para los individuos dispersivos oportunistas de A es máxima, ya que conforme aumenta el tiempo de ocupación de B la abundancia de sus hábitats vacantes decrece, y también su calidad. Por lo tanto: t_{xb+1} es la “oportunidad” óptima de dispersión para los fenotipos de A, y en consecuencia en este punto invadirán B. Arqueológicamente esperamos que en las áreas marginales –B–, el registro arqueológico presente la aparición abrupta de ocupaciones agrícolas con componentes con altas tasas de depositación de artefactos por el uso más intensivo del hábitat. Más importante estas ocupaciones se presentarán de manera discontinua en el tiempo arqueológico, es decir no sincronizadas, con una sucesión esporádica de ocupaciones que emergen y se extinguen a distinto ritmo, vinculadas con las oportunidades de dispersión desde A. Paralelamente el contexto general será uno en el cual la tasa de incremento de las ocupaciones arqueológicas es baja en la escala regional; incluyendo también el descarte arqueológico de poblaciones locales que conservan su propio nicho; ya sea porque sus hábitats locales no permiten el desarrollo de la agricultura o porque su beneficio marginal sea bajo.

Por otra parte, bajo la hipótesis de expansión de la frontera agrícola hacia B por adopción selectiva, se espera que esto ocurra principalmente cuando la escasez de los recursos de alto ranking en B tornen muy costosa a la adaptación humana local, en un entorno en donde la tasa de extinción es mayor a la tasa de colonización ($\mu > \beta$). Más precisamente en el punto t_{xb+1} , cuando se incrementa la competencia densodependiente y haya culminado la fase de crecimiento exponencial de B, y no disponga de *patches*

buffer para aliviar su sobrecarga demográfica. Es decir que no pueda expandirse hacia áreas vecinas. Igual que en el caso anterior en la secuencia arqueológica regional este proceso sería evidente por la menor antigüedad de las ocupaciones con agricultura con respecto a las de A. Pero de manera diferente, y esto es muy importante, bajo esta hipótesis esperamos que la transición ocurra de manera sincrónica en el rango espacial de B, debido a que su fracción poblacional es más densa y porque todas sus poblaciones locales se hallarán bajo las condiciones críticas de adaptación casi simultáneamente. Por esta razón arqueológicamente esperamos, en B, la aparición sincronizada de ocupaciones agrícolas, en componentes con altas tasas de depositación de artefactos, por el uso más intensivo del hábitat y en un contexto en el cual la tasa de incremento de las ocupaciones arqueológicas es alta en la escala regional. Incluyendo tanto el descarte arqueológico de poblaciones que aún no han adoptado a la agricultura en la metapoblación porque sus hábitats locales no lo permiten, o porque aun el beneficio marginal de esta estrategia sea localmente subóptimo. Resulta evidente de la discusión anterior que la estructura cronológica de mesoescala –particularmente el patrón de distribución de los fechados- es crítica para discutir estas hipótesis.

Otro punto que es necesario abordar en este trabajo teórico, es cual de las dos hipótesis es la más probable de acuerdo a la estructura de la metapoblación del modelo presentado. Para ello analizaremos desde lo óptimo las probabilidades de f_a para dispersarse en la metapoblación AB, aumentando su éxito replicativo por cualquiera de las dos vías. Considerando que t_{xa+1} ocurre muchos antes que t_{xb+1} y razonando que la selección natural es un proceso optimizante que favorecerá siempre los fenotipos que aprovechen las mejores oportunidades del conjunto de alternativas distintas, que en este caso serían $t_{xa2}, t_{xa3}, \dots, t_{xa+i}$, donde cada una de estas “oportunidades temporales” de dispersión es consecutivamente subóptima respecto de t_{xa+1} para f_a , entonces siempre la oportunidad óptima para la dispersión de f_a en la metapoblación AB será t_{xa1} ; y dado que se cumple que $t_{xa1} < t_{xb}$ la ampliación de la frontera agrícola ocurrirá por la expansión poblacional de A hacia B y no por la adopción selectiva.

Nótese dos aspectos que son claves en este razonamiento y que condicionan toda esta deducción: 1- para que esto se cumpla f_a debe haberse fijado en el fragmento A previamente a t_{xa+1} . y 2- la tasa de incremento poblacional de A, relativa a f_a , debe ser lo suficientemente grande para permitir la expansión a B. Para el primer punto remitimos al modelo de Rindos (1980,1984) para explicar las causas últimas del proceso coevolutivo que pueden fijar en A la agricultura –ver Winterhalder y Goland (1997) para el tratamiento de este modelo en el marco de la Teoría de la Predación Óptima. Con respecto al segundo punto señalamos que la antropología evolutiva ha demostrado transculturalmente, que siempre que la agricultura está presente en el nicho económico la tasa de fertilidad poblacional es mayor (Sellen y Mace 1997), propiciando el crecimiento poblacional. Esto hace que las poblaciones con economías agrícolas sean altamente dispersivas y de gran potencial para desplazar a otros nichos de menor eficiencia económica (Richerson *et. al.* 2001).

Debemos notar que la posibilidad de la hipótesis B puede ser explorada en el marco de modelos que partan de condiciones iniciales diferentes, por ejemplo llevando a una dinámica mixta de Adopción Selectiva y Expansión Dérmica, o donde prime la Adopción Selectiva. Más precisamente, en estos casos interesa arribar a resultados analíticos, utilizando numéricamente (11), donde las curvas sigmoideas de los fragmentos de la metapoblación adquieran diferentes propiedades. Particularmente cuando los puntos de inflexión no están desfasados y la calidad global de los hábitats no difieran demasiado en toda la metapoblación. Otras situaciones pueden ser modeladas para discutir procesos en los cuales la frontera agrícola permanece estable. De cualquier manera, en este punto dejaremos la discusión teórica de estas hipótesis, apuntando a trasladar la discusión a la arena empírica. En esto contribuiremos en los capítulos sucesivos, mediante el estudio arqueológico del poblamiento con economías productivas del Valle de SAC, durante el Período Temprano.

6.5- Diferencias del Modelo de Dispersión de Innovaciones en Metapoblaciones Estructuradas con los Modelos de Difusión y Flujo Dérmico.

Las dos hipótesis presentadas aquí para explicar la expansión de una frontera agrícola – que también son aplicables para el pastoralismo- están basadas en el marco más general de los modelos seleccionistas coevolutivos, *Coevolutionary Selectionist Models*, (CSM) –(Rindos 1980, 1984, Winterhalder y Goland 1997), entre otros. Ambas hipótesis son alternativas a las hipótesis derivadas de los modelos de *Difusión Cultural –Cultural Difusión Models* (CDM), y a las derivadas de los modelos de *Difusión Dérmica - Demic Difusion Models* (DDM) –(Cavalli Sforza 1996). Estos modelos fueron desarrollados para caracterizar la proliferación de poblaciones humanas con economías productivas en escalas continentales y regionales (Harris 1996).

El marco CDM se basa en el adaptacionismo ecológico y el difusionismo de la Escuela Histórico Cultural, por el cual las innovaciones se esparcen por la influencia de sociedades en etapas de desarrollo superior –ver Lyman *et.al.* (1997a y b). No obstante existen variaciones más elaboradas de los modelos difusionistas que consideran la Adopción Cultural Adaptativa de las innovaciones como una resultante de la tendencia de los sistemas adaptativos humanos a la homeostasis, y donde las variables claves por excelencia son la presión demográfica o los cambios modales del ambientes (e.g. Zvelebil 1996). En todos estos modelos la evolución selectiva Darwiniana no tiene lugar. Aunque el mecanismo en juego es la transmisión cultural, la diferencia con el marco CSM es sustantiva, debido a que la fuerza de cambio última es la selección natural Darwiniana operando en distintos niveles –ver Winterhalder y Goland (1997), Wilson (1998)- y a partir de diferentes mecanismos. De allí se deriva nuestro interés principal por el análisis de los procesos de extinción y recolonización que tienen lugar en una metapoblación y que afectan a la Adopción Selectiva de las innovaciones.

El marco DDM se basa en el modelo de propagación de genes adaptativos de Fisher (1937), que describe ondas de dispersión desde centros geográficos originales. Este marco teórico fue formalizado por Ammerman y Cavalli Zforza (1971,1984) y es útil para explicar las variaciones genéticas y culturales derivadas del desplazamiento espacial de poblaciones (Cavalli Zforza 1997). En este marco el éxito demográfico de las poblaciones produce el flujo dérmico y el reemplazo de las poblaciones invadidas. Si bien nuestro modelo es compatible con la propagación Fisheriana – de hecho consideramos a la agricultura como a un fenotipo dispersivo por su éxito replicativo- la diferencia radica en que los ritmos y los resultados del cambio son una función de la selección natural actuando a partir de la heterogeneidad del ambiente y de la estructura de la metapoblación, por lo cual no siempre la dispersión es radial. Estos aspectos no son considerados en el modelo de círculos concéntricos de propagación adaptativa. Fix (1997) señaló la necesidad de incorporar las variables del entorno que producen clines genéticos por selección natural, no contemplados en el marco DDM. En nuestro trabajo teórico adoptamos este punto de vista, considerando también los gradientes fenotípicos que pueden resultar de la selección natural actuando por la transmisión cultural y la toma de decisión en la dinámica de una metapoblación espacialmente estructurada. Esta es la diferencia clave con el marco DDM. En nuestra propuesta la selección natural controla las tasas de extinción y de colonización local, y la diversidad fenotípica es contingente con las propiedades del entorno, lo que da lugar a procesos de coevolución entre las poblaciones de recursos y las poblaciones humanas.

En el marco más general de la Arqueología Evolutiva, nuestro trabajo teórico está basado en el seleccionismo Darwiniano de la Teoría de Dinámica de Metapoblaciones, la Ecología del Comportamiento Humano, y la Teoría la Transmisión Cultural. En consecuencia sus fundamentos divergen. Nuestra propuesta prioriza la heterogeneidad espacial, de la conectividad demográfica, y de la evolución de las tasas de retorno predatoria. Cada uno que estas variables afecta a la calidad de los *patches* locales de la metapoblación y a la toma de decisión con respecto a la elegibilidad de los

hábitats y los recursos; y controlan las probabilidades de extinción y colonización local, y la dinámica cultural de la metapoblación. Enfatizamos en que cada uno de estos aspectos diferencia nuestra propuesta de los modelos de Difusión Cultural y de Difusión Dé mica.

Como la conectividad demográfica entre los distintos hábitats es una condición de la metapoblación y dado que sus efectos atenúan la diferenciación genética, conforme disminuye la distancia y las diferencias entre los entornos selectivos de las poblaciones locales (Barton y Whitlock 1997), los gradientes genéticos se esperan en escalas espaciales amplias, en donde los efectos de la selección natural y la deriva pueden diferenciar genética y culturalmente a las poblaciones. Por esta razón, en nuestro modelo los procesos dispersivos actuando en escalas espaciales menos inclusivas, donde no exista diferenciación genética entre las poblaciones locales, pero sí exista diferenciación cultural en la metapoblación, serán detectables fundamentalmente por los patrones espaciales que presente la variación cultural. Precisamente la Transmisión Conformista es un mecanismo que actúa preservando la diferenciación cultural de grupos humanos en ambientes heterogéneos, aun cuando las tasas de migración son altas (Boyd y Richerson 1985). Así, las señales arqueológicas de la dinámica de metapoblaciones con poca diferenciación biológica modal, serán principalmente aquellas vinculadas con la dispersión espacial de la variación neutral y con los patrones de filogenia cultural en varias escalas, que pueden resultar tanto de procesos de expansión poblacional, como de procesos de Adopción Selectiva de la variación funcional, que por Sesgo Indirecto repliquen variación neutral.

Otro aspecto importante a señalar, y que se deriva de la Teoría de las Metapoblaciones, es que la conectividad aumenta conforme disminuye la distancia entre los hábitats (Wiens 1997). De aquí resulta en los procesos de proliferación de las innovaciones tanto por Adopción Selectiva como por Expansión Poblacional, las poblaciones que replican adaptativamente rasgos culturales de áreas vecinas o que reciben inmigrantes lo harán desde las poblaciones espacialmente más cercanas. Al mismo tiempo, las poblaciones más distantes serán las más propensas a la deriva biológica y cultural. En el marco de la Arqueología Evolutiva, estos procesos también son abordables principalmente a partir de los patrones espaciales de la variación neutral (O'Brien y Lyman 2001).

Con respecto a la selectividad de hábitats, apelando a la simplicidad matemática, en el modelo presentado consideramos que los individuos tienen las mismas capacidades competitivas para ocupar el espacio. Esta condición inicial no se cumple si la dinámica de dispersión se basa en la defendibilidad del *patch hábitat*, lo que daría lugar a distintas distribuciones espaciales de individuos (Cashdam 1992), incluyendo las despóticas donde algunos individuos son dominantes (Boone 1992). Las diferencias en el potencial competitivo por la disponibilidad de hábitats permiten la construcción de modelos más complejos y más particulares. Por ejemplo cuando los costos de defender un hábitat disputado depende tanto de su calidad como de la cantidad de espacio poseído, lo cual podría plantearse si los fenotipos invasores intentan dispersarse en hábitats ocupados por poblaciones con otros nichos económicos. Mediante Teoría Evolutiva de juegos en el Capítulo 11, abordamos esta posibilidad. En relación con las limitaciones del modelo, nos interesa enfatizar que el reduccionismo de todo modelo formal –dictado por sus asunciones iniciales– es su principal ventaja al momento de analizar fenómenos naturalmente complejos, porque ello permite aislar a un conjunto manejable de variables explicativas. Es el caso del modelo de Levins o de la ecuación logística Verhulst-Pearl, que no obstante su limitaciones iluminan muchos procesos biológicos complejos (Pianka 1982, Wilson 1975, Hanski y Gilpin 1997). Ambos están en la base de nuestro propio modelo. Por esto para los fines arqueológicos el modelo de metapoblación espacialmente estructurada en dos fracciones desiguales con hábitats de calidad decreciente, aquí presentado, sirve de base para el estudio de los procesos de poblamiento y de evolución que tuvieron lugar durante el Período Temprano en el Valle de SAC. A continuación se exponen las principales hipótesis de investigación que se derivan de todo el trabajo teórico desarrollado a lo largo de este capítulo.

7- Hipótesis de Investigación en la Arqueología del Período del Temprano del Valle de SAC

En esta sección presentamos las hipótesis de investigación para la arqueología del Período Temprano del Valle de SAC. El propósito es proponer una serie de enunciados particulares para su contrastación en el registro arqueológico, que sirva para discutir en una instancia inicial las causas, y los mecanismos del cambio evolutivo que tuvieron lugar en el intervalo 50 BC – 605 AD en el Valle de SAC. Para esto partimos de las hipótesis más generales enunciadas en el Capítulo 1:

- A) Las poblaciones del Período Temprano del Valle de SAC presentaron un conjunto de adaptaciones económicas dependientes de: 1) la baja productividad primaria de la región, 2) la marcada heterogeneidad de hábitats apropiados para la instalación humana, y 3) las fluctuaciones ambientales que determinaron un entorno selectivo de riesgo.
- B) El establecimiento de poblaciones con economías de producción de alimentos en el Valle de SAC fue un proceso oportunista, vinculado con la dinámica poblacional de áreas vecinas.

Las hipótesis particulares, para abordar las hipótesis más generales, las desprendemos de los modelos de optimización y transmisión cultural presentados a lo largo de este capítulo; y del modelo de metapoblación espacialmente estructurada en dos fracciones desiguales con hábitats de calidad decreciente. Con respecto a este último, asumimos que las dos variables de mayor peso que afectan a la calidad de los hábitats, colonizados o vacantes, para poblaciones *con estrategias agrícolas y pastoriles*, son la productividad primaria y la estocasticidad ambiental –principalmente de las precipitaciones. Por esto, en la metapoblación hipotética AB del modelo consideramos que el Valle de SAC constituye el espacio de menor calidad global, de tipo B, debido a su muy baja productividad ecológica y a su alta estocasticidad ambiental. Esto también caracteriza al gradiente ambiental de grano grueso de las Tierras Altas de la Puna Norte, en comparación con otros complejos ambientales circundantes de mayor calidad, tales como los valles y las *yungas* del Noroeste Argentino.

La evidencia arqueológica en la macroescala indica que en los Andes Centro Sur hubo múltiples regiones, en el Norte de Chile, en el Altiplano Boliviano y en las Tierras Bajas de Argentina, que albergaron poblaciones con nichos agropastoriles luego del 3000 BP (Tarragó 1999, Olivera 2001). Estas pudieron dar lugar a la expansión de la frontera agrícola en la Puna Argentina, por procesos de *dispersión oportunista o adopción selectiva*, desde diferentes frentes a lo largo del tiempo. Sin embargo, asumiendo que las probabilidades de adopción selectiva por transmisión cultural, y las probabilidades de dispersión declinan con la distancia; para el estudio de estos procesos en el Valle de SAC, consideraremos la frontera agrícola existente en los ecotonos (*sensu* Panka 1982) entre las Tierras Bajas y las Tierras Altas del NOA, de la cual hay evidencia firme desde los 4000 BP (Lagiglia 2001). Así los espacios de quebradas prepuneñas, y los valle templados –por su menor distancia al Valle de SAC y por su mayor productividad, diversidad y accesibilidad de recursos– constituyen los espacios de mayor calidad, de tipo A, en nuestro análisis. Señalamos que este planteo no viola la premisa de que los *patches* habitables son limitados. Especialmente en la Puna donde el gradiente de aridez limita la disponibilidad de hábitats.

Sobre esta base construimos las hipótesis para estudiar la evolución y las propiedades de los nichos humanos con producción de alimentos del Período Temprano en la Puna del Valle de SAC, y su dinámica poblacional. Como ya señalamos, abordaremos el estudio de estos procesos en una instancia inicial. Por esto no vamos a discutir cada una de las derivaciones de los modelos presentados en el trabajo teórico que hemos desarrollado a lo largo de este capítulo. Nuestro interés principal es discutir los aspectos más relevantes de los mismos, para generar un marco de investigación teórica y empírica a continuar en el futuro. La Tabla 5.2 resume las hipótesis derivadas de las Hipótesis A y B que serán sujetas a escrutinio empírico, junto con sus expectativas arqueológicas.

Hipótesis	Principales Expectativas Arqueológicas
<i>A-1: Debido a que en el Valle SAC los patches potenciales de mejor calidad para el establecimiento de hábitats humanos con nichos de producción de alimentos agrícolas y pastoriles se localizan en las quebradas laterales, durante el Período Temprano la selectividad de hábitats debió seguir sesgos optimizantes que favorecieron el uso de estos paisajes para la instalación residencial</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ocupación más temprana de las quebradas laterales, evidente en la cronología radiocarbónica. 2) Estructura distribucional del paisaje arqueológico regional con mayor densidad de artefactos y estructuras arquitectónicas en los paisajes locales de quebradas laterales. 3) Distribución heterogénea de los asentamientos residenciales, concentrada en las quebradas laterales.
<i>A-2: Debido a la baja calidad de los hábitats del Valle de SAC, las poblaciones humanas con nichos de producción de alimentos durante el Período Temprano fueron altamente sensibles a las presiones de selección natural optimizantes del beneficio económico y de la minimización del riesgo, actuando mediante la toma de decisión adaptativa y la transmisión cultural.</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Dietas de amplio espectro, pero sesgadas hacia la eficiencia, mediante el consumo preferencial de recursos de Alto Ranking. 2) Estrategias tecnológicas –líticas y cerámicas- maximizadoras de la eficiencia. 3) Estructura del nicho económico <i>risk adverse</i>, diversificado en la cantidad de estrategias de obtención de recursos. 4) Tecnologías y conductas productivas minimizadoras del riesgo. 5) Tradiciones culturales tendientes al óptimo local.
<i>B-1: Debido a la baja calidad de los hábitats colonizables del Valle de SAC, sus poblaciones locales durante el Período Temprano debieron ser de tamaño pequeño, con tasas altas de extinción local, y tiempos de vida corto.</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Bajo número de estructuras arquitectónicas en los asentamientos residenciales –principalmente de las estructuras de vivienda. 2) Distribución temporal discontinua de las ocupaciones. 3) Componentes de corta duración en la escala local, con tasas de depositación de artefactos altas 4) Segmentos temporales extensos de desocupación de hábitats en la escala local. 5) Tasas de evolución altas.
<i>B-2: Debido a que la baja calidad global del mosaico ecológico del Valle de SAC, sus poblaciones locales durante el Período Temprano formaron parte de una fracción poblacional marginal de una metapoblación humana cuyo rango de distribución fue de mayor escala espacial.</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Indicadores secundarios de conectividad poblacional (i.e. recursos alóctonos, redes de intercambio). 2) Variación neutral -cultural- compartida con la de áreas vecinas, principalmente con las poblaciones más cercanas de espacios de mayor calidad global (e.g ecotonos prepuneños)

Tabla 5.2: Hipótesis de Investigación y Expectativas Arqueológicas del Poblamiento Temprano del Valle de SAC

Así, las hipótesis que discutiremos abordan las características más generales de los nichos humanos del Valle de SAC del Período Temprano, considerando que los sesgos que guiaron a la toma de decisión y a la transmisión cultural siguieron la lógica del modelo de utilidad decreciente y costos crecientes, del modelo de amplitud de la dieta y del modelo Z-Score; y que la dinámica poblacional implicó una metapoblación en la cual el riesgo de extinción local fue alto. Destacamos que utilizaremos la instancia de la contrastación empírica como puente para continuar con el trabajo teórico, a lo largo de los diferentes capítulos de esta tesis.

En el próximo capítulo presentamos el trabajo actualístico realizado en sociedades etnográficas de la Puna de Salta. Este nos proporcionó la información necesaria para el análisis del rendimiento económico de los recursos alimenticios, y una serie de hipótesis acerca de potenciales estrategias de manejo local del riesgo en la Quebrada de Matancillas, y de la acción de la transmisión cultural preservando variación adaptativa en entornos fluctuantes y de baja productividad agrícola y pastoril.

CAPÍTULO 6

HORTICULTORES Y PASTORES ETNOGRÁFICOS DE LA PUNA DE SALTA: OBSERVACIONES ACTUALÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS ARQUEOLÓGICO-EVOLUTIVO DE LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN LA PUNA DE ARGENTINA

Introducción

Este capítulo, a partir del trabajo actualístico realizado en sociedades agrícolas y pastoriles de la Puna de Salta, persigue dos objetivos: 1) construir un conjunto de datos para el estudio del rendimiento económico de los recursos alimenticios locales, incluyendo el análisis de coso-beneficio de la agricultura y el pastoralismo, y 2) derivar una serie de hipótesis acerca de potenciales estrategias de manejo del riesgo en las economías productivas locales, y de los mecanismos de transmisión cultural que operan en estas sociedades. Como expusimos en el diseño de investigación, el trabajo etnográfico sirve a los fines de construir un marco de referencia seleccionista, para la discusión de las hipótesis arqueológicas relacionadas con los nichos económicos del Valle de SAC durante el Período Temprano.

Con este propósito utilizamos la información etnográfica de poblaciones de horticultores y pastores puneños del Departamento de Los Andes, en la Provincia de Salta generada por nosotros. La obtención de datos en el campo se llevó a cabo mediante la observación participativa, y a partir de encuestas realizadas entre las comunidades locales de Santa Rosa de los Pastos Grandes –región de Pastos Grandes- y de Matancillas (Muscio *et. al.* 2001, Azcune y Gómez 2002) –Figura 6.1. El diseño de investigación etnográfica, que actualmente está en curso y del cual extraemos gran parte de la información aquí presentada, se lleva a cabo en el marco de la Antropología Evolutiva (Durham 1991). Brevemente, estas investigaciones tienen por objetivo el estudio en ambas localidades de las particularidades de los mecanismos de transmisión cultural, de las estrategias reproductivas y del manejo adaptativo del riesgo, orientando el estudio a la variación conductual relacionada con estos dos ambientes ecológicamente diferentes, por la estructura y la productividad de los recursos (Muscio *et. al.* 2001, Muscio 2002).

Con fines arqueológicos nuestro programa de investigaciones etnográficas también se orienta al estudio actualístico de la inversión temporal en las actividades económicas y en el uso de las tecnologías (Muscio 2002, Camino 2003). Por esta razón, además de las encuestas, la metodología de obtención de datos incluyó la realización de entrevistas, mediante preguntas específicas y de respuesta abierta acerca de la inversión del tiempo en las actividades agrícolas, la medición directa en el campo del tiempo invertido en el procesamiento de los recursos y la realización de experiencias de procesamiento de recursos. Toda esta información etnográfica se obtuvo durante los trabajos de campo realizados durante 1993, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, cada uno con un promedio de dos meses de permanencia en estas comunidades, distribuidos tanto en los comienzos de la estación seca – invierno-- como en los comienzos de la estación húmeda (Muscio 2000b). El trabajo etnográfico contó con la colaboración del equipo médico del Hospital de San Antonio de los Cobres, a cargo del Programa de Atención Primaria de la Salud XXIX, Los Andes (APS). Las metodologías específicas de obtención de datos las describiremos a lo largo de las siguientes secciones, abordando temas puntuales.

En el departamento de los Andes la desnutrición infantil durante el período 1990/2000 tuvo una media de 30 % para menores de 2 años, y la mortalidad infantil para el mismo período fue del 51,5 % para menores de 1 año, llegando al 63 %. Estas cifras abrumadoras significan que en el mejor de los casos 1 de cada 2 niños que nacen sobrevive al segundo año y estarán desnutridos. Las causas de este fenómeno son múltiples y concurrentes, pero fundamentalmente son de índole política. En efecto, el acceso y manejo de los recursos, principalmente la tierra, el ganado y los bienes de consumo, está limitado por los sistemas institucionales no aborígenes, que acotan estrechamente las opciones de toma de decisión y la elección individual. Este hecho, y no la falta de educación escolarizada o el escaso asistencialismo estatal, explica la toma de decisión subóptima en varias dimensiones del comportamiento. Por ejemplo, el decomiso de carne de llama u oveja, que con frecuencia ocurre con la excusa de la falta de controles estatales sanitarios sobre esta mercancía, afecta directamente a la economía de las unidades domésticas, ya que deprecia enormemente estos bienes de intercambio (Muscio 2002). Lo mismo ocurre con el valor del trabajo. Las principales instituciones económicas regionales son las compañías mineras. Para estas compañías los aborígenes son recursos humanos de bajo costo y alto rendimiento. Esto es debido a los sistemas de contratación informal de muy baja remuneración en bienes de consumo, y en moneda local – donde el pago tiene un promedio de 6 pesos diarios. Este sistema de obtención de mano de obra implica la migración de los hombres a los enclaves mineros de montaña, y afecta a la estructura organizativa y económica de las sociedades puneñas en una escala que es necesaria investigar.

En términos Darwinianos esta es una situación de “oposición impuesta” (Durham 1991: 363). En efecto, la libertad de toma de decisión individual está sesgada por la imposición, mediante el ejercicio del poder coercitivo, de pautas de comportamiento e información cultural que se oponen al *fitness* biológico de los individuos o grupos subordinados, y que proporciona un beneficio a los individuos o grupos dominantes. Son característicos de la oposición impuesta los sistemas esclavistas y de explotación que proliferaron en las Américas luego del contacto euroamericano –ver Briones 1997. En las comunidades de estudio, la imposición es llevada a cabo por grupos de interés y burocracias locales, principalmente gubernamentales, religiosas y económicas, que quitan la autonomía y la libertad de decisión individual de los aborígenes. El efecto de la oposición impuesta es un tema que requiere investigación etnográfica y etnohistórica en el marco de la Antropología Evolutiva; ya que puede explicar la persistencia de largo plazo de tradiciones culturales subóptimas o maladaptativas, tales como la división del trabajo entre los sexos, y la absorción casi neta del esfuerzo parental por parte de las mujeres, entre otras cuestiones (Azcune y Gómez 2002, Muscio 2002).

En este contexto sociopolítico los efectos del riesgo sobre la producción, por estocasticidad ambiental, se agravan. Discutiremos las estrategias de manejo del riesgo, pero antes ofrecemos una breve reseña de la organización socioeconómica de las comunidades estudiadas.

2- Comunidades Pastoriles de Santa Rosa de los Pastos Grandes

Santa Rosa de los Pastos Grandes es una pequeña comunidad rural emplazada en la Puna alta de Salta, distante 70 km de San Antonio de los Cobres. Su altitud es de 4.200 m/nm, y sus precipitaciones fluctúan con una media de 50 mm anuales. La vegetación es Altoandina, con una productividad vegetal bajísima y altamente concentrada en ambientes puntuales, como las vegas dispuestas entre amplios sectores nulos de vegetación. En este marco los individuos se distribuye de manera altamente concentrada en torno de un recurso clave: la gran Vega de Pastos Grandes. Esta constituye el principal elemento del paisaje a partir del cual se organizan las actividades productivas. Con una extensión algo superior a las 50 hectáreas, concentra las pasturas de mayor calidad para los

camélidos, en un pastizal de gramíneas tiernas siempre verde. Esto se diferencia substancialmente con el patrón de distribución de comunidades más pequeñas y dispersas en el Valle de SAC. Sobre un total de 122 personas censadas en 1999, el 94 % reside en los márgenes de la vega y el resto está disperso entre pequeñas vegas circundantes –datos de la municipalidad local. En este ambiente la agricultura no es posible, salvo en pequeños invernáculos experimentales presentes en la escuela local. En la actualidad el pastoralismo de llamas es la única actividad agropecuaria local viable, y la cría de ovejas y cabras es mínima. De ambos recursos se extraen productos secundarios que se utilizan para el autoabastecimiento, ya que a diferencia del Valle de SAC no existe un mercado de turistas demandantes de artesanías.

Es sumamente importante remarcar el rol de la Vega de Pastos Grandes en esta actividad. Debido a su gran extensión la vega es utilizada por los pastores locales comunalmente, durante la estación húmeda. A tales efectos, cada unidad doméstica usufructúa rotativamente una fracción de la misma, y no existen derechos de propiedad sobre este recurso. En estos términos la vega constituye un bien colectivo (*sensu* Hawkes 1992), cuya preservación y utilización sostenible está fuertemente controlada por acuerdos entre vecinos, en donde la punición se lleva a cabo por las autoridades gubernamentales locales, quienes asumen estos costos. Para el manejo anual de los rebaños la mayoría de los pastores disponen de refugios con corrales en quebradas laterales y protegidas que utilizan durante el invierno, estos constituyen bienes privados (*sensu* Hawkes 1992). Los cuales nunca son compartidos entre las unidades domésticas. Estos campos son los menos utilizados por la baja calidad de sus pasturas, y sirven principalmente como territorios de invernada y para proteger a los rebaños de los agentes meteorológicos, principalmente durante el invierno.

La fracción utilizada por cada pastor de la Vega de Pastos Grandes está limitada al tamaño de sus rebaños. Cada pastor está muy alerta al respecto, controlando la expansión del ganado de vecinos sobre el terreno. Las sanciones a los abusos de explotación y expansión de animales en la vega, contemplan la prohibición de su uso al infractor durante el ciclo anual. Al respecto cada uno de los individuos entrevistados fue muy conciso en afirmaciones tales como “la vega es de todos”, “le lleve las llamas al cerro porque no me dieron más vega”, o “la municipalidad no es la dueña del campo, porque el pasto es de todos”.

No obstante el carácter “idealmente comunal” de la Vega de Pastos Grandes, existen claras instancias en las cuales se generan interacciones interindividuales en las cuales las fracciones de pasturas utilizadas adquieren el carácter de bienes privados (*sensu* Hawkes 1992). Esto deviene de la divisibilidad de la vega en fracciones de terreno no equivalentes, y de la desigualdad interindividual de la riqueza pastoril. Por ejemplo, debido a que cada individuo tiene asignada una fracción limitada de terreno, se generan acuerdos por el cual pueden expandirse en caso de necesitarlo con el permiso de los vecinos próximos, quienes pueden negarse al reclamo. Esto rompe la lógica de los bienes colectivos (Taylor 1987). Más concretamente, cuando existen individuos cuyas fracciones exceden sus necesidades, los pastores con mayor ganado y disponibilidad de excedentes productivos suelen alquilar porciones de terreno en la vega a los pastores que circunstancialmente les ha ido mal en ese año. Esto genera interacciones interesantes para los estudios de cooperación y dilemas del tipo *tragedy of the commons* (Hardin 1968). Nosotros aquí no avanzaremos en esto. Sólo observamos que en la actualidad los pastores con más rebaños suelen expandirse de esta manera, sin ser sancionados. Presumimos que esto se puede explicar por el mayor poder que tienen en las instancias de toma de decisión, pero fundamentalmente por la mayor utilidad obtenida entre los que rentan las pasturas y aquellos que las alquilan. Creemos que el caso de Pastos Grandes es clave para estudiar como funciona la cooperación entre sociedades pastoriles en los términos de la Teoría Evolutiva de Juegos (Gintis 2000), y la evolución de estratificación basada en la riqueza pastoril por el dominio de pasturas de alta calidad y altamente concentradas.

3- Horticultores y Pastores de la Quebrada de Matancillas

Como vimos en el Capítulo 4 la quebrada de Matancillas se localiza en la franja de quebradas laterales de la Cordillera Oriental del Valle de SAC. Su población actual se distribuye heterogéneamente, en asentamientos residenciales, instalados en los espacios de mayor calidad de los sectores intermedios y altos de la quebrada. El tamaño de la población de la quebrada de Matancillas es pequeño y fluctuante. Durante el lapso 1998-1999, la habitaba un total de 23 personas, distribuidas en 4 unidades residenciales pertenecientes a distintas familias. Este número ha disminuido en 2001 y 2002 a 19 individuos. Principalmente como consecuencia de la migración, incentivada por la búsqueda de posiciones informales de trabajo en San Antonio de los Cobres, en los valles y quebradas más bajos y en las explotaciones mineras de la región. Esto incide en la fluctuación del tamaño de la población de Matancillas. Sobre todo del segmento masculino de edad reproductiva.

La base económica de la comunidad de Matancillas está centrada en la agricultura de tipo hortícola y en el pastoreo de llamas y ovicápridos. La producción agrícola tiene dos objetivos, proveer alimentos a las familias y proveer forraje para los animales de rebaño. La producción para el consumo familiar es diversificada en especies, pero está centrada en el maíz, papas, quinoa y habas. Ocasionalmente, y en menor proporción, se cultivan diferentes hortalizas; tales como cebolla, remolacha, tomate, repollo, acelga y lechuga. La producción de forraje está centrada en la alfalfa. Este recurso se almacena para la temporada seca y ocasionalmente para el intercambio monetarizado. La producción pastoril está orientada a la obtención de carne y recursos lanares comercializables.

Al igual que en Pastos Grandes, en Matancillas la organización de las actividades productivas está centrada en la unidad doméstica. Esta es el conjunto de personas que conviven y explotan una base de recursos, que no es compartida por otros. Las unidades domésticas están basadas en los lazos familiares y en la posesión de territorio de uso exclusivo y de capital agropecuario. Como dijimos actualmente hay un total de 4 unidades domésticas con un número variable de integrantes, que abarca entre 3 y 9 individuos. Las unidades domésticas poseen casas y facilidades distribuidas en los campos. En algunos casos también poseen casas en San Antonio de los Cobres. Todas las facilidades, casas y ganado constituyen un conjunto de bienes de capital hereditarios en el linaje familiar y están sujetos a la legislación provincial, dado que disponen de títulos de propiedad de la tierra. Es muy importante aclarar la desigualdad económica entre las unidades domésticas que se originan por la disponibilidad de tierra, especialmente de campos en los sectores intermedios de la quebrada, que son los más productivos.

A partir del uso exclusivo de los campos productivos existe un conjunto de normas que controla el acceso a recursos críticos. Ellas responden fundamentalmente a sistemas tradicionales de acuerdos que controlan la acción colectiva y la acción individual. Estos se expresan particularmente en el uso de la leña, el agua, los huertos, y los terrenos de pastoreo, que son bienes privados. La recolección de leña y el uso de pasturas está acotada a los campos que son propiedad de las unidades domésticas. Estos recursos no son compartidos y pueden ser vendidos o intercambiados. El uso de leña o pastos que no son propios generan conflictos y disputas. Por otra parte, el acceso al agua se establece a partir de fuentes comunales de las cuales se derivan canales de riego destinados a los huertos de las unidades domésticas. Esto se realiza a partir de acuerdos interindividuales que reglamentan los tiempos de uso y el mantenimiento de la red de canales. Tal sistema de riego constituye un bien colectivo.

En la actualidad, con un número pequeño de unidades domésticas dedicadas a las labores agrícolas y pastoriles, la organización y el mantenimiento del sistema de acuerdos es flexible y de bajo costo operativo. En este sistema normativo las sanciones están basadas principalmente en la vergüenza y la humillación pública, que se aplica tanto para controlar a los ladrones de los bienes individuales y a los

individuos que no contribuyen en el mantenimiento del bien colectivo, pero que se benefician de él – estos individuos son *free riders*, en la jerga de la Ecología del Comportamiento.

En Matancillas el capital agropecuario de las familias es el principal factor que determina el estatus político de sus integrantes, principalmente del hombre y la mujer fundadores de las familias. Ambos, pero fundamentalmente el hombre, controlan los acuerdos de la unidad doméstica con otras unidades domésticas o con individuos que ocasionalmente les brindan servicios. Esto se expresa principalmente en las redes de reciprocidad que se ponen en juego cíclicamente, y que tienen por objetivo incorporar individuos necesarios en el trabajo agrícola y pastoril. Tal es caso de la “señalada”. Durante este evento se realiza la señalización de la propiedad del ganado y la elección de los ejemplares reproductivos de los rebaños. En Matancillas esta actividad demanda un número alto de individuos para el trabajo, concentrado en un lapso temporal muy breve, de uno a dos días durante el comienzo de la estación seca. Su efectividad depende de las actividades económicas, políticas y del prestigio de los jefes de familia, que son el hombre y la mujer sobre los que se basan los vínculos de consanguinidad de la unidad doméstica. Actualmente disponemos de la documentación de tres de estos eventos, organizados por la familia de Benito y Eulalia², cuya unidad doméstica es la de mayor riqueza en la quebrada. En tales eventos las demostraciones de poder del hombre que está al frente de la unidad doméstica se realizan de múltiples maneras. Las más significativas son las acciones punitivas o las reprimendas a parientes que no colaboran de acuerdo con lo esperado, y las ofrendas y los buenos augurios que *deben* otorgarse al hombre que organiza la señalada. En estas acciones, están siempre presentes artefactos cuyo valor funcional es simbólico. En Matancillas se *debe* ofrendar cuarzo blanco, alcohol, coca, tabaco y regalos variados. Al finalizar la actividad el hombre y la mujer ofrecen una comida muy abundante, basada principalmente en el sacrificio de una o más llamas, y una variedad de comidas no habituales. Luego de esto los anfitriones quedan comprometidos a trabajar en eventos organizados por otras unidades domésticas, estableciéndose el acuerdo de reciprocidad.

En cada oportunidad que hemos presenciado este evento hemos observamos el despilfarro de la chicha. Esta bebida es utilizada durante todas las actividades, donde las mujeres que participan en la señalada la ofrecen constantemente a los hombres que trabajan y al resto de los participantes. Además siempre se arroja esta bebida en abundancia a los corrales, y a cada uno de los animales para bendecirlos, y se los obliga a beber a aquellos seleccionados para su *casamiento*, es decir a la pareja reproductiva de llamas elegida para el rebaño del nuevo ciclo reproductivo anual.

Hacemos énfasis en el uso dispendioso de la chicha ya que este es un recurso muy costoso para su elaboración. Precisamente la habilidad para la elaboración de esta bebida otorga prestigio a la mujer, la cual invierte una gran cantidad de tiempo y energía en su confección que comienza mucho tiempo antes de la señalada. En el evento del año 2001 se produjeron algo más 20 litros de chicha que se consumieron en dos días de trabajo. Esta bebida demanda una gran cantidad de maíz y grandes cántaros para su fermentación, que la unidad doméstica debe poseer. Esta es una de las habilidades más sujetas a la competencia interindividual, que acrecienta tanto el estatus de la mujer, en este caso Eulalia, como el prestigio de la unidad doméstica, demostrando habilidad y riqueza. Por lo tanto puede plantearse como hipótesis de investigación, bajo el marco de la teoría de las señales costosas (Zahavi 1977, 1987, Smith *et. al.* 2000) que esta conducta constituye un *display* informativo de la calidad de los individuos como potenciales aliados en dilemas de cooperación interindividual³.

² Expresamente omitimos los apellidos de nuestros informantes.

³ Enfatizamos que no estamos proponiendo que esta hipótesis puede ser llevada analógicamente al registro arqueológico, por ejemplo buscando grandes vasijas relacionadas con la elaboración de chicha. Esto sería reconstruccionismo etnográfico. Solamente proponemos su investigación etnográfica, la cual requiere medir los costos de esta conducta en términos de *fitness* y controlar los beneficios obtenidos en los mismos términos.

4- Utilidad y Valor Calórico de los Recursos del Valle de SAC

En este apartado discutimos las propiedades nutricionales y la utilidad por tamaño de los principales recursos silvestres y domésticos, presentes en el Valle de SAC. Esta información la utilizaremos en las siguientes secciones para determinar su elegibilidad desde el punto de vista óptimo, y su posición en el ranking.

En el Valle de San Antonio de los Cobres, y también en Pastos Grandes las comunidades locales, obtienen sus recursos alimenticios en gran medida a partir de la producción rural de las unidades domésticas. Sin embargo buena parte de ellos se obtienen mediante la compra en comercios de San Antonio de Los Cobres, en ferias y a viajantes particulares. De esta manera se accede a recursos de distintas zonas: oca -*oaxalis tuberosa*- y chuño -papa seca- de Bolivia, frutos como duraznos y manzanas de la quebrada del Toro y productos elaborados, desde la ciudad de Salta.

Entre las comunidades rurales también es habitual la caza furtiva de camélidos silvestres y suris -*Rhea americana*. Fundamentalmente de vicuñas, por el valor de sus vellones y por su carne. Estas actividades las llevan a cabo cazadores furtivos que venden a las carnicerías o directamente a los aborígenes lo obtenido de la caza. Otro recurso de caza potencial es la vizcacha -*Lagidium viscascia*-. Este último animal es apetecido por la calidad de su carne, pero según todos nuestros informantes locales no suele ser consumido debido a la dificultad para su caza.

En Matancillas uno de los principales recursos producidos es el maíz criollo blanco, esta variedad de *Zea mays*, corresponde al maíz perlado pisingallo, de tipo *popcorn*. Sus espigas son de tamaño mediano, y el rendimiento total de la parte comestible está fuertemente relacionado con la disponibilidad de agua durante los períodos críticos del desarrollo del cultivo en los cuales se llenan las semillas del fruto (Di Marco y Aello 2003). También son factores claves la disponibilidad de nutrientes de los suelos especialmente nitrógeno y fósforo. La cosecha de maíz se realiza por espiga, las cuales se dejan secar al sol y luego se guardan sin quitarles la chala.

Para obtener una estimación del peso promedio por espiga de los cultivos de Matancillas tomamos una muestra al azar de choclos frescos de las bolsas cosechadas de cada huerto cultivado en la campaña de 1999. El tamaño promedio registrado por espiga es de 98,38 grs, n=50, variando muy poco, CVS =6,52% -Figura 6.2. Este tamaño de espiga, según Eulalia, es el regularmente obtenido en Matancillas durante años donde hay buena agua para el riego. Por otra parte, existe selectividad en la cosecha de espigas donde el valor mínimo de las espigas útiles es de alrededor de 70 grs. Por debajo de este peso, los choclos son abandonados como rastrojo, porque no poseen semillas suficientes para su consumo. Si se dispone de cerdos, como fue el caso de 1999, cuando la unidad doméstica criaba a dos animales, las espigas pequeñas suelen ser cosechadas como forraje para estos animales. Otra práctica habitual cuando las espigas son de poco tamaño general, es la quema del cultivo. Esto se hace para prevenir posibles plagas y su dispersión a otros huertos y a las semillas - lo que a su vez incorpora nutrientes a los campos.

Con respecto a la utilidad del maíz se ha destacado que el peso del marlo representa el 17% del peso de la espiga. Esta relación entre ambas variables tiene una alta bondad de ajuste lineal en diferentes variedades -Figura 6.3 (Di Marco y Aello 2003). Además la fibra vegetal que recubre los frutos -la chala- representan alrededor del 12 % de la espiga. Por lo tanto la utilidad neta de la biomasa cosechada de maíz fresco es de alrededor del 71 %. Esta pérdida de biomasa útil cosechada es similar a la de las habas grandes, para las cuales el peso de las semillas comestibles representa el 70% de las vainas frescas. La siembra de este recurso es una de las principales actividades de las economías domésticas del Valle de SAC y de la Puna de Argentina en general.

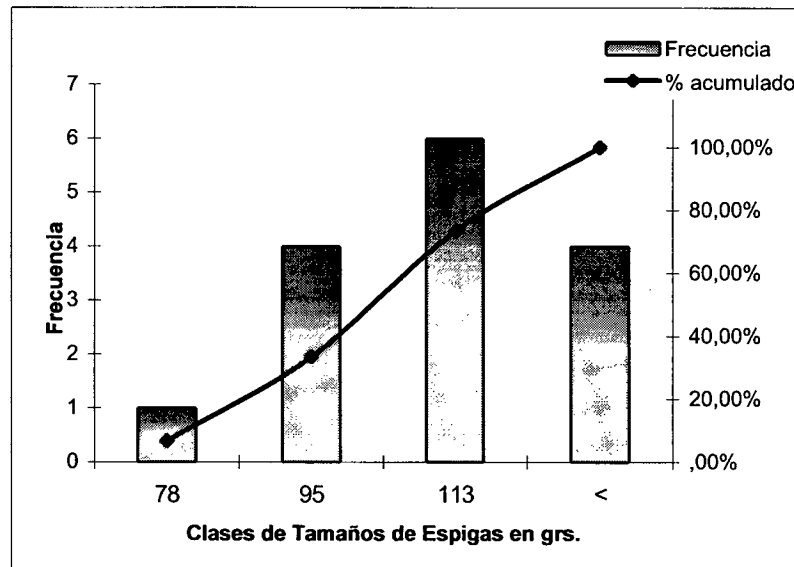


Figura 6.2: Histograma de Frecuencias del Tamaño de las Espigas de Maíz Cultivadas en Matancilla. El tamaño -en grs- corresponde al peso fresco de las espigas de maíz blanco, variedad perlado *popcorn*, cultivado en Matancillas, n=50 –ver texto.

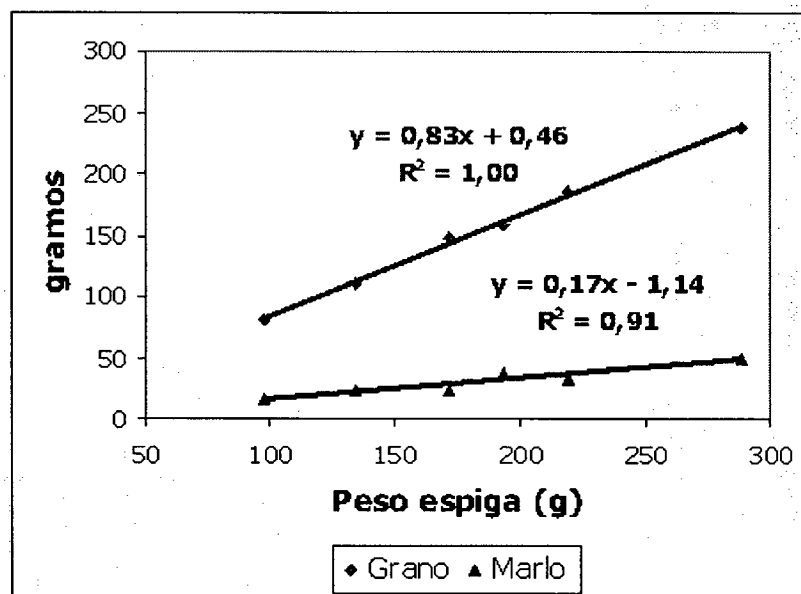


Figura 6.3: Relación entre el Peso de la Espiga de Maíz, el Peso Total de sus Granos y el Peso del Marlo. Tomado de Di Marco y Aello 2003. El peso del marlo mantiene una proporción constante del 17% de la espiga.

Otro cultivo utilizado en el Valle de SAC es la quínoa. La variedad sembrada en Matancillas es *Chenopodium quinoa real*, que es un pseudocereal de alto valor energético y con granos grandes de aproximadamente 2 mm. Este recurso es utilizado principalmente en guisos y sopas. La quínoa, cuando es preparada para el consumo de granos tiene una utilidad muy alta, ya que la cáscara que recubre a los mismos representa algo menos del 3% de la biomasa útil de cada grano. De tal manera el 97 % de la cosecha de granos trillados es biomasa útil. Sin embargo en ésta película superficial se alojan las saponinas, que son compuestos químicos que le dan sabor amargo a este alimento y que además son tóxicos (Marchan *et. al.* 1998). Precisamente uno de los principales costos de poscosecha deviene del tiempo demandado para remover estas sustancias –ver más adelante.

En la Tabla 6.1 presentamos el valor en energético de cada recurso, el peso bruto por unidad, su índice de utilidad, y las calorías netas por 1 kilogramo bruto obtenido. Este último valor resulta del producto entre 1 kg de recurso obtenido, su índice de utilidad y su valor en kilocalorías. Para los recursos vegetales fijamos un estándar de 1 kg de recursos obtenidos, por cosecha cultivada o por recolección. Si se quiere obtener el valor por presa se debe multiplicar a este valor por el tamaño promedio de cada presa. Los valores de energía de cada recurso están basados en la cocción por hervido de los vegetales, y la cocción asada de los recursos animales, salvo la carne de suri (*Rhea*) para la cual se considera su valor energético hervida. Los índices de utilidad y tamaño medio de estos animales son los que citan Cruz y Elkin 2003, quienes toman una utilidad de 8,95 kg (33%) para un ejemplar con un peso promedio de 27 Kg; para los camélidos estos valores son los que presenta Yacobaccio (2001). En cuanto a la vizcacha hemos cuantificado el tiempo de procesamiento y utilidad de la carcasa para un ejemplar de *Lagidium viscacia*, en San Antonio de los Cobres, que arrojó un índice de utilidad de 0,58 para un ejemplar 1,2 kg de peso vivo (López y Muscio Ms). Los valores de energía de cada uno de los recursos y la utilidad de las hortalizas fueron tomados de la tabla actualizada FAO *latinoamerican foods* (2002), que incluye los alimentos de sociedades tradicionales la utilidad y sus valores calóricos de acuerdo a su cocción.

Recursos	Kcal/Kg	Procesamiento Final	Índice de Utilidad (I)	Peso Bruto Promedio Obtenido (PB)	Kcals netas por 1 Kg Bruto Obtenido (KcalN)
Quínoa Real	3.600	Hervido	0,97	1 kg cosechado	3.298
Maíz Criollo Pizingallo	3.400	Hervido	0,71	0,1 Kg grs por vaina	2.414
Avena	3.600	Hervido	0,9	1 kg cosechado	3.240
Papa	870	Hervido	0,95	1 kg cosechado	826.5
Haba	800	Hervido	0,7	1 kg cosechado	560
Acelga	200	Hervido	0,8	1 kg cosechado	160
Repollo	300	Hervido	0,9	1 kg cosechado	270
Cebolla	540	Crudo	0,8	1 kg cosechado	432
Quínoa Silvestre	3.400	Hervido	0,97	1 kg recolectado	3.298
Llama	1.080	Asado	0,64	110 kg por individuo	691,2
Guanaco	990	Asado	0,6	80 kg por individuo	594
Vicuña	990	Asado	0,6	42,5 kg por individuo	594
Suri (<i>Rhea Americana</i>)	1980	Hervido	0,33	27 kg por individuo	653,4
Vizcacha (<i>Lagidium. v</i>)	1.141	Asado	0,58	1,2 kg por individuo	661,8
Frutos de Opuntia	700	Crudo	≈ 1	1 kg recolectado	700

Tabla 6.1: Propiedades de los Recursos Alimenticios del Valle de SAC que Afectan su Elegibilidad: Las medidas están normalizadas a un kilogramo de cada recurso: *kcal/kg*: es la cantidad total de energía obtenida luego del procesamiento final, la cocción de cada recurso, *I*: es el índice de utilidad de cada recurso, PB es el peso bruto por cada unidad de recurso.

Un aspecto que es importante resaltar es la baja cantidad de calorías de la carne de camélidos, por sobre las proteínas, más aún de las especies silvestres. Esto pudo ser uno de los resultados directos del proceso de domesticación que favoreció el contenido de grasa de la carne de llamas (Mengoni Goñalonz 1997). Los recursos los de mayor contenido calórico neto son el maíz, la quínoa en variedades domésticas o silvestres y los tubérculos. Sobre esta tabla nos basaremos para el estudio del rendimiento productivo de las actividades económicas, abordado en las siguientes secciones.

5- Inversión Temporal en la Producción Pastoril Etnográfica de la Puna de Salta

En la bibliografía etnográfica y etnoarqueológica los datos acerca del tiempo invertido en la producción pastoril andina, y particularmente en la Puna de Argentina, son escasos, incompletos y dispersos –ver Flannery y Marcus 1996, Göbel 2001, Tomka 2001. Esto es un problema a la hora de considerar el rendimiento productivo de esta actividad económica y la toma de decisión con respecto a diferentes alternativas de inversión de tiempo, mediante los modelos de *optimal time allocation* de la Ecología Evolutiva (Hames 1992). Por esta razón uno de los principales objetivos que nos planteamos al realizar el diseño de investigaciones etnográficas en la Puna de Salta, fue estudiar esta cuestión.

Debido a que la realización de campañas de convivencia y observación directa durante largos períodos de tiempo en las comunidades no nos fue una posibilidad viable, por los costos y la disponibilidad de tiempo, seguimos el método de la encuesta para obtener esta información –ver Azcune y Gómez 2002:94 para su diseño. Así, entre las preguntas incluimos una seria relacionada con el manejo de los rebaño. Específicamente se preguntó a cada individuo acerca de:

- 1) Las horas diarias dedicadas al manejo del rebaño, durante el último año, específicamente las horas invertidas en el traslado del rebaño a las pasturas, abrevaderos, corrales, y su cuidado general.
- 2) El número total de cabezas de ganado del rebaño bajo su control.
- 3) El tiempo en días dedicado a tareas específicas, como la castración y marcación de los animales.
- 4) La composición de especies del rebaño.

La encuesta la realizamos en Matancillas, en Ramadas –un pequeño paraje en el fondo de cuenca del Valle de SAC, y mayormente en Pastos Grandes, por tratarse de la región donde el pastoralismo es la estrategia económica rural predominante –Foto 6.1. Somos conscientes de las limitaciones de este método de obtención de datos, especialmente debido a que los resultados son estimaciones de los propios individuos acerca de su conducta, y no de nuestra propia observación. Para controlar los posibles errores resultantes de este procedimiento realizamos observaciones directas en dos casos de Matancillas, durante períodos de tiempo de cuatro semanas consecutivas en abril de 2000. Estas observaciones son nuestro grupo de datos de control.

La muestra obtenida abarca 22 individuos encuestados al azar, y 2 casos de observaciones directas en Matancillas que constituyen los grupos de datos de control. Los casos ambiguos, cuando los individuos no pudieron estimar el tiempo de manejo de rebaños, fueron quitados de la muestra. Tampoco fueron considerados los casos en los cuales los individuos comparten esta actividad con otros –salvo el caso de mujeres que pastorean juntos a sus hijos. Esto dejó una muestra efectiva de 18 casos, donde 2 corresponden a Matancillas, 1 a Ramadas y 15 a Santa Rosa de los Pastos Grandes. De aquí estimamos el costo neto de la producción neta C_p invertido en el pastoralismo –Tabla 6.2.

Localidad	Tamaño Promedio de los Rebaños	Promedio de Horas-Hombre de Trabajo Diario	Promedio de Horas en Actividades Específicas	Costo Neto de Producción Anual (C_p) en hrs
Matancillas (n=2)	60,5	4	120	1.580
Ramadas (n=1)	14	5	48	1.873
Pastos Grandes (n=15)	51,4	4,46	85,06	1.715,4

Tabla 6.2: Tiempo Promedio Invertido en el Trabajo Pastoril de la Puna de Salta y Tamaño Promedio de los Rebaños. Los datos provienen de tres localidades diferentes del departamento de Los Andes, ver texto.

Sobre los datos de la Tabla 6.2, el *chi* cuadrado del análisis de ANOVA de un tratamiento para el tiempo promedio anual invertido en la producción pastoril, acepta H_0 ($p= 0,05$, $X^2 = 2$), que dice que las muestras provienen de poblaciones similares⁴ (Spiegel 1988), entre las que se incluyen las muestras de control. De aquí concluimos que nuestro procedimiento reporta estimadores confiables, de mediana resolución –en términos de precisión – acerca del tiempo total del manejo de los rebaños en la Puna de Salta. Sin embargo es importante remarcar que en el futuro necesariamente estos estimadores deben ser mejorados en su resolución, aumentando el tamaño de la muestra e incluyendo más observaciones directas como grupos de datos de control. No obstante no esperamos cambios substanciales en las tendencias centrales.

Caso Observado	Llamas	Ovejas y Cabras	N	Td (horas-hombre) anual	CP (hrs anuales)	Cpp (hr per capita)
1-Matancillas	27	57	84	708	872	10,38
2-Matancillas	22	15	37	708	872	23,57
3-Ramadas	14		14	885	988	70,57
4-Pastos Grandes	34		34	708	800	23,53
5-Pastos Grandes	65		65	885	1012	15,57
6-Pastos Grandes	49		49	531	636	12,98
7-Pastos Grandes	79	12	91	708	824	9,05
8-Pastos Grandes	65		65	885	1060	16,31
9-Pastos Grandes	90		90	885	1088	12,09
10-Pastos Grandes	43		43	885	1012	23,53
11-Pastos Grandes	25	10	35	708	848	24,23
12-Pastos Grandes	67		67	885	1036	15,46
13-Pastos Grande	51		51	708	848	16,63
14-Pastos Grandes	22		22	708	824	37,45
15-Pastos Grandes	11	5	16	885	988	61,75
16-Pastos Grandes	36		36	885	1012	28,11
17-Pastos Grandes	78		78	885	1060	13,59
18-Pastos Grandes	29		29	708	824	28,41
<i>Promedio</i>	44,83	19,80	50,33	786,67	922,44	24,62
<i>Desvío Estándar</i>	24,21	21,11	24,89	108,98	122,02	16,88
<i>Varianza</i>	586,26	445,70	619,53	11876,35	14887,79	284,89
<i>CVS (%)</i>	54,01	106,62	49,45	13,85	13,23	68,55

Tabla 6.3: Inversión Temporal de la Producción Pastoril en La Puna de Salta, Costos Anuales por Rebaño y Costos per capita.

⁴ La hipótesis nula es que todas las medianas son iguales frente a la alternativa de que una sea diferente al resto, en el test de distribución Kruskal Wallis del análisis One Way ANOVA, utilizando el programa NCSS 1999. Elegimos este test porque minimiza las asunciones con respecto al número de casos por muestra y a su perfecta alioriedad – Sokal y Rohlf (1979).

La Tabla 6. 3 presenta la información de la muestra analizada. La misma incluye para todos los casos la siguiente información por columna: 1) el caso reportado, 2) el tamaño de los rebaños N de cada caso, 3) la cantidad de llamas por rebaño, 4) la cantidad de y o vicápridos por rebaño, 5) el tiempo anual invertido en las actividades de manejo y cuidado de los rebaños, 6) el costo total en horas invertidas en el trabajo productivo por individuo anualmente (Cp) que resulta de la suma de Td y las horas invertidas en actividades específicas de la producción pastoril⁵, y finalmente 7) el costo invertido en la producción de cada animal individual (Cpp), es decir el tiempo de producción *per cápita*. El valor de Cpp resulta simplemente de la razón entre los costos en tiempo total anual invertido en el manejo del rebaño y N . En las filas inferiores se presenta la estadística descriptiva de la muestra.

Es importante discutir tres patrones altamente significativos. En primer lugar nótese la baja incidencia de los rebaños mixtos en Pastos Grandes, donde solamente tres casos registran esta situación y en números que son muy bajos, con una media de 9 o vicápridos por rebaño mixto. Las causas de esto pueden ser el resultado tanto de factores ecológicos como históricos y sociales –aunque creemos que es muy factible que primen los históricos-sociales por el aislamiento geográfico de esta comunidad. Es importante destacar que esta comunidad es la más adecuada para obtener información relevante a los estudios del pastoreo de camélidos en la Puna de Salta, ya que los costos y beneficios del pastoreo de llamas suelen no estar promediados con los resultantes del manejo pastoril de otras especies, como en el resto de las comunidades analizadas.

En segundo lugar, obsérvese el bajo costo total de la actividad pastoril y su relativa homogeneidad, con un promedio de 922,4 horas anuales. Esto implica que los individuos invierten un promedio de 2,5 hrs. diarias. Además durante el tiempo de manejo diario del rebaño se suelen incluir otras actividades, tales como algunas tareas domésticas, la preparación de alimentos en los lugares de pastura, la recolección de leña, la ejecución de labores artesanales –particularmente tejido- y actividades productivas como la atención de huertos en Matancillas. La inclusión de estas actividades dentro del tiempo total dedicado al cuidado y manejo de los rebaños disminuyen los dilemas de inversión de tiempo y posibilita un mejor manejo del tiempo total dedicado a las actividades productivas. Esto es una consecuencia de la naturaleza de las actividades de manejo del ganado, que permite que los pastores trasladen a los animales hacia las zonas de pasturas, abrevaderos y corrales sin grandes costos de oportunidad, ya que estas actividades de alta importancia económica pueden hacerse *simultáneamente* con otras que también son importantes para la subsistencia; salvo en el caso de actividades específicas totalmente dedicadas al ganado como las señaladas o los días de castración. La principal implicancia de esto es la complementariedad entre las actividades económicas y la disminución total del costo neto del conjunto de las actividades de subsistencia, volveremos sobre este punto cuando discutamos el costo de la producción agrícola.

El tercer aspecto a destacar es la mayor cantidad de animales que manejan los pastores de Pastos Grandes, con una media de 50 ejemplares por rebaño. Esto se relaciona directamente con la calidad del ambiente, que por su altitud, frío y aridez, no permite el desarrollo de la agricultura y propicia la especialización en la producción pastoril, que como vimos es básicamente de llamas. De tal manera, los límites físicos a la dispersión de la agricultura llevan a la divergencia en el nicho económico local de la población de Pastos Grandes, con respecto al nicho económico de los individuos de áreas puneñas más húmedas y de menor altitud como Matancillas.

Finalmente el cuarto aspecto de gran importancia es el patrón que hemos detectado de disminución inversamente proporcional del costo de producción *per cápita* con relación al tamaño total

⁵ Si se quiere calcular el tiempo diario invertido en el manejo de los rebaños efectúese el cociente $Td/365$ y luego efectúe: $CP - (Td \times 365)$.

del rebaño. Esto, que está en la base de las “economías de escala” no había sido registrado previamente en comunidades pastoriles etnográficas de Argentina. Este patrón es el resultado de una estructura de costos fijos relativamente homogénea en términos de tiempo invertido en el manejo de los rebaños. Al respecto el coeficiente de variación estandarizado (CVS) presente en la Tabla 6:2, nos dice muestra que los costos de manejo de rebaños en horas varían solo el 13,42%, mientras que los costos *per capita* varían el 68,55 % en toda la muestra, y son una función del tamaño de los rebaños. De tal manera cada animal que se agrega al rebaño aumenta el beneficio *per cápita*, disminuyendo los costos marginales de cada unidad.

La Figura 6.4. presenta la relación exponencial decreciente, existente entre el tamaño de los rebaños y el tiempo de producción *per capita*. De aquí se desprende que la estrategia óptima debe sesgadamente llevar a que los individuos tiendan al aumento del capital pastoril –en términos de cabezas de ganado, intensificando la competencia interindividual por las pasturas.

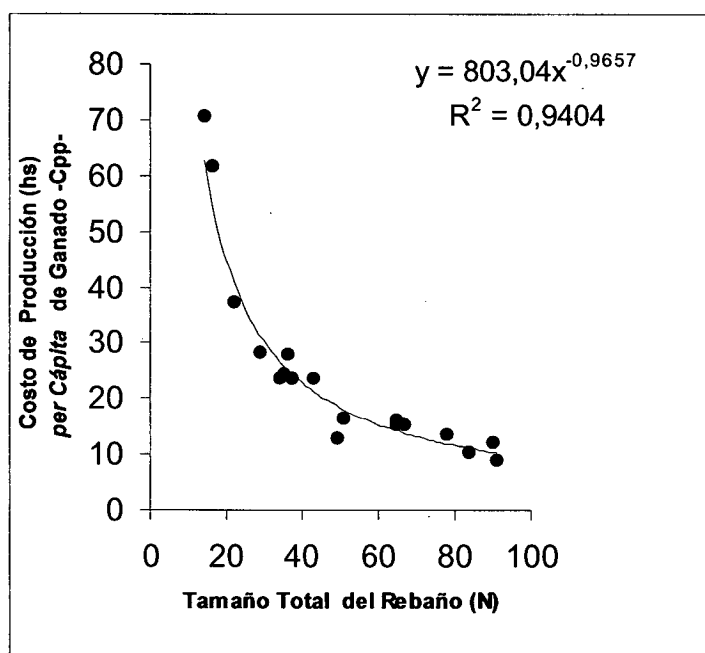


Figura 6.4: Efectos del Tamaño Total de los Rebaños Sobre los Costos de Producción *per capita* en la Puna de Salta: La curva muestra la relación decreciente entre el tamaño del rebaño y los costos de producción de cada animal individual, resultantes de una estructura de costos de manejo con poca varianza entre los distintos tamaños de rebaño. La línea de tendencia de mejor ajuste es exponencial, indicando los efectos potenciales de las economías de escala. Sobre esta base se espera el decrecimiento geométrico de la utilidad neta de cada animal en función del tamaño del rebaño manejado y la pérdida de *fitness* de los individuos que dependen de estos recursos.

Como señalaron Flannery y Marcus 1994, uno de los desafíos más importantes de la estrategia pastoril es la capacidad de los pastores para mantener el stock de animales en un número estable viable o creciente. En el caso de Pastos Grandes, esto se agrava aún más en un ambiente de baja capacidad de carga para los rebaños y de alto riesgo por estocasticidad ambiental. Especialmente por las limitaciones al crecimiento de los rebaños por la alta mortalidad de neonatos. En consecuencia esperamos serias limitaciones para optimizar el nicho económico mediante economías de escala en Pastos Grandes.

Esto plantea todo un desafío para la investigación futura en Antropología Evolutiva de este fenómeno. Particularmente esperamos que las fuerzas de la transmisión cultural y la toma de decisión, actúen direccionalmente para que los individuos aumenten el tamaño de los rebaños, generando un contexto selectivo de fuerte competencia interindividual. De tal modo es necesario entender las fuerzas y los mecanismos que pueden tener lugar en estos procesos de competencia produciendo, o no, equilibrios cercanos a los óptimos Evolutivamente Estables. En estos términos es posible que de la competencia entre individuos que difieren en sus habilidades y potenciales competitivos, evolucionen y persistan sistemas sociales jerarquizados por la desigualdad económica con respecto al capital pastoril y al uso de pasturas de alta calidad espacialmente concentradas.

Hemos planteado que en Pastos Grandes son claves los conflictos de intereses que resultan de la competencia por el uso de la vega, y que operan en contra del mantenimiento del bien colectivo. En especial es crítico generar conocimiento acerca de las estrategias por la cual individuos egoístas se apropian tramposamente de recursos colectivos, obteniendo ventajas individuales –*cheters* en la jerga Darwiniana-, ya que estos pueden estar en la base de la formación de sistemas jerarquizados, aunque las diferencias de riqueza no sean altas. De todos modos, repetimos que por las condiciones de baja calidad global del entorno de Pastos Grandes –por su baja productividad ecológica, estocasticidad climática y altitud- no esperamos la existencia de individuos con grandes excedentes como para financiar escaladas competitivas dominantes de gran magnitud –ver Bonne (1992). Esto sí lo esperaríamos en regiones ecológicamente más ricas como el Altiplano Boliviano –entre otras.

Desde lo arqueológico nos interesan los procesos que en la escala evolutiva pueden dar lugar al aumento de la riqueza pastoril (Aldenderfer 2001), mediante la ampliación del capital agropecuario que aumenta la utilidad marginal de cada animal. Desde un punto de vista seleccionista esto debe traducirse en el aumento del *fitness* individual. A partir del Modelo de Amplitud de la Dieta esperamos que cualquier innovación tecnológica que aumente la tasa de retorno de los animales en cautiverio, selectivamente sea retenida. Especialmente aquellas tecnologías que aumentan la capacidad de manejo sustentable de un mayor stock de animales, o que mejoren la eficiencia económica del manejo de los rebaños, ya sea disminuyendo los costos de producción o los costos de procesamiento. En estos términos la intensificación pastoril –por el aumento del tamaño de los rebaños – es equivalente a la disminución de los costos de búsqueda de presas silvestres, ya que directamente opera sobre la densidad de los mismos –ver Winterhalder y Goland (1997).

Más generalmente, de la Figura 6.4 deducimos que en situaciones arqueológicas donde los rebaños son pequeños, debemos esperar que cada animal producido tenga un bajo rendimiento marginal relativo. Es decir que su producción sea más costosa. En la perspectiva arqueológica es clave la información acerca del tamaño de los corrales, que es indicativa del número de animales que pueden ser mantenidos en cautiverio (Aldenderfer 2001). Desde un punto de vista evolucionista podemos plantear que el tamaño de estas unidades debe ser uno de los rasgos de mayor valor funcional, y en consecuencia altamente sensible a la evolución selectiva (*sensu* Dunnell 2001). Ampliaremos esta discusión en el Capítulo 11, en relación con las economías agrícolas del Período Temprano: Aquí adelantamos que es muy factible que bajo condiciones de bajas tasas de retorno marginal del pastoralismo –inferida por el tamaño de los corrales arqueológicos– el pastoralismo sea una estrategia subordinada a una estrategia de mayor beneficio neto, en nichos maximizadores de la eficiencia del uso del espacio y adversos al riesgo.

En la próxima sección analizaremos el retorno de la agricultura, apuntando a identificar sus costos y beneficios, para poder entonces presentar y discutir la escala de recursos óptimos que puede ser aplicable a casos arqueológicos, incluyendo los vegetales cultivados. En esta tarea nos centramos en la producción agrícola etnográfica de Matancillas.



Foto 6.1: Trabajo de Encuesta en Santa Rosa de Pastos Grandes

6- La Producción Doméstica y el Rendimiento Agrícola de las Comunidades Etnográficas de Matancillas

Una característica importante de la quebrada de Matancillas es la distribución espacial irregular de los recursos hídricos. Así la estructura hídrica de la quebrada está organizada en torno del cauce principal, el arroyo Matancillas (cauce 3) que desemboca en el Río San Antonio de Los Cobres. Normalmente su régimen es permanente en el ciclo anual. Sin embargo su caudal varía estacionalmente. En la temporada húmeda se concentra el mayor volumen de agua en el sector intermedio de la quebrada. A partir de los meses de marzo y abril, este volumen disminuye notoriamente, llegando incluso a secarse completamente en el sector más bajo de la quebrada.

Por otra parte, el arroyo Matancillas recibe los aportes de dos cursos de agua menores, cauce 1 –denominado Matancillas chico- y cauce 2. Ambos se localizan en el sector alto de la quebrada y se juntan en el sector intermedio dando origen al tramo más caudaloso del arroyo Matancillas, cauce 3 -- Figura 6.5. En conjunto, el sistema hídrico de Matancillas depende de estos afluentes, con origen en las cabeceras más altas de las quebradas, y a partir de las precipitaciones. En situaciones de bajas precipitaciones los cauces 1 y 2 pierden todo el caudal de superficie, infiltrándose y reapareciendo en cotas más inferiores, en el cauce 3. Este es un comportamiento típico de las vegas puneñas. En años buenos, de lluvias abundantes, los tres cauces disponen de agua suficiente y también pueden activarse pequeños cauces laterales al cauce 3, que generalmente están secos. En años de sobreabundancia de lluvias el cauce del Matancillas provoca inundaciones y torrentes. Por esta razón la instalación humana se dispone sobre las terrazas aluviales laterales a estos cauces.

Tanto las actividades agrícolas como pastoriles se realizan en instalaciones localizadas a lo largo de estas fuentes de agua, pero desde centros residenciales localizados en el interior de la quebrada. Mas precisamente en el sector intermedio. Un aspecto importante de la estructura hídrica local es la fluctuación espacialmente asincrónica de cada uno de sus cauces. Más adelante discutiremos la importancia de esta propiedad de la estructura hídrica local en relación con la estrategia global de uso económico del espacio y el manejo del riesgo. Aquí nos centramos en la producción agrícola con el fin de estimar los rendimientos y los tiempos invertidos en esta actividad. Con este fin tomaremos las observaciones etnográficas llevadas a cabo en la unidad doméstica de Eulalia y Benito, que es la que mayor uso hace de la agricultura en Matancillas, y con la cual convivimos durante las campañas de investigación.

Esta familia constituye un linaje de 3 generaciones residente en la quebrada de Matancillas. Los jefes de familia, Benito y Eulalia, son los dueños de los campos de cultivo y pastoreo localizados de manera dispersa en Matancillas. Ambos se consideran a sí mismos como integrantes de las comunidades Collas, y son originarios de dos familias distintas de la quebrada, que al unirse y formar una nueva familia heredó ganado y facilidades de la familia de la mujer. A partir de su ascendencia, la familia mantiene vínculos de parentesco y ayuda mutua con vecinos de la quebrada de Urcuro, San Antonio de los Cobres y de otras localidades más alejadas como la ciudad de Salta y Susques, en la Puna jujeña. En los eventos de mayor intensidad de trabajo, tal como la señalada, los familiares y vecinos llegan de estas localidades. Nótese que la escala espacial de la reciprocidad de esta sola unidad doméstica supera un radio de 200 km.

La parte de la familia que directamente depende de la explotación agropastoril está compuesta por 5 individuos. Los esposos, un hijo varón de 16 años y una hija mujer adulta con su propio hijo de 2 años de edad. No obstante la familia también incluye 2 hijas adultas que formaron sus propias familias y que residen en San Antonio de los Cobres. Según nuestros informantes en la formación de estas dos nuevas familias no se habría realizado traspaso de capital, ni monetario ni agropastoril.

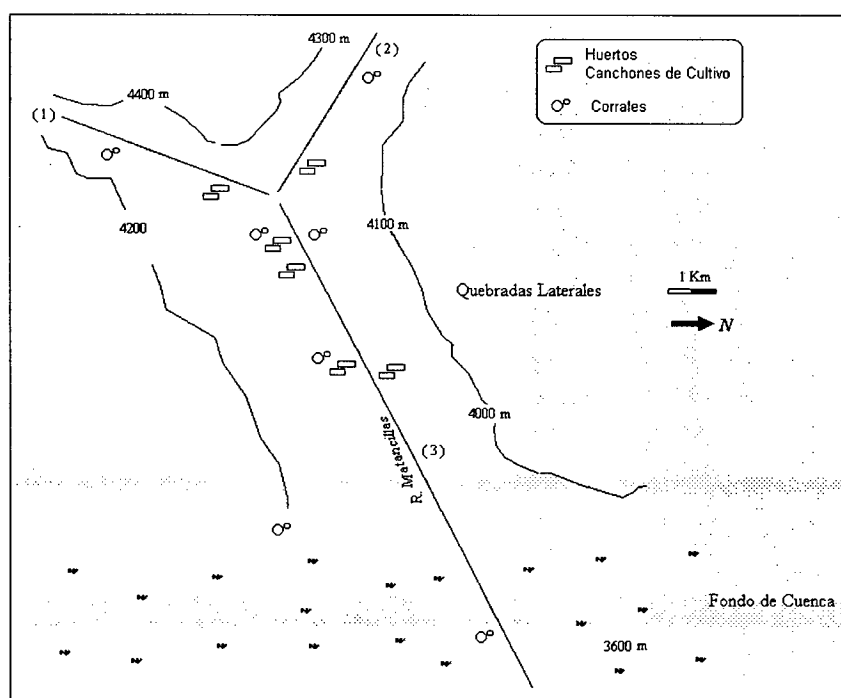


Figura 6.5: Esquema de la Distribución de Campos de Cultivo y Facilidades de Pastoreo en la Quebrada de Matancillas. Los datos están basados en la unidad doméstica estudiada. Los ejes y sus correspondientes números indican los cauces superficiales más importantes de la estructura hídrica local (ver texto).

La familia dispone de una casa en San Antonio de los Cobres que es utilizada esporádicamente y una casa en Matancillas donde residen la mayor parte del año, aún en la temporada de invierno. Los bienes agropecuarios incluyen un total de 146 hectáreas de campo distribuidas en la quebrada de Matancillas y en el fondo de cuenca del Valle de SAC, y una serie de corrales, puestos y parcelas de cultivo. De este total de tierra la cantidad útil es muy inferior y está acotada a los fondos de quebrada y los piedemontes. Los campos de cultivo y los puestos de pastoreo están distribuidos de manera dispersa, a lo largo de la quebrada. Los huertos se localizan exclusivamente en los sectores altos e intermedios, en los márgenes de los cauces que estructuran la red hídrica de Matancillas. La unidad residencial se localiza en el sector intermedio, emplazada en lo alto de la ladera de piedemonte junto al cauce principal de Matancillas. Las facilidades pastoriles se disponen en todos los sectores de la quebrada y también en ambientes de fondo de cuenca – ver Figura 6.5. Esto implica la ocupación de un espacio que duplica en escala al dedicado a la agricultura.

Organizativamente la familia constituye una unidad doméstica de producción, en la cual el abastecimiento de mano de obra se obtiene principalmente en su interior. En estas actividades mayormente la toma de decisión está en manos de la mujer, quien está a cargo de las labores de pastoreo y el cuidado de los huertos. Las actividades del hombre incluyen el trabajo asalariado afuera de la quebrada, el arreo de ganado, la siembra, las cosechas y el mantenimiento de los canales de riego. En cada una de estas tareas colaboran los hijos. En casos de trabajo intensivo, donde el lapso temporal para llevar a cabo las actividades es breve, como la siembra y la cosecha, se busca individuos de afuera, que son remunerados en porcentaje de la producción.

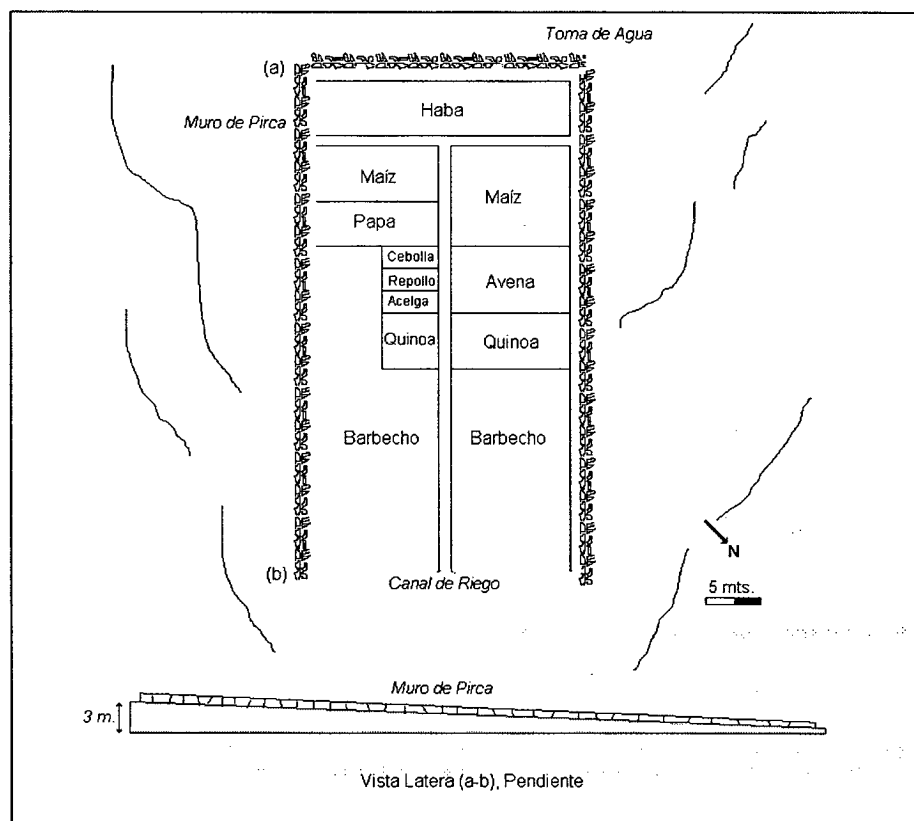


Figura: 6.6: Planta de uno de los Huertos Utilizados en Matancillas. La unidad está localizada en el sector alto de la quebrada (huerto 1). Se destacan el sistema de canales de riego y la toma de agua en relación con la pendiente y la topografía; y la proporción de tierra de descanso (barbecho).

La agricultura en Matancillas depende del riego de las parcelas de cultivo. Este se efectúa inundando los campos cultivados y los surcos entre las líneas plantadas, aprovechando la pendiente natural del terreno -Figura 6.6. Las parcelas tienen dimensiones variadas, que van desde pequeños huertos de 30 m² hasta series de grandes canchones de alrededor de 1.000 m² cada uno. Estas unidades grandes se localizan alineadas en el sector medio de la quebrada, sobre las márgenes más elevadas del cauce principal de Matancillas. Además de las parcelas, en algunos casos hay pequeños recintos asociados a estos campos y que sirven para el almacenaje de herramientas y el descanso.

Las principales inversiones de trabajo en la estructura productiva, se destinan a la construcción y mantenimiento de las paredes de pirca para delimitar las áreas de cultivo, y al mantenimiento cotidiano de las redes de abastecimiento de agua. Estos son sistemas de canales de riego excavados en las laderas, que en algunos casos tienen refuerzos de piedras y lajas paradas. Su uso es comunal salvo en los sectores asociados a los campos de cultivo que son de uso exclusivo, y aparentemente arqueológicos. La toma de agua se hace de un canal principal que depende de los cursos de la red hídrica local. La localización de las parcelas siempre ocurre en las inmediaciones de los cursos de agua, en lugares con terrenos aluviales elevados aptos para la agricultura de regadío.

La unidad doméstica concentra su esfuerzo productivo en el cultivo de maíz, papas, habas y quínoa. Todos estos constituyen alimentos de consumo inmediato y diferido -almacenables. También se plantan circunstancialmente hortalizas para el consumo fresco. En una muy baja proporción se cultiva ají, que se consume seco. Sin embargo, en extensión predomina el cultivo de alfalfa, utilizada como forraje de invierno para el ganado.

En Matancillas el área total dedicada al cultivo de alimentos de consumo humano directo es ligeramente variable de año en año, dependiendo del manejo de los terrenos dedicados al descanso de los campos para su recuperación. La localización de los huertos se realiza a lo largo de los tres cauces más importantes, en los sectores medios y altos de la quebrada. Esto implica el manejo de espacios productivos distanciados entre 0,5 y 8 km., -ver nuevamente la Figura 6.5. Este patrón de dispersión de campos de cultivos entre diferentes altitudes de la quebrada y asociados a los distintos cauces fue observado durante todo el período documentado desde 1993.

En el año 2002, realizamos el relevamiento del rendimiento productivos por especies y huertos de cada cultivo. Los datos que obtuvimos permiten cuantificar el rendimiento del planteo productivo de la unidad doméstica. En términos meteorológicos este fue un año con precipitaciones levemente inferiores a la media, con un registro de 111 mm. Así el rendimiento neto de este año permite la estimación de los resultados productivos, representativos de condiciones cuando las lluvias anuales están muy próximas a la media.

La información fue obtenida directamente por nosotros durante la cosecha de marzo-abril de 2002, cuantificando el número de plantas entre surcos y las densidades de siembra, y también a partir de nuestros informantes locales. Los rendimientos brutos de papas y cebollas fueron calculados a partir de la cantidad cosechada en unidades de acopio de 50 kg, las cuales son bolsas de plástico resistente -bolsas paperas- que disponen los agricultores y que utilizan como medida de intercambio. En este trabajo Benito fue quien nos precisó la procedencia de cada bolsa.

Al respecto es importante señalar que para los agricultores de Matancillas, la información acerca de la procedencia de cada cosecha, especialmente la de maíz, papas y quínoa, la consideran crucial para efectuar la selección de las semillas a utilizar en el siguiente ciclo. Esta información sirve a los efectos de evitar que se propaguen por las semillas las infecciones que pueden atacar al próximo

ciclo productivo, especialmente en el caso de las papas. De todos modos, cíclicamente se compra una cantidad de semillas de otras áreas. Según Eulalia en Matancillas la mejor semilla es la que proviene de la quebrada de Humahuaca y de Bolivia. Sin embargo prefiere conservar una proporción de cultivo – que ignoramos- de una variedad de papa negra que ella misma dispone y guarda como semilla, debido a que según declara es más rica y blanca –presumimos que más feculosa y con mayor contenido de azúcar.

En cuanto a la avena, nos basamos totalmente en la información que nos proporcionó Eulalia y Benito, que nos indicaron el número de bolsas obtenidas por huerto, y el peso de las mismas. Este cultivo en Matancillas es reciente, ya que según nuestros informantes comenzaron a sembrarlo con semillas donadas por el plan de huertas comunales provincial de las escuelas de SAC a partir de 1999. Es probable que el cultivo de hortalizas responda a lo mismo, ya que salvo la remolacha –no sembrada en 2002- anteriormente no tenemos registros de siembra de cultivos tales como las crucíferas y verduras de hoja como la acelga.

La producción de hortalizas la estimamos por la densidad de plantas y el peso promedio de cada corte efectuado por Eulalia, que es la encargada exclusiva de esta siembra. También se cultivaron ajíes para su secado, pero no consideramos el rendimiento de estos cultivos porque la cantidad de plantas fue mínima, no más de dos o tres plantas pequeñas en los huertos del sector intermedio de la quebrada.

La medición de la producción de maíz la realizamos considerando la densidad de siembra de cada huerto y el número de espigas promedio por planta, tomando para el cálculo bruto un peso promedio por espiga madura –choclo- de 100 grs. Como vimos este es el peso promedio de la variedad de maíz sembrada en Matancillas. Por otra parte, la quínoa y las habas se acopian también en bolsas plásticas. Para la medición del rendimiento bruto de la quínoa pesamos la cosecha realizada de cada huerto por Eulalia luego del trillado, quien nos informó acerca de su procedencia.

Para medir el rendimiento de las habas, nos basamos en la productividad de chauchas por planta de cada huerto y en la densidad de siembra por huerto. Todas las mediciones las realizamos con una balanza manual que tiene un error estimado de $\pm 5\%$. La producción de alfalfa no pudimos cuantificarla. La cosecha de esta siembra la realizó Benito, quien utilizó la ayuda de Eulalia y la de un jornalero.

Salvo para la avena, los surcos de siembra se disponen a 0,5 mts, lo cual es un planteo de siembra de alta intensidad y que favorece la competencia entre plantas; pero que puede redundar en un mayor rendimiento neto con el suplemento de fertilizantes orgánicos como el estiércol de llamas y ovejas, y los rastrojos. Estas prácticas de enriquecimiento de los suelos son las que hemos observado. La separación entre plantas en las líneas de siembra entre surcos, es variable pero no supera los 70 cm entre plantas, salvo las hortalizas.

Por otra parte la rotación de los cultivos es otra práctica de manejo empleada en Matancillas, que permite la recuperación de nutrientes de los terrenos de siembra. Esto incluye lapsos relativamente cortos de abandono de siembra para la recuperación de los campos. En Matancillas esto se hace de dos maneras, abandonado durante un máximo de dos años los huertos grandes de cultivos de papas, y abandonando y dejando en barbecho algunos sectores de los huertos. Lo último se practica particularmente en los sembrados de maíz y quínoa.

La Tabla 6.4 presenta la información obtenida, incluyendo la extensión de los cultivos por especie y el rendimiento neto en kg y en kilocalorías, obtenidas durante el año 2002 en cada uno de los

huertos. La transformación a unidades de kilocalorías se hizo a partir del producto entre la producción neta en kilogramos de cada recurso, su valor energético y su índice de utilidad / –ver Tabla 6.1 para las dos últimas variables. En la tabla observamos que en el plantel productivo, la superficie total cultivada en el ciclo agrícola 2001- 2002 fue de 0,92 hectáreas, donde la superficie sembrada con plantas de consumo humano fue de 0,65 hectáreas. En esta superficie domina en extensión la siembra del maíz, 30 %, seguido por la quínoa,26%, papa,22 %, y las habas,16%.

Los demás cultivos tienen una extensión mucho más acotada. El resto de la superficie sembrada corresponde al cultivo de alfalfa. Esta diferencia indica la gran importancia que tiene este cultivo como forraje, que explica el 42,5% de toda la superficie sembrada. Esto es un indicador de la relevancia de este recurso para la producción pastoril, ya que se utiliza como pastura de invernada para el ganado, especialmente para amortiguar los efectos de los inviernos duros. Si existen excedentes durante inviernos con pasturas naturales suficientes, la alfalfa se comercializa o se intercambia. Pero, según nuestros informantes esto es muy raro que ocurra.

Por otra parte, la Tabla 6.5 presenta los rendimientos brutos en kg, los porcentajes sembrados y el rendimiento por hectárea de los principales vegetales producidos en Matancillas. Estos datos provienen de la información de la Tabla 6.4.

Huerto	Dimensión y Rendimiento	Acelga	Alfalfa	Avena	Cebolla	Haba	Maíz	Papa	Quínoa	Repollo	Totales
1- Q.A.	M ²	12	---	60	20	340	150	400	210	9	1.201
	Kg.	5	---	4	8	150	50	250	5	5	477
	Kcal	900		12.960	3.456	84.000	120.700	206.625	17.460	1.350	447.451
2- Q.A.	M ²	---	---	---	---	120	400	150	600	---	1.270
	Kg.	---	---	---	---	50	150	100	15	---	315
	Kcal	---	---	---	---	28.000	362.100	82.650	52.380	---	525.130
3- Q.M.	M ²	---	---	---	---	---	90	110	460	---	660
	Kg.	---	---	---	---	---	50	100	25	---	175
	Kcal	---	---	---	---	---	120.700	82.650	87.300	---	290.650
4- Q.M.	M ²	14	1.025		30	340	515	450	---	20	2.394
	Kg.	8	---		20	200	300	500	---	12	1.040
	Kcal	1.440			8.640	112.000	724.200	413.250		3.240	1.262.770
5- Q.M.	M ²	---	1.750	150	---	240	800	100	450	---	3.490
	Kg.	---	---	60	---	150	420	100	25	---	755
	Kcal	---	---	194.400		84.000	1.013.880	82.650	87.300	---	1.462.230
6- Q.M.	M ²	---	1.980	---	---	---	---	240	---	---	2.220
	Kg.	---	---	---	---	---	---	300	---	---	300
	Kcal	---	---	---	---	---	---	247.950	---	---	247.950

Tabla 6.4: Rendimiento Productivo por Especie Cultivada del Ciclo Agrícola 2000-2001 en Matancillas: La primer columna indica el número y la localización de los huertos en la quebrada, donde Q.A. es quebrada alta y Q.M. es quebrada media. Las filas informan el total de superficie cultivada en m², el rendimiento bruto obtenido en kg y su conversión a kcal.

	Alfalfa	Maíz	Quínoa	Papa	Habas
S - Superficie Total Cultivada (m ²)	4.755	1.955	1.720	1.450	1.040
F- Porcentaje de Superficie Cultivada del Total	42,50 %	17,75 %	15,30 %	12,90%	9,25 %
Rn: Rendimiento Bruto Neto(kg)		970	70	1.350	550
RB: Rendimiento Bruto Estimado por ht (kg/ht)		4.961	406	9.310	5.289

Tabla 6.5: Productividad y Porcentajes de Siembra de los Principales Cultivos de la Quebrada de Matancillas.

Como se aprecia los valores de productividad de las especies comestibles en Matancillas es elevado, tratándose de un ambiente frío y de gran altura. Creemos que esto se debe a la intensificación del uso de la tierra por un manejo de altas densidades de siembra, y cortos períodos de descanso de terrenos -ver Redman 1999- y al uso de variedades adaptadas a estas condiciones. Los valores de rendimiento bruto obtenidos por nosotros son enteramente comparables con los reportados por Ottonello y Ruthsatz (1986). Los datos de estas autoras provienen de Rachaite, localidad ubicada en la Cuenca de Guayatáyoc y a una altitud de 3.700 m/nm, en plena Puna Norte de la provincia de Jujuy, a una altitud y longitud similares a Matancillas. En Rachaite se reportan rendimientos estimados de maíz =5.000 kg/ha, papa=11.250 kg/ha, habas= 6.000 kg/ha, y quínoa=2.000 kg/ha. Comparando los datos de Rachaite con los nuestros vemos que no existen grandes diferencias salvo en el caso de la quínoa. Tal discrepancia podría deberse a las limitaciones físicas para el desarrollo de este cultivo, especialmente la aridez y las bajas temperaturas, o a las prácticas de manejo del cultivo, tales como la densidad de siembra, la frecuencia de riego, el abono y el intervalo siembra cosecha –entre los más destacados. Decimos esto debido a que en Cachi y la Poma, localidades de los valles de Salta, se obtuvieron en ambientes de menor altitud y mediante la fertilización con agroquímicos de alta calidad y densidades de siembra mayores, rendimientos de 2.000 a 2.5000 kg/ha, en 25 parcelas experimentales (Secretaría de la Producción de la Provincia de Salta 2003).

En Matancillas el sistema de cosecha de quínoa es manual, utilizando cuchillos y azadas para cortar las partes tiernas de las plantas portadoras de los frutos. De esta manera se emparva en fardos de 10 kg toda la cosecha bruta, los cuales tienen un rendimiento promedio de 2 kilos de semillas por fardo, es decir de 0,2 kilos de semillas por kilo de biomasa bruta cosechada. No conocemos la relación: *biomasa bruta/cantidad de semillas*, de otras regiones. Sin embargo nuestros datos son consistentes con los observados en sectores de la Puna de Argentina de muy baja productividad primaria global.

Por ejemplo, el valor obtenido por nosotros se aproxima al que se puede obtener en Laguna Blanca - Puna de Catamarca- que es de 575 kg/ha logrados con sistemas de siembra tradicionales (Universidad Nacional de General San Martín 2003). Por esta razón creemos que nuestro resultado es representativo del potencial productivo de la quínoa en el Valle de SAC con manejos de siembra tradicionales; más aun considerando los efectos de la variabilidad del mosaico de microescala de la quebrada de Matancillas sobre el rendimiento total de la agricultura. Discutiremos este punto.

Tomando el total de tierra cultivada para la producción de alimentos de uso humano directo, observamos que el 61 % de este sembradío se emplaza en los sectores de quebradas medias. El 39% restante corresponde a los huertos emplazados en los sectores más altos de las quebradas. Llamaremos a la proporción de cultivos alimenticios localizados en la quebrada media Q_m . Nuestros informantes dicen que siempre respetan esta distribución de campos, es decir que intentan plantar “un poco menos de la mitad porque aunque la tierra sea más fea el agua de más arriba es mas fresquita y mata a los bichos”.

Eulalia se refiere a la tierra del sector medio de la quebrada como el lugar donde la “Pacha es más gorda y las plantitas crecen más”. En efecto, nuestras observaciones durante el intervalo 1998-2002 indican que el emplazamiento del 60% de los cultivos en los sectores medios es una modalidad constante, tal que $Q_m \square 0,6$. Más adelante analizamos las posibles causas de este valor en la proporción de uso de los sectores medios de la quebrada, con relación al manejo de riesgos. Aquí subrayamos la diferencia substancial existente en la calidad productiva entre ambos sectores. Sin embargo tenemos que recordar que la diferenciación entre sectores medios y altos en la quebrada, la usamos para distinguir emplazamientos que no difieren substancialmente en su altitud. Lo que nosotros llamamos sectores altos están entre 50 y 80 metros por encima de la altitud de los sectores medios – datos de GPS. La diferencia radica, básicamente, en que los sectores medios están menos expuestos

a los agentes meteorológicos, porque están encajonados por los cerros que estructuran a la quebrada, y más alejados de las nacientes de las vegas y los cauces principales. La poca diferencia en altitud de los sectores utilizados para la agricultura responde a la pendiente suave E-O, que tiene la quebrada de Matancillas.

La Figura 6.7 ilustra la variación en el rendimiento bruto en kilogramos por hectárea de cada uno de los huertos, considerando los recursos alimenticios de mayor importancia económica. Esta variación afecta con mayor fuerza a la quínoa cuya productividad en el sector alto cae un 50 % respecto a la del sector medio. La productividad del resto de los cultivos emplazados en el sector alto cae alrededor del 40 % con respecto a la de los huertos emplazados en la quebrada media.

En el gráfico, la línea de tendencia señala el decrecimiento de la productividad de los cultivos en los sectores altos, respecto a los cultivos de los sectores medios. Esta variación en la productividad de los cultivos probablemente responde a la mayor exposición a los agentes meteorológicos, y a las propiedades de microescala de los suelos que afectan al desarrollo y al crecimiento de las plantas, y no tanto a cuestiones de manejo.

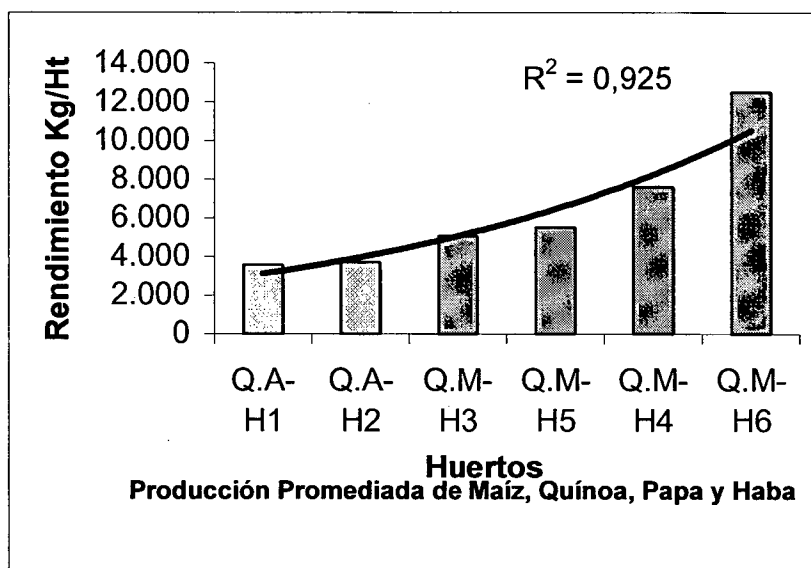


Figura 6.7: Variación en el Rendimiento de los Huertos Según su Localización en la Quebrada de Matancillas. Los colores claros indican los huertos de los sectores altos de la quebrada. La línea de tendencia indica que la productividad en los sectores altos de la quebrada de los principales recursos económicos es decreciente, en relación con la productividad de los sectores medios de la quebrada.

Considerando el rendimiento bruto promedio de todos los cultivos de ambos sectores, se aprecia la diferencia en el potencial productivo. De los datos de la Tabla 6.4 resulta que los sectores altos rinden, en kilogramos de vegetales comestibles, el 43 % menos que los sectores medios. Cuando medimos esta diferencia en calorías, alcanza el 51,5%, mayormente explicada por la caída de la productividad de la quínoa y el maíz. De acuerdo con esto concluimos que la unidad doméstica que analizamos invierte el 40 % del trabajo productivo en sectores subóptimos. La tasa de productividad potencial en kcal diarias por superficie Δp de ambos ambientes difiere notablemente⁶, siendo para los sectores medios $\Delta pm = 22.303 \text{ kcal/d/ht}$, y para los sectores altos $\Delta pa = 10.784 \text{ kcal/d/ht}$. Con respecto

⁶ Para cada uno de los ambientes -quebradas medias o quebradas altas-, el cálculo de sus tasas de productividad diaria resulta de la sumatoria de kcal producidas por cada uno de sus huertos dividido por 365 días, dividido por la sumatoria de la superficie de cada huerto en hectáreas, resultando unidades en kcal/d/ht. Léase kilocalorías diarias por hectárea.

a las precipitaciones la tasa de productividad global diaria Δpp la calculamos en 104,55 kcal/d/ht/mm⁷, para el maíz $\Delta ppm=295,59$ kcal/d/ht/mm, para quínoa $\Delta ppm=25,61$ kcal/d/ht/mm, y para papa $\Delta ppm=19,164$ kcal/d/ht/mm. En secciones posteriores utilizaremos estos estimadores.

Del análisis desarrollado a lo largo de esta sección concluimos que la quebrada de Matancillas efectivamente constituye un ambiente local apropiado para el emplazamiento de nichos económicos con estrategias agrícolas. En efecto, si las propiedades climáticas actuales de la macroescala son comparables a las del 2000 BP, entonces por el alto rendimiento potencial de los cultivos de maíz y papa y el rendimiento moderado que hemos estimado para la quínoa, la quebrada de Matancillas en el Período Temprano debió constituir un hábitat local apropiado para el establecimiento de poblaciones con economías agrícolas; aún considerando los sectores de menor rendimiento neto de los cultivos.

En la siguiente sección discutiremos el uso de los sectores de cultivos subóptimos, de menor calidad relativa para la producción agrícola en relación con la toma de decisión sensible del riesgo. Como veremos si bien Matancillas constituye un *patch hábitat* adecuado para alojar poblaciones con estrategias agrícolas, el riesgo constituye una presión de selección natural de gran magnitud.

7- Manejo de Riesgo de la Producción Agrícola en Matancillas

En el Capítulo 4 vimos que San Antonio de los Cobres es una región mucho más árida que el promedio de la Puna, con precipitaciones medias (μ) = 115 mm. La pérdida de los cultivos y la mortalidad de los rebaños por fluctuaciones impredecibles de las precipitaciones son fenómenos recurrentes en esta comunidad. Durante el año 1999-2001 entrevistamos a un total de 18 adultos en Matancillas y Ramadas. En todos los casos los individuos manifestaron claramente los elementos que ponen en riesgo sus actividades de subsistencia, y manifestaron mucho más temor a la sequía que a otras fuentes de riesgo, como los predadores o las plagas. Es importante remarcar que la mayoría de los individuos recordaron los diversos años malos atravesados y los perjuicios ocasionados por la sequía.

Lo más interesante es que del total de los individuos entrevistados 14 se refirieron también a sequías severas narradas por sus padres. Esto nos indica un aspecto sumamente importante: la tasa de transmisión cultural de la información con respecto al riesgo. En efecto, sobre esta pequeña muestra de individuos la tasa de transmisión cultural vertical de esta información es de 0,7 %. Por otra parte en Pastos Grandes la encuesta realizada al azar sobre 24 individuos arrojó una tasa de transmisión cultural vertical acerca de la información con respecto al riesgo que afecta los rebaños de 0,75 –ver sección 11. De tal manera, sobre esta base podemos concluir que la sequía es una fuente de riesgo claramente identificada por los actores, y sobre la cual la transmisión cultural intergeneracional opera fuertemente, propiciando la toma de decisión racional para morigerar esta presión de selección natural.

En esta sección brevemente discutiremos el manejo del riesgo sobre la agricultura en Matancillas. Para esto nos valdremos de los datos de las Tablas 6.4, y 6.5 y de proyecciones basadas en los mismos. En particular nos interesa saber como opera la dispersión de los campos de cultivo entre los diferentes sectores de la quebrada en el manejo del riesgo productivo, considerando las posibilidades locales para la dispersión de huertos derivadas de la estructura física del paisaje.

⁷ Esta tasa resulta del total de kcal/d/ht dividido por las precipitaciones caídas (111mm), resultando unidades en kcal/d/ht/mm. Léase kilocalorías diarias por hectárea sobre mm. Para cada cultivo los valores de productividad por ht. los obtenemos de la Tabla 6.5, que debemos multiplicar por el Índice de utilidad y el valor de kcal de la Tabla 6.1

Como ya vimos la estructura hídrica de la quebrada de Matancillas, por las propiedades geomorfológicas de escala local, determina la *asincronía* espacial de la variación del caudal de agua de cada uno de los cauces que la componen. Principalmente entre los dos cauces menores que alimentan al cauce principal de Matancillas –cauce 3. Esto lleva a que las variaciones en las precipitaciones se expresen a destiempo, y con distinta intensidad, en cada uno de estos cauces. Realísticamente, los estados en el caudal de cada cauce son gradientes y el cálculo de sus combinatorias tiende a infinito. Para simplificar la discusión, manteniendo realismo, tomaremos dos estados dicotómicos para cada cauce, donde *totalmente seco* =0, y *totalmente caudaloso* =1. Dado esto, entonces existe una serie de ocho situaciones posibles que afectan a la disponibilidad de recursos hídricos para los cultivos basados en la irrigación, dependiente del caudal de estos cauces -Tabla 6.6.

Estados Posibles	Cauce 1	Cauce 2	Cauce 3
1	1	1	1
2	1	1	0
3	1	0	1
4	1	0	0
5	0	1	1
6	0	1	0
7	0	0	1
8	0	0	0

Tabla 6.6: Estados Posibles de la Estructura Hídrica Local de Matancillas. Cada estado determina distintas situaciones de riesgo para la producción agrícola con riego y las probabilidades de Dispersión de Huertos. En la matriz, para cada cauce, 1=totalmente caudaloso, y 0 es totalmente seco.

Considerando que el éxito de los cultivos depende de estos 8 estados posibles de la estructura hídrica local, y que la probabilidad de caídas de precipitaciones y sus efectos sobre cada cauce es estadísticamente impredecible; entonces la toma de decisión con respecto al emplazamiento de los campos de cultivo ocurre en un contexto de riesgo. Este se caracteriza por la completa incertidumbre acerca de los resultados de las cosechas en el momento en que se toma la decisión de localización de los cultivos, respecto a cada uno de los cauces del que se va a obtener agua para el riego.

Como observamos en la Tabla 6.6 dentro de las 8 posibilidades existen dos extremos. El primero es aquel en el cual todos los cauces disponen de agua suficiente para los cultivos, y es la mejor de las situaciones. Esperamos que esto ocurra cuando las precipitaciones caídas son iguales o superiores a la media. El último caso de las series es cuando la sequía alcanza a todos los cauces siendo catastrófica. Estadísticamente la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno es como mínimo de 0,2, tomando el quintil del 20 % de las precipitaciones de San Antonio de Los Cobres, cuyo umbral es de 50 mm, correspondiendo a “sequía muy severa” (Bianchi y Yáñez 1992). Estos eventos pueden extenderse por más de dos años consecutivos. En el medio existen situaciones que se presentan de acuerdo al ritmo de las precipitaciones durante la estación húmeda. Un aspecto muy importante es que debido a la geomorfología local, conforme disminuyen las precipitaciones el cauce principal del sector intermedio comienza a secarse, mientras que los cauces de las nacientes en las quebradas altas conservan su caudal. De tal manera, conforme disminuyen las precipitaciones respecto de la media devienen los estados 2 y 3 y 4.

Otras situaciones más particulares pueden tener lugar por la dinámica propia de las vegas puneñas, que pierden el agua superficial por infiltración, reapareciendo en cotas más bajas. Este sería el caso de las situaciones 5 y 7. En toda la serie de posibilidades siempre que el cauce 3 está seco deviene una situación sumamente grave, debido a que éste es el cauce principal que irriga a los sectores de mayor rendimiento agrícola de la quebrada: el sector intermedio. Para los efectos del

análisis subsiguiente, consideraremos que cada una de estas combinatorias tiene una distribución gaussiana, dependiente de la forma de la distribución de mayor escala que caracteriza la caída regional de precipitaciones.

Por otra parte, con relación al pastoreo, la abundancia de las pasturas también está afectada por las variaciones del balance hídrico local. En una escala microlocal la vegetación de vegas, localizada en los márgenes de los cursos de agua, fluctúa al ritmo de la abundancia de agua de los cauces principales. Sin embargo, el potencial forrajero no se reduce a estos ambientes puntuales, dado que la existencia de comunidades de pasturas arbustivas dispersas en los faldeos es intensamente utilizada. Estas dependen de las precipitaciones efectivas y la evapotranspiración, y no de las concentraciones puntuales de agua. De modo que comparativamente, las comunidades vegetales de mayor calidad como forraje, localizadas en las quebradas laterales, son más sensibles a la falta de humedad por el desbalance hídrico que la vegetación de los ambientes de los fondos de cuenca. En estos últimos la vegetación xerófila de tolar presenta especies más resistentes a la sequía (Ruthatz y Movia 1978) y aunque menos palatales, son potencialmente útiles en los años malos para el pastoreo.

En el período en el cual realizamos el trabajo etnográfico se produjo un proceso paulatino de reemplazo de llamas por ovejas en la composición de los rebaños. Particularmente luego de los eventos de sequía de 1995/1996 que tuvieron consecuencias catastróficas para las poblaciones locales de camélidos. Por ejemplo en el año 1992 el tamaño del rebaño de llamas de la familia con mayor capital de ganado en Matancillas era de 112 animales. En 2002 este número se redujo a una media de 27. Con posterioridad a 1997 el número de ovejas aumentó a 57 animales. Este proceso de reemplazo se incrementa también debido a que los dueños del ganado modifican la composición de los rebaños de manera sesgada, desfavoreciendo a los camélidos por su bajo valor "local" de intercambio. Una de las razones de esta selectividad es que actualmente las ovejas son más atractivas debido a la producción lanar, que está orientada a la venta primaria y a la manufactura de artesanías comercializables en el creciente mercado de turistas. Como vimos esto diverge de la situación de Pastos Grandes, donde las oportunidades de comercialización de artesanías son mínimas. Otra hipótesis que necesita ser investigada es que esta fuerte selectividad hacia las ovejas responda a una táctica tendiente a disminuir los riesgos sobre el capital pastoril, mediante la incorporación de especies más resistentes - ver Winterhalder y Lu (1999) para la discusión de esta hipótesis en el marco de las economías andinas.

De modo que en Matancillas la estrategia agropastoril se atiene principalmente a restricciones y fuentes de riesgo que se derivan de las fluctuaciones en las precipitaciones y de la estructura hídrica local. Las fluctuaciones negativas que implican sequías severas, en donde sólo llueve un máximo de 50 mm de precipitaciones tienen una probabilidad de 0,2 (Bianchi y Yáñez 1992). Esto produce crisis adaptativas extremas, tanto para la agricultura como para el pastoralismo, debido a que los años secos tienen una duración de más de dos años consecutivos (Muscio 1998-1998). Escola (1996) considera que el mayor riesgo de las economías productivas puneñas es la fluctuación de la mano de obra. No desconocemos la importancia de esta fuente de riesgo (Göbel 2001). Pero disentimos en que éste sea el principal agente de riesgo en estas economías, ya que como vimos la disminución de precipitaciones diezma rebaños y cultivos, de los cuales se obtiene finalmente el capital para financiar la mano de obra.

Como vimos la fluctuación de la disponibilidad hídrica en Matancillas es espacialmente asincrónica. Esto propicia el implemento de tácticas productivas de manejo de la varianza, en la lógica del modelo Z-Score. Especialmente con respecto a la toma de decisión acerca del uso del espacio productivo, a la elección de los espacios residenciales y a la localización de las parcelas de cultivos y las facilidades de pastoreo. En la siguiente sección analizaremos, desde la perspectiva arqueológica y con la información etnográfica, la toma de decisión con respecto al manejo del riesgo de la producción agrícola.

7.1- Dispersión de los Campos de Cultivo y Manejo Adaptativo del Riesgo

En la región de estudio la baja productividad primaria y las fluctuaciones de la disponibilidad de los recursos constituyen los dos estresores ecológicos principales, ya que ambos afectan los niveles adaptativos de requerimientos nutricionales. Desde un punto de vista ecológico evolutivo estas variables son cruciales para dar cuenta de la dinámica demográfica de poblaciones altoandinas de ambientes que son muy fluctuantes, y de sus estrategias reproductivas (Azcune y Gómez 2002).

Siguiendo la lógica del modelo Z-Score necesitamos estimar R , el valor de requerimientos de la unidad doméstica. Este debe basarse en el consumo requerido por individuo, el cual a su vez depende del gasto calórico total. La Tabla 6.7 presenta la ingesta diaria promedio en kilocalorías por persona de distintas poblaciones de cazadores recolectores. Como se aprecia el rango de variación es muy amplio, oscilando entre las 1.650 - 3.827 kcal/d. Esta variabilidad se relaciona con las propiedades del entorno y también con las diferencias en las estrategias de uso de los recursos (Jenike 2001).

Para estimar los requerimientos diarios de energía de nuestro caso de estudio, es muy importante destacar dos factores. El primero se relaciona con el Nivel de Actividad Física, medido por el índice PAL -Physical Activity Level- que varía en relación con las estrategias económicas. Jenike 2001 resume la información disponible para sociedades etnográficas, señalando que para poblaciones de cazadores recolectores la actividad física tiene un valor medio menor que en sociedades de horticultores, quienes a su vez tienen una actividad física menor que las sociedades con economías agrícolas con un uso más intensificado del espacio.

POBLACIÓN	kcal/persona/día
Anbarra (Australia)	1600-2500
San (Botswana)	2000-2200
Hiwi (Venezuela)	2043
Mbuti (Congo)	2280
Onge (Andaman Islands)	2620
Efe (Congo)	2767
Hadza (Tanzania)	2900-3700
Alywara (Australia)	3000
Ache (Paraguay)	3827

Tabla 6.7: Consumo de Kilocalorías Diarias de Diferentes Poblaciones de Cazadores Recolectores Etnográficos. Tomado de Jenike 2001(Tabla 8.2)

En las sociedades hortícolas el índice PAL es de 1,87 para los hombres y 1,79 para las mujeres, mientras que para cazadores recolectores es en promedio de 1,75. Es decir que en nuestro caso debemos considerar actividad diaria intensa. Según el octavo congreso de nutrición de Argentina, la ingesta diaria recomendada es para hombres de edades reproductivas y actividad moderada de 3.000 kcal/d y para mujeres de 2.300 kcal diarias, y para niños en etapas de crecimiento y desarrollo hasta los 10 años de 1.950 kcal (Pupi *et al* 1988, Cuadro 1). Sobre estos valores, y dado que la actividad es intensa debemos estimar un 10% más de requerimientos (Carmuega 1989). El segundo aspecto a considerar es la altitud, que afecta el metabolismo basal y los requerimientos de carbohidratos, proteínas y grasas. Al respecto, Aldenderfer 1997 sugiere que en elevaciones por encima de los 2.500 m/nm el metabolismo basal humano, debido al frío y a la hipoxia demanda una dieta *nutricionalmente óptima* basada en un alto contenido en carbohidratos (70-85 %), y bajo contenido en grasas y proteínas, entre un 10 –15 % de cada una. Estas proporciones son relevantes para considerar los umbrales de requerimiento diarios y anuales de alimentos.

Para el caso de estudio, emplearemos el valor de $13.405 \pm 10\%$ *kcal/d* -kilocalorías diarias- para caracterizar el requerimiento mínimo de la unidad doméstica. Su valor resulta de:

$$R_{min} = 2(3.100) + 2(2.530) + 2.145 = 13.405 \text{ kcal/d}$$

Este valor total de R_{min} constituye un umbral adaptativo a satisfacer para una nutrición óptima teórica de cada miembro de la unidad doméstica en ambientes de altura. Sin embargo nosotros estamos interesados en los objetivos de producción agrícola, es decir en el requerimiento que satisface las necesidades principalmente de carbohidratos. Tomando una contribución necesaria del 75 % de estos nutrientes, este valor umbral es de 10.054 *kcal/d*. Esta cantidad se obtiene mediante el consumo de alimentos derivados de vegetales con alto contenido de féculas, como el maíz, los tubérculos, las habas y la quínoa. Como vimos todos estos cultivos son efectivamente utilizados en Matancillas. En este modelo teórico de dieta, la carne provee el resto de los requerimientos nutricionales, fundamentalmente de grasas y proteínas. El requerimiento mínimo de estos recursos para la unidad doméstica es de 3.351 *kcal/d*, que pueden ser obtenidas mediante el uso de animales domésticos fundamentalmente.

Sin embargo, como vimos la economía en Matancillas no depende exclusivamente de la producción agropecuaria, sino también de la adquisición de alimentos en el mercado, o a partir de programas estatales de asistencia alimenticia. Según la información que disponemos, la obtención de alimentos no producidos por la unidad doméstica está en el orden del 35 %. Estos son recursos ricos en carbohidratos, como la harina de trigo y sus derivados, azúcar y legumbres secas. Pero un aspecto clave es que la posibilidad de obtención de estos recursos varía de manera impredecible. Esto se debe a que la disponibilidad de dinero para su adquisición depende de la venta muy fluctuante de artesanías y productos agropecuarios, de la obtención ocasional de trabajo de Benito fuera de la quebrada, y lo altamente azarosa de la distribución de alimentos por parte del estado u otras instituciones.

Por esta razón, pero fundamentalmente porque nos interesan estudiar situaciones comparables con las arqueológicas, no consideraremos esta fracción de alimentos obtenidas fuera de la producción doméstica, Es decir que tomaremos el valor de $R = 10.054 \text{ kcal/d}$, para caracterizar los objetivos de la producción agrícola de la unidad doméstica. La alternativa inversa puede consultarse en Muscio (2002 MS).

7.2- Productividad Agrícola y Dispersión de los Campos.

Sobre la base de los rendimientos de la Tabla 6.4 se puede examinar si la toma de decisión, con respecto a la localización de los campos de cultivo responde al manejo del riesgo de sequías. Esto es factible cotejando, a partir de la proyección cuantitativa, los resultados hipotéticos de dos diferentes tácticas de uso del espacio: "concentración" o "dispersión" de los campos de cultivo.

La hipótesis de un uso concentrado del espacio productivo implica que la totalidad de los campos se disponen agrupados, en el sector intermedio, o en los sectores altos de la quebrada – ver Fotos 6.2/3/4. La primera posibilidad es la de mayor beneficio neto en los años buenos, dado que estos campos son los más productivos. La segunda posibilidad es subóptima en relación con el rendimiento neto. Así la táctica orientada a maximizar el rendimiento es siempre la primera. Sin embargo esta táctica implica una apuesta al riesgo, debido a que la instalación de los cultivos limitada al cauce principal de Matancillas inhibe el uso de fuentes alternativas de agua, que permitirían disminuir las

probabilidades de escasez de este recurso crítico en las 8 distintas situaciones que se predicen de la Tabla 6.6.

La hipótesis de dispersión de campos de cultivo implica el uso tanto de los espacios intermedios como de los sectores altos, con una distribución de campos de cultivo en las proximidades tanto de los cauces primarios como secundarios. Esta táctica productiva potencialmente minimiza el riesgo, al disminuir las probabilidades de pérdidas por sequía. Sin embargo no es la de mayor retorno neto, porque promedia rendimientos entre campos de distinta calidad, y además demanda mayores costos de movilidad y cuidado de campos alejados.

Se puede proyectar linealmente el rendimiento de cada una de estas tácticas considerando distintas proporciones de dispersión-concentración de campos. Esto es útil para discutir el manejo del riesgo con relación a las opciones de rendimiento de los distintos sectores de cultivo que presenta la quebrada. Para esto, proyectaremos los resultados de diferentes tácticas de dispersión. Estas varían por las proporciones de uso de los dos distintos sectores de cultivos. Para el cálculo del rendimiento total consideraremos la superficie de cultivo observado etnográficamente de 0,65 ht. Su valor final resulta del producto entre la fracción de superficie cultivada en cada sector y su respectiva tasa de productividad de $kcal/d/ht - \Delta pm ; \Delta pa$ - calculadas en la sección 6 de este capítulo.

La Figura 6.8 presenta las series de rendimientos en kilocalorías diarias resultantes de la dispersión de cultivos entre sectores de quebrada media-quebrada alta, en proporciones que varían en intervalos del 10% del uso de cada sector. En los extremos ocurre la concentración cultivando el 100% en quebradas medias, extremo inferior, o el 100 % en los sectores de quebrada altas, extremo superior. El gráfico también presenta la proporción de dispersión observada etnográficamente $Q_m \cong 0,6$, y la intersección de R con las distintas series de rendimiento.

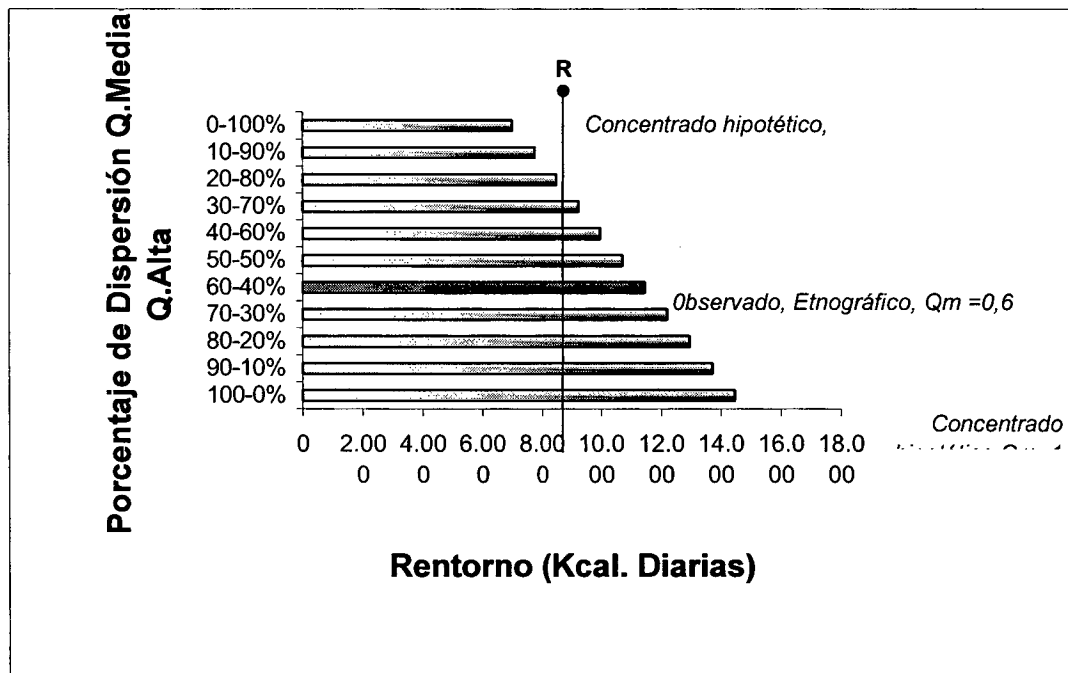


Figura 6.8. Proyección de los Rendimientos Decrecientes en Kilocalorías Diarias Resultante de la Variación en la Proporción de Dispersión de los Campos de Cultivo. La dispersión ocurre entre los Sectores Medios y Altos de la Quebrada de Matancillas. R es el requerimiento de kilocalorías diarias de la unidad doméstica.

Nótese que para los años con precipitaciones próximas a la media, como es el caso en el cual realizamos la medición del rendimiento productivo, todas las series por debajo de la proporción 30% de cultivos en las quebradas altas 70% en las quebradas medias, consiguen la meta anual productiva, R , siendo esta proporción de dispersión el límite tolerado de uso de ambientes productivos de los sectores de baja calidad. Es más, dejando todos constante, salvo las precipitaciones, si se hubiera cultivado el 100% en las quebradas medias se hubiera obtenido un rendimiento muy superior al requerimiento diario. No obstante, para la proporción de cultivos etnográficamente observada se logra R , también obteniendo una cantidad de kilocalorías diarias sustancialmente superior a las requeridas. Desde un punto de vista seleccionista la pregunta es: ¿Porqué no se emplazan todos los cultivos en los campos de mejor calidad, apuntando a trabajar menos, maximizando el retorno?

La respuesta probablemente se relaciona con el manejo adaptativo del riesgo. Más específicamente, con la regla básica del modelo Z-Score: "si las expectativas superan al requerimiento, entonces se debe elegir la opción de menor varianza". Teniendo en cuenta que este ambiente es altamente fluctuante y que la variación en los rendimientos agrícolas es impredecible, el excedente logrado por la táctica de dispersión de $Q_m \cong 0,6$ puede ser explicado como el resultado de un año relativamente bueno en una estrategia adaptativa sensible a las fluctuaciones del agua para el riego de gran magnitud. Al no disponer de datos confiables acerca de las variaciones efectivas del caudal de las distintas cuencas y de la productividad agrícola derivada de estas variaciones, tan solo podemos formalizar esta hipótesis gráficamente –Figura 6.9.

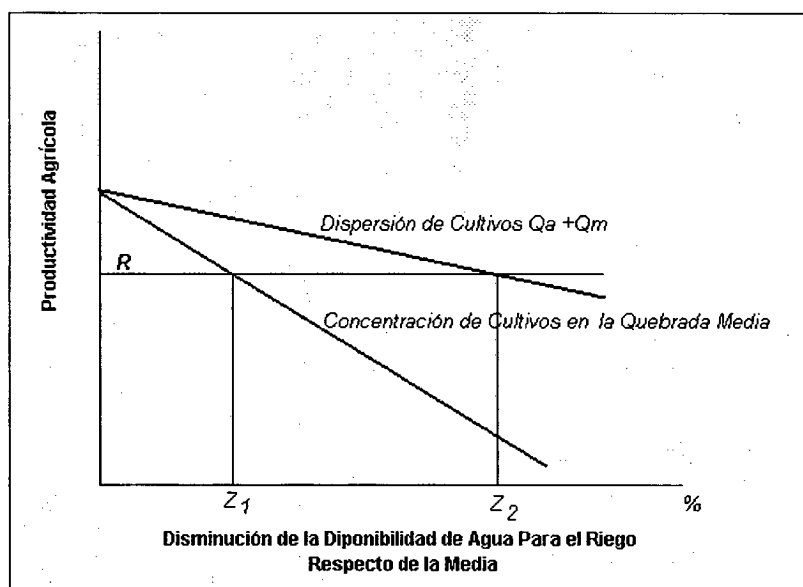


Figura 6.9: Modelo de Minimización de Riesgos de la Producción Agrícola en Matancillas por la Fluctuación Local de la Disponibilidad de Agua para el Riego. Dos tácticas, A: Concentración de Campos junto a los cauces de la Quebrada Media que son más productivos pero más sensibles a la fluctuación de las precipitaciones. B: Dispersión de Campos entre los sectores más altos Q_a , que son menos productivos pero con caudales más persistentes durante eventos de disminución de las precipitaciones. La táctica B es la que maximiza las probabilidades de conseguir los requerimientos, siendo los campos de Q_a cultivos *buffer* que disminuyen la varianza total del rendimiento agrícola.

Como muestra el gráfico de la Figura 6.9, ante la disminución de la disponibilidad de agua para el riego de los campos de cultivo, la táctica de dispersión de huertos en las quebradas altas y en las quebradas medias aumenta las probabilidades de conseguir los requerimientos de la unidad doméstica con una probabilidad mucho mayor Z_2 , que aquella derivada de una táctica de concentración de los campos en los sectores medios de la quebrada Z_1 . Esto es una consecuencia de la asincronía en la

fluctuación de los diferentes cauces, y de la mayor productividad de los sectores medios con respecto a los sectores altos de la quebrada, que en los años malos promedian su rendimiento con el obtenido en los huertos más cercanos a las nacientes. Sin embargo como veremos más adelante, esta táctica falla cuando la variación es sincrónica y compromete a todos los cauces, primarios y secundarios.

Según esta hipótesis los cultivos en los sectores altos son reaseguros contra el riesgo: cultivos *buffer* que disminuyen la varianza total en los años malos. Debido a esta táctica, durante los años con precipitaciones en torno de la media la supervivencia está sobreasegurada. De tal modo el comportamiento observado etnográficamente respondería a una táctica *risk adverse*. No seguiremos con la discusión de esta hipótesis, ya que esto necesita de una profundización del trabajo etnográfico - Muscio 2002. Solamente señalamos que esta hipótesis tiene implicaciones arqueológicas. En efecto, podemos postular que el poblamiento de la quebrada de Matancillas con economías que incluyeron a la agricultura debió afrontar riesgos derivados de la fluctuación de las precipitaciones, pero manejables adaptativamente por la dispersión de los campos en los distintos sectores de la quebrada. La dispersión espacial de las estructuras de cultivo arqueológicas, pero con una mayor concentración en los sectores medios de la quebrada es la principal vía de contrastación empírica de esta hipótesis.

En la siguiente sección estimaremos los costos de la producción agrícola en Matancillas. Nos basaremos en la información etnográfica, apuntando a generar el ranking óptimo de los recursos silvestres y domesticados, comenzando con el estudio de la inversión temporal en las actividades productivas.



Foto 6.2: Cultivos del Sector Alto de Matancillas

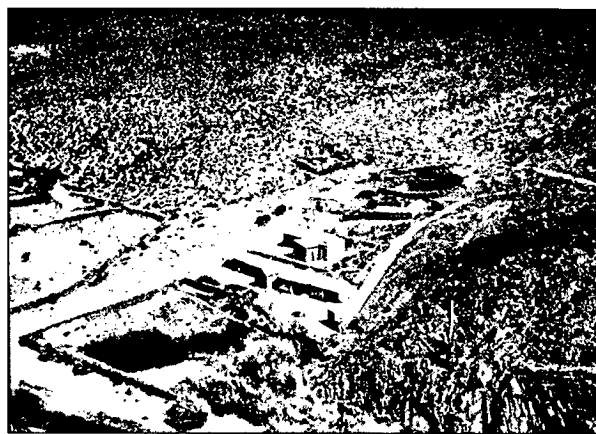


Foto 6.3: Cultivos del Sector Medio de Matancillas



Foto 6.4: Canchones de Cultivo y Canales de Riego del Sector Medio de Matancillas

8- La Inversión Temporal y los Costos de las Actividades Agrícolas en Matancillas

Debido a la marcada estacionalidad climática en la Puna las actividades productivas durante el ciclo anual son discontinuas. La disponibilidad de recursos para satisfacer los requerimientos anuales de las unidades domésticas depende mayormente de la abundancia de las precipitaciones durante la estación húmeda, y es en esta temporada cuando se concentra el trabajo productivo agrícola y pastoril. Esta concentración del trabajo genera dilemas de inversión temporal que son críticos resolver. Aquí entran en juego los costos de oportunidad del tiempo invertido en las diferentes actividades agropecuarias y tecnológicas.

Por ejemplo entre finales de noviembre y comienzos de diciembre se superponen los tiempos más adecuados para la manufactura de alfarería, con el comienzo de los riegos de maíz y el mayor cuidado de las siembras de papas y habas, junto con la preparación de los campos para la siembra de las hortalizas. Los dilemas de inversión temporal se acrecientan en febrero, cuando ocurren las pariciones del ganado y se incrementa la frecuencia de riego de todos los cultivos. Por esta razón el manejo racional del tiempo, es decir su inversión óptima, es un aspecto clave de las economías de producción de alimentos que merece ser investigada etnográficamente.

Dada la inexistencia de datos etnográficos sobre la inversión temporal en las economías puneñas y menos aún de la Puna de Salta, afrontamos el desafío de construir nosotros mismos estos datos, sobre la base de interrogantes arqueológicos los cuales son los que finalmente sirven para evaluar la calidad de los datos en relación con la problemática abordada. Esto es importante de enfatizar porque creemos que la Antropología debería emprender los estudios de inversión temporal mediante interrogantes propios de la escala etnográfica, lo cual no es nuestro caso.

La metodología utilizada para la estimación de la inversión temporal de las actividades económicas en Matancillas fue la entrevista individual, mediante preguntas puntuales de respuesta abierta. También recurrimos a la observación participativa, y a la medición con cronómetro de la duración de algunas actividades claves del procesamiento de los recursos. Mediante ambos medios hemos podido estimar el tiempo invertido en las principales actividades agropecuarias, y también los tiempos de procesamiento poscosecha de los principales recursos. En la obtención de los datos fue de suma utilidad la información detallada que nos proporcionó cada individuo de la unidad doméstica. Precisamente debido a la importancia de la administración del tiempo tanto Eulalia, Benito, como los hijos mayores que conviven aún con ellos, Celia y Ezequiel, conocen con detalle los tiempos demandado por actividades productivas específicas y la mano de obra necesaria para cada una.

La concentración del trabajo productivo, hace que en Matancillas durante las labores de siembra y cosecha la unidad doméstica contrate a un jornalero que atiende, a la par de sus miembros, las tareas rurales específicas. Este es el rol del *potrerizo*. Este individuo trabaja regularmente junto con Benito en la siembra y en la cosecha de alfalfa y en otras actividades que requieren mucha mano de obra. En la siembra de alfalfa se le retribuye con una fracción de la producción de este recurso, en otros la paga se realiza mediante ganado, o mediante trabajo en la atención de su rebaño. En estos acuerdos es crítico respetar la duración de la jornada de trabajo diario, que es de 7 horas, y que comienza en la temporada de verano alrededor de las 8hs am. Durante la jornada el trabajo solo se detiene para el almuerzo en el campo. Esta unidad de medición del tiempo, por su importancia en la organización de los acuerdos individuales de trabajo, nos fue de suma utilidad porque abarca cada actividad productiva. De tal manera Benito y Eulalia, que son los responsables del establecimiento de los acuerdos, nos informaron la duración de las principales actividades mediante estas unidades de medición temporal del trabajo. Su duración la hemos controlado con nuestras propias mediciones en

los tiempos de la cosecha de alfalfa y habas –campañas 1999 y 2000- corroborando la duración de 7 horas de trabajo diario intensivo.

A partir de las entrevistas a los 4 miembros de la unidad doméstica que participan en el trabajo obtuvimos la estimación del tiempo total invertido en el trabajo agrícola y del calendario de cada tarea. Las preguntas que se formularon se relacionan con los tiempos demandados y la cantidad de personas intervinientes en el rango de actividades que tienen lugar desde la presiembra a la poscosecha. De tal manera se preguntó acerca de: a) la preparación inicial de la tierra para los cultivos, b) el arado surcado y planeamiento de las líneas de siembra, c) la siembra de cada cultivo, d) el raleo y el desmalezado de los cultivos, e) la cosecha de cada cultivo, f) el tiempo diario de atención y cuidado de cada cultivo, g) el proceso de secado de cultivos con semillas y h) el proceso de desgranado y almacenamiento de las semillas cosechadas.

Nuestras expectativas fueron obtener información acerca de cada actividad en particular por huerto, y por especie. Sin embargo esto no fue posible ya que las respuestas brindadas fueron en muchos casos de mayor generalidad, es decir promediando los tiempos. Las preguntas fueron siempre formuladas en jornadas de trabajo o fracciones de las mismas, y algunas respuestas nos fueron dadas en horas y fracciones de horas. Finalmente, los datos del tiempo diario demandado para la atención de los cultivos los controlamos en el campo, midiendo el tiempo de permanencia de Eulalia o Benito en los huertos.

Señalamos que si bien en los períodos de alta demanda de trabajo productivo todos los individuos de la unidad doméstica participan del mismo, es principalmente Eulalia la encargada de la atención diaria de los cultivos. Este trabajo incluye el manejo diario del flujo del riego entre los canales -tapando y destapando los accesos de agua de los sembradíos con pala metálica- el cuidado del ataque de la siembra por roedores –particularmente en los cultivos de papa-, el cuidado de hurto o daño por parte de vecinos o extraños, el cuidado de la intromisión en los huertos de ganado que pueda comer los cultivos, y el seguimiento constante del estado sanitario y del desarrollo de los cultivos.

En las actividades poscosecha, como el trillado y secado de la quínoa y la avena intervienen Eulalia y Ezequiel o Celia. Los granos se obtienen luego de la cosecha y la confección de las parvas desprendiendo los granos comestibles mediante golpes con azadas metálicas o mazos de madera de cardón. En consecuencia estos costos corresponden a los *costos de manejo*, como se detalla en la próxima sección. Lo mismo es aplicable a las actividades de poscosecha de maíz, que implican el secado de las vainas cosechadas y el almacenamiento final.

La Tabla 6.8 presenta el total de las actividades agrícolas llevadas a cabo en Matancillas, la duración en horas hombre de trabajo de cada actividad, y el cálculo total de tiempo invertido por hectárea anual y diario medidos en hr/ha. Como ya dijimos gran parte de la información está promediada, porque nos fue suministrada de esta manera. Como veremos esto no dificulta la estimación de los tiempos de trabajo por cultivo, pero sí le resta cierta precisión.

De todas maneras defendemos que nuestros datos reflejan adecuadamente la inversión temporal de las actividades agrícolas, debido a que no encontramos contradicciones entre las respuestas de los individuos y nuestras propias observaciones –limitadas a períodos de observación promedio de 1,5 meses por año, desde 1998. Si bien estos datos se pueden mejorar a partir de la cuantificación directa con la permanencia en el campo durante períodos representativos de todo el ciclo anual y la experimentación; para nuestros fines específicamente arqueológicos –la construcción del ranking de elegibilidad de recursos discutible en la escala arqueológica- consideramos a estos datos de suma utilidad y alta calidad.

Actividades Agrícolas (presiembr-a cosecha)	Tiempo Invertido por Actividad (hrs.-hombre)	Fuente: Reporte Etnográfico (1 jornada =7 hrs.-hombre)	Calendario de Actividades
1) Laboreo inicial de la tierra de todos los huertos	56	4 jornadas, 2 personas	agosto
2) Arado y surcado de la tierra de todos los huertos (excepto de quínoa)	560	40 jornadas, 2 personas	agosto-septiembre
3) Inundado y Surcado de los huertos de quínoa	14	1 jornada, 2 personas	agosto
4) Preparado de Almacigos p/hortalizas)	14	2 jornadas, 1 persona	septiembre
5) Siembra de alfalfa	105	5 jornadas 3 personas	noviembre
6) Siembra de habas	28	2 jornadas, 2 personas	septiembre
7) Siembra de maíz	14	2 jornadas, 1 persona	octubre-septiembre
8) Siembra de papa	56	4 jornadas, 2 personas	octubre-septiembre
9) Siembra de quínoa	4,5	1/2 jornada, 1 persona	agosto
10) Siembra de avena y hortalizas	35	5 jornadas, 1 persona	noviembre
11) Desmalezado de los huertos	70	10 jornadas, 1 persona	noviembre-febrero
12) Cosecha y emparvado de alfalfa	56	4 jornadas, 2 personas	febrero-abril
13) Cosecha de maíz y papas	105	4 jornadas, 5 personas	marzo-abril
14) Cosecha y emparvado de quínoa	28	2 jornadas, 2 personas	abril-mayo
15) Cosecha y emparvado de avena	7	1 jornada, 1 persona	abril
16) Cosecha de habas	21	3 jornadas, 1 persona	abril
17) Cosecha de hortalizas	1,33	10 minutos semanales, dos meses, 1 persona	febrero-abril
18) Trillado de quínoa (con maza de madera o pala metálica)	7	1/2 jornada, 2 personas	abril-mayo
19) Secado y ventilado de los granos de quínoa	1,25	1/4 hr. cada 2 días, 1 persona, 10 días	mayo
20) Descascarado de los granos de quínoa y almacenaje (frotado manual)	7	1/2 jornada, 2 personas	mayo
21) Secado y ventilado de las vainas de maíz	20	2 hr. cada 2 días, 1 persona, 20 días	abril-mayo
22) Almacenaje de maíz	4,5	1/2 jornada, 1 persona	abril-mayo
23) Secado y ventilado de las habas y obtención manual de las semillas	5	1/2 hr. cada 2 días, 1 persona, 20 días	abril
24) Almacenaje de semillas de habas	2	2 hr., 1 persona	abril
25) Ventilado de las papas poscosecha y reembalaje	14	1/2 jornada, 2 veces al año, 2 personas	julio
26) Trillado de avena (con maza de madera)	2	1 hr., 2 personas	abril
27) Secado y ventilado de la avena	1,25	1/4 hr. cada 2 días, 1 persona, 10 días	abril
28) Almacenaje de la avena	0,5	1/2 hr., 1 persona	abril
Tiempo Total Invertido (hrs-hombre)	1.239,33		
Superficie Plantada (hts.)	0,92		
Tiempo Total Invertido por Ht. (hrs/Ht)	1.347,09		
Trabajo Agrícola Diario (hs/ht)	3,69		

Tabla 6.8: Tiempo Invertido Estimado en la Producción Agrícola de la Quebrada de Matancillas y Calendario de Actividades. La fuente es el reporte etnográfico en jornadas de 7 horas-hombre de trabajo. Los tiempos de cada actividad, T1, T2... T17, están expresados en hrs, y los tiempos globales en horas por hectárea.

En la Tabla 6.8 se aprecia que en conjunto las actividades de mayor demanda de tiempo son las de resiembra: 1) la preparación de la tierra para el laboreo Inicial, y 2) el de arado y surcado del terreno. Ambas son determinantes del resultado final de los cultivos. Por esto brevemente las comentaremos. La primera abarca la selección de los huertos a cultivar, la reparación de las paredes de los canchones de cultivo, la limpieza de los canales de riego y del terreno –principalmente la remoción con pala metálica y azada de malezas y piedras- y el inundado inicial del terreno para saturar de agua la superficie a trabajar. La segunda es la de mayor esfuerzo, ya que la tierra se remueve arándola con un arado de hoja metálica arrastrado por un individuo, o a veces por una animal de carga, y guiado por otro. En esta actividad se incorpora estiércol de camélidos u ovejas, que se extrae de la limpieza de los corrales. Las profundidades de arado son relativamente bajas –no más de 20 cms en promedio. Los surcos se hacen manualmente mediante azadas metálicas. En esta actividad la planificación de la disposición de líneas de siembra y los surcos es clave, debido a que de ella depende el flujo del agua entre los cultivos. Esto se hace considerando la pendiente del terreno y alternando la disposición de los surcos de año en año, para evitar la pérdida de suelo por la remoción de la tierra derivada del riego. Es importante destacar que el manejo de la quínoa no insume estos costos, debido a que la siembra se hace directamente sobre el terreno previamente irrigado y sobre camellones entre surcos realizados con azada.

A partir de estos datos podemos realizar la estimación *del tiempo de trabajo por superficie (Trp)*, de los cultivos que más nos interesan desde el punto de vista arqueológico: maíz, papas y quínoa. Este es el costo en tiempo total requerido para la obtención de cada recurso. Para obtener *Trp* procedemos siguiendo la fórmula (6.1), donde *Tg* es el tiempo invertido en las *actividades generales* de producción, obtenido de la suma del tiempo de cada actividad que no interviene en la producción del recurso analizado *i*. *F_i* es la proporción de superficie cultivada del recurso *i*, *Ts_i* es el tiempo invertido en la siembra de *i*, *Tc_i* es el tiempo de cosecha de *i*, y *S_i* es la superficie cultivada de *i*. Como se puede apreciar el término (*F_i x Tg*) es la fracción correspondiente a un recurso particular del tiempo total invertido en las actividades generales, y el término completo del *numerador*, es el costo neto en horas dedicado a la producción de cada cultivo. Llamaremos a este costo *Cp*.

$$Trp_i = \frac{(F_i \times Tg) + Ts_i + Tc_i}{S_i} \quad (6.1)$$

Para las cuentas utilizamos los valores de tiempo invertido por actividad de la Tabla 6.8 y las proporciones de cultivo de la Tabla 6.5 -o si se quiere calculándolas de la Tabla 6.4. Como se observa en la Tabla 6.8, para maíz y papa sus tiempos de cosecha están promediados en *T13*. Por esta razón para estimar la fracción de tiempo particular de cosecha de cada uno de estos recursos debemos multiplicar *T13* por su correspondiente proporción de siembra –su valor de *F*. Esto nos lleva, en estos casos, a incluir en el paréntesis los tiempos de cosecha. De esta manera los cálculos y los resultados para maíz, papa y quínoa del tiempo de inversión total en trabajo son.

$$Trp_{maiz} = \frac{F_{maiz} (T1 + T2 + T11 + T13) + T7}{S_{maiz}} = \frac{214,37hr}{0,1955ht} = 1.096,23hr / ht$$

$$Trp_{papa} = \frac{F_{papaz} (T1 + T2 + T11 + T13) + T8}{S_{papa}} = \frac{191,45hr}{0,145ht} = 1.320,34hr / ht$$

$$Trp_{quinoa} = \frac{F_{quinoa} \times (T1 + T11) + T3 + T9 + T14}{S_{quinoa}} = \frac{65,77hr}{0,172ht} = 683,37hr / ht$$

Como veremos en la siguiente sección, para la construcción del ranking y la comparación de las tasas de retorno de los recursos nos interesan los costos netos en horas de cosecha y poscosecha de maíz, papa y quínoa expresados en horas, dado que de ellos depende la utilidad marginal de cada uno de estos recursos. Por esta razón estimaremos tales costos aquí.

Designaremos al costo de cosecha Cc y a los de poscosecha Cpc . Calcularemos ambos costos directamente de la Tabla 6.8. Como dijimos para maíz y papa $T13$ está promediado, por esta razón debemos multiplicarlo previamente por F , su proporción de cultivo para obtener el valor de Cc respectiva. Para quínoa este valor ya está indicado en la Tabla 6.8. Los tiempos invertidos en las actividades de poscosecha los calculamos a partir de la sumatoria de las de horas invertidas en cada actividad de poscosecha para cada recurso, tal como que figura en la Tabla 6.8. De tal manera obtenemos:

$$Cc_{maiz} = T13 \times 0,17 = 17,85,5hr ; Cpc_{maiz} = T21 + T22 = 24,5hr$$

$$Cc_{papa} = T13 \times 0,129 = 13,5hr ; Cpc_{papa} = T25 = 14hr$$

$$Cc_{quinoa} = T14 = 28hr ; Cpc_{quinoa} = T18 + T19 + T20 = 14,25hr ,$$

La Tabla 6.9 resume la inversión temporal neta y las estimaciones de los costos de producción obtenidos del trabajo etnográfico, para los cultivos de maíz, papas, y quínoa. Como dijimos para la Puna de Argentina no existen datos previos a los nuestros acerca de la inversión temporal de las economías agrícolas etnográficas. De tal manera la comparación de nuestros resultados la debemos realizar con la de otras áreas andinas.

Recurso	Costos de Trabajo Total en el Campo Trp (hr/ht)	Costo de Producción Neto Cp (hr)	Costo de Cosecha Neto Cc	Costo Poscosecha Neto Cpc
Maíz	1.096,23	214,37	17,85 hr	24,5hr
Papa	1.320,34	191,45	13,54hr	14hr
Quínoa	683,37	65,77	14hr	14,25hr

Tabla 6.9: Costos de Trabajo en la Agricultura de Maíz, Papa y Quínoa de Matancillas. Costos de trabajo total por cultivo y por hectárea, Costos netos de producción por cultivos y Costos Netos de Cosecha y Poscosecha en horas y en horas por kilogramo.

Analizando los datos de la Tabla 6.8 lo primero que observamos es la baja inversión neta en horas dedicadas a la agricultura por día, que es de 3,69 horas. Esto es importante, porque nos informa que la inversión del tiempo en la agricultura deja lugar para el desarrollo de otras actividades, como el pastoralismo. Es decir que ambos costos, si bien compiten fuertemente, *pueden complementarse* en una estrategia más generalizada que abarque ambas actividades. De echo esto es lo que ocurre en

Matancillas. Recordemos que el tiempo promedio diario dedicado al pastoralismo es de 2,5 horas. Esto arroja un promedio neto cercano a las 6,5 horas diarias invertido en la producción de alimentos y explicado mayormente por la agricultura.

Kelly (1995) advierte la diversidad existente en el tiempo de trabajo neto diario entre sociedades de cazadores recolectores, sin embargo en ambientes áridos el costo neto de la subsistencia, fluctúa entre las 7 y 8 horas diarias (Kelly 1985:Tabla 1-1), el cual se incrementa considerando los costos de procesamiento de los recursos, demostrando la falsedad del modelo de "sociedad opulenta" (Hawkes y O'Connell 1981). De tal manera no esperamos grandes diferencias en el tiempo diario invertido en la producción de alimentos, respecto de la predación.

Pero un aspecto muy importante que destacamos, es que en la evolución de los nichos económicos con estrategias agrícolas en la Puna, la presión de selección que se deriva de los dilemas de inversión del tiempo, debido a que el trabajo productivo se concentra fuertemente en el ciclo de la temporada de verano. Esto puede implicar una variedad de adaptaciones sociales y tecnológicas. Para el pastoralismo esperamos una menor incidencia de los dilemas de inversión del tiempo, porque como vimos esta actividad no sólo demanda una menor inversión en tiempo, sino que además disminuye los costos de oportunidad de otras actividades económicas. En el acápite final extenderemos esta discusión.

Finalmente un aspecto que nos interesa desarrollar aquí es la comparación de la inversión temporal en horas que registramos en Matancillas para la agricultura, con respecto a datos de otras áreas, para evaluar la confiabilidad de nuestras estimaciones. Para esto nos centraremos en el maíz, debido a que la inversión temporal de este cultivo es la más estudiada. En el Valle de Mantaro, localizado en las tierras altas de Perú, Barlow (1997) estima a partir de los datos de Hastorff (1993 en Barlow 1997), que el tiempo invertido en la preparación de los campos, la siembra y la cosecha de maíz es de 945 hr/ht, con una gran variación en el rendimiento bruto por hectárea cultivada. Por otra parte en Panajachel, Guatemala, Sol Tax 1963 (en Barlow 1997) estima un tiempo promedio de trabajo en la producción de maíz 334 hr/acre, que equivalen a 835 hr/ht. Tomando los datos obtenidos por informantes etnográficos de las tierras altas y frías de Guatemala por Stadelman 1940, Tax 1963 y Cancian 1965, presentados de Barlow (1997, tabla 3.2), el promedio de los costos totales de trabajo manual en el campo para el maíz es de 416,6hr/acre (n=15), lo que equivale a 1.041,5 hrs/ha.

Por otra parte en el Altiplano Boliviano con sistemas de irrigación y siembra sobre terrazas se logran altos rendimientos de cultivos de papas con una inversión de tiempo total de alrededor de 1,3 hr/ht (Kendal 2003). Nuestra estimación para estos cultivos en la Puna de Salta está dentro del rango de variación de estos datos, especialmente en el caso del maíz –ver Tabla 6.9. Para quínoa no disponemos de información comparativa. De todos modos, considerando la información comparativa de los cultivos del maíz y papa, consideramos que nuestros datos acerca del tiempo total invertido en la agricultura son de buena resolución. Por esta razón tomaremos nuestras estimaciones para evaluar el potencial económico agrícola de la quebrada de Matancillas. Así, consideramos que los datos obtenidos en Matancillas acerca de la inversión del tiempo en la agricultura y los rendimientos productivos, son adecuados para la construcción del ranking óptimo de los recursos. No obstante, en el futuro debemos controlar experimentalmente, y también a partir del estudio de otros casos en el Valle de SAC, el rango de variación posible por diferentes sistemas de manejo -densidades de siembra, variedades especies y estructuras de riego, y fundamentalmente por las tecnologías de producción y procesamiento de los recursos. En la siguiente sección, a partir de estos datos generaremos el ranking de recursos, estimando los costos de producción y los costos totales de manejo de los recursos. Para esto utilizaremos datos provenientes de nuestra propia cuantificación de los costos de procesamiento de los principales recursos.

9- Costos de Manejo de los Principales Recursos Económicos del Valle de SAC

Como vimos en el Capítulo 5, una distinción clave en el Modelo de Amplitud de la dieta es aquella entre los *costos de búsqueda* y los *costos de manejo* de los recursos. Bajo la premisa de que en la producción de los recursos los costos de búsqueda se anulan, entonces todos los costos intervinientes en la obtención y el procesamiento final para el consumo de estos recursos forman parte de los costos de manejo. En esta sección analizaremos el costo de manejo total, *hz*, de los recursos domésticos y silvestres potencialmente explotables por poblaciones arqueológicas del Valle de SAC, sobre la base de información etnográfica y mediciones directas en el campo realizadas por nosotros.

En la Tabla 6.10 presentamos la estructura de los costos de manejo que estimaremos, junto con su notación y sus unidades. Como se aprecia en la tabla, segmentamos a *hz* en una serie de costos menores, que componen al costo de manejo global de cada recurso. Además, se destaca la correspondencia lógica de cada uno de estos costos menores en relación con los recursos silvestres y los domésticos. La Tabla 6.10 nos sirve como modelo de la estructura de los costos de manejo de las diferentes oportunidades que los individuos tienen para incorporar o ignorar los recursos en sus dietas, sean estos silvestres o domésticos. Antes de avanzar en la estimación cada uno de estos costos por recurso es necesario discutir las características de la estructura de costos que tomamos como modelo.

Costo de Manejo <i>hz</i> <i>hr/kg</i>	Recursos Vegetales Domesticados	Recursos Animales Domesticados	Correspondencia entre los Costos de manejo de los Recursos Silvestres y los Domésticos	Notación Utilizada y Unidades
Costos de Producción	<i>Procesos de Presiembra, Siembra, Cuidado y Cosecha Bruta de Vegetales</i>	<i>Procesos de Cria, Engorde de los Animales y de Manejo del Rebaño</i>	NO SE CORRESPONDEN (se obtienen invirtiendo "costos de búsqueda")	<i>TP</i> <i>hr/kg</i>
Costos de Manejo Primario (obtención postproducción o postencuentro de biomasa comestible)	<i>Procesos Poscosecha de Trillado, Selección o Secado de la Biomasa Cosechada</i>	<i>Procesos de Matanza y Faenado de Presas ya Localizadas</i>	EQUIVALENTES a procesos de obtención postencuentro(recolección y caza)+procesos de manejo poscosecha (vegetales) , o matanza y faena (animales)	<i>Tpa</i> <i>hr/kg</i>
Costos de Manejo Secundario	<i>Procesos Secundarios de Preparación para Consumo Diferido</i>	<i>Procesos Secundarios de Preparación para Consumo Diferido</i>	EQUIVALENTES todos los procesos	<i>Tpb</i> <i>hr/kg</i>
	<i>Procesos Precocción (i.e lavado, molienda)</i>	<i>Procesos Precocción (i.e trozamiento secundario, para la cocción)</i>		
Costos de Procesamiento Final	<i>Procesos de Cocción</i>	<i>Procesos de Cocción</i>	EQUIVALENTES todos los procesos	<i>Tpc</i> <i>hr/kg</i>

Tabla 6.10: Estructura de Costos de Manejo de los Recursos y Equivalencias entre Recursos Silvestres y Domésticos. En la tabla $hz = TP + Tpa + Tpb + Tpc$ -ver texto.

En primer lugar, consideramos una estructura de costos aditiva y secuencial, compuesta por: 1) los costos de producción, 2) los costos de manejo primario, 3) los costos de manejo secundario y 4) los costos de procesamiento final. Las actividades asociadas con cada uno de estos costos se detallan en la misma tabla. Al ser secuencial, asumimos que los costos temporalmente se suceden desde la producción hasta el procesamiento final para el consumo. Solamente consideramos una secuencia básica compuesta por cuatro costos para simplificar las estimaciones, pero por cualquier razón de interés de investigación se pueden segmentar estos costos, en componentes más particulares.

Por otra parte, dado que esta secuencia es aditiva, conforme aumentan los costos marginales de cada actividad en particular, disminuye el beneficio neto de cada recurso - y sus probabilidades de ingresar en la dieta- si no es balanceado por actividades que aumenten el beneficio o amorticen estos costos. Existe una gran variedad de circunstancias que pueden llevar al aumento de estos costos, pero que son amortizables en el largo plazo. Quizás, la principal sea el aumento de los costos de procesamiento secundario para obtener productos almacenables en economías de intercambio. Por ejemplo, a la carne puede incorporársele mucho trabajo agregado para obtener charqui, cuyo recupero puede devenir luego, mediante el intercambio. Este puede ser un comportamiento común en nichos económicos especializados en el pastoralismo. Otras situaciones pueden demandar un aumento de los costos de procesamiento para lograr una mayor tasa de retorno neta, como en el caso del procesamiento del maíz tostado para la preparación de alimentos de mayor contenido de kilocalorías. Aquí el incremento del beneficio, se logra intensificando el trabajo en las etapas finales del procesamiento de los recursos. Naturalmente no intentaremos ahondar en cada una de estas tácticas, porque eso requeriría series de experimentación en donde las tecnologías intervinientes en cada caso son decisivas (Kelly 1995). Tan sólo presentaremos las estimaciones de los costos básicos que nos permitan evaluar de una manera general las diferencias en la calidad de cada recurso.

En segundo lugar, dado que consideramos a los costos de producción no como costos de búsqueda sino como costos de manejo, para los recursos silvestres estos costos son nulos y no se corresponden con los costos de producción. Esto responde puramente a la lógica del Modelo de Amplitud de la Dieta, donde los costos de manejo deben ser mutuamente excluyentes con los de búsqueda –ver Capítulo 5. La obtención de los recursos silvestres depende directamente de la biomasa producida por el ambiente para cada recurso, la cual controla su frecuencia de encuentro –aún considerando procesos antrópicos que afecten positiva o negativamente a la densidad de esos recursos. Por ejemplo, en Matancillas es habitual encontrar en torno de las casas y corrales, grandes concentraciones de variedades ferales de quínoa, que crecen y fructifican sin ningún cuidado humano, pero como consecuencia de la dispersión de las semillas que ocurren durante las actividades de procesamiento. En ciertas ocasiones, estas plantas son cosechadas no para su consumo como alimento humano, sino como forraje. Desde lo teórico estos recursos tienen el mismo estatus que los silvestres, es decir se obtienen invirtiendo en *costos de búsqueda y no de producción*.

En tercer lugar, para los recursos vegetales cultivados consideramos la equivalencia existente en las actividades primarias de *poscosecha*, desarrolladas para la transformación de la biomasa bruta cosechada en biomasa comestible, con los costos de cosecha y poscosecha de los recursos vegetales silvestres. A todos estos costos los llamamos costos de manejo primario. La diferencia clave es que en los recursos silvestres debemos adicionar los costos de recolección postencuentro. Las actividades poscosecha o posrecolección se llevan a cabo en el lugar donde se transporta la biomasa bruta cosechada o recolectada, o directamente en los campos o en los lugares de predación, lo cual depende principalmente del recurso en cuestión. Para los recursos animales la lógica es la misma, considerando la equivalencia entre los costos de matanza y faena de los recursos domesticados, que ocurren luego del proceso productivo, con los costos de obtención *postencuentro* de las presas silvestres –de persecución una vez buscados y localizados-, más los costos de matanza y faena de las presas. Para

las presas de caza de gran porte es esperable que los costos de faena se inviertan en los lugares de encuentro – campos de caza- transportando las partes faenadas a lugares centrales. Lo mismo es esperable para los recursos domésticos donde los lugares de encuentro son generalmente los corrales. Esto no ocurrirá con los recursos pequeños de caza como las vizcachas. Cuando ocurren estos procesos de transporte habría que considerar también los costes del mismo, para su discusión en la lógica del Modelo del Lugar Central (Kelly 1995). Por cuestiones de simplificación esto no lo haremos, ya que simplemente buscamos una estimación de la calidad global de los recursos, excluyendo los costos de transporte de partes de la carcaza, que pueden ser discutidos sobre la base de problemas de investigación específicos considerando la anatomía económica de las presas. La matriz de costos presentada en la tabla permite sumar estos costos, cuando la investigación lo demande, para analizar sus efectos en el ranking de recursos y en la amplitud del nicho.

En cuarto lugar, también establecemos la equivalencia para los costos de procesamiento secundario de los recursos silvestres y domésticos. Mas específicamente estos costos son los de procesamiento para el consumo pero en una etapa anterior a la cocción. Ambos inciden en la elegibilidad de los recursos, pero varían de acuerdo con las propiedades de los mismos y a las técnicas y metodologías de procesamiento (Cane 1989). Desde nuestro punto de vista, es muy importante diferenciar a los costos previos a la cocción de los costos de procesamiento final, medidos por *el costo de cocción* de los recursos. Los primeros miden directamente el gasto en tiempo afrontado por los individuos en actividades específicas de procesamiento, que varían según el recurso y la tecnología de procesamiento. Por ejemplo, la cantidad de horas dedicada a moler una cantidad de maíz con una tecnología de molienda en particular (Barlow 1997).

Pero de manera diferente, el tiempo de cocción de los alimentos es una medida *indirecta* del trabajo humano requerido para la obtención de cada unidad final de consumo de los recursos. Más precisamente: la *inversión directa* humana es el trabajo invertido para lograr el proceso de cocción de los diferentes recursos. Esto incluye básicamente el trabajo invertido en las tecnologías de cocción y en la obtención de combustibles adecuados. Dado que en una serie de recursos hay algunos que no tienen ningún costo de cocción, como los frutos de *opuntia* consumidos frescos y otros donde estos son muy altos, como el maíz; desde la toma de decisión óptima estos costos intervienen en las probabilidades de cada recurso de ingresar en la dieta. Conforme aumenta el tiempo de cocción de cada recurso los costos netos de trabajo humano necesario para lograr los procesos de cocción aumentan. Esto es fundamental para estudiar tanto la selectividad de los recursos como la evolución de las tecnologías de cocción, que pueden seguir trayectorias paralelas. Particularmente cuando evolucionan innovaciones tecnológicas que disminuyen los costos netos de cocción, mejorando la posición en el ranking de elegibilidad de determinados recursos, como las gramíneas silvestres o domesticadas. Otro aspecto fundamental, relacionado directamente con los fines de investigación de este trabajo, es el efecto de la altitud sobre los costos netos de cocción de todos los alimentos.

En la Puna, por los efectos de la menor presión barométrica, la ebullición del agua ocurre a una temperatura mucho menor respecto a la temperatura de ebullición de 100°, que ocurre en elevaciones en torno a 0 m/nm. En consecuencia la cocción de los alimentos de los distintos recurso, fundamentalmente por hervido, tarda mucho más tiempo. Como veremos esto lo hemos comprobado mediante la información etnográfica y mediante experiencias de medición de cocción de alimentos. De tal manera, esperamos presiones selectivas fuertes para tecnologías de procesamiento que minimicen los costos de cocción de los alimentos.

A continuación estimaremos cada uno de estos costos, y el valor final de *hz*, para una serie de recursos económicos que potencialmente pudieron entrar en el nicho económico de las poblaciones humanas del Período Temprano del Valle de SAC. En todos los casos las estimaciones las realizamos

estandarizando los costos a una cantidad de 1 kilogramo de recurso manejado. Como las tecnologías intervienen en todos los costos de manejo, también informamos las características de las mismas para cada caso del cual realizamos las estimaciones. Adelantamos que salvo el empleo de artefactos de corte de acero, las tecnologías de manejo de recursos empleadas en Matancillas son básicamente tradicionales. Este es el caso del uso casi exclusivo para la cocción de alfarería y de artefactos de molienda líticos. Una gran cantidad de estos últimos ha sido directamente obtenida de los sitios arqueológicos, y según nuestros informantes son valorados tanto por su antigüedad como por su eficacia, por lo cual son altamente conservados. Finalmente, deliberadamente excluimos los costos de preparación de recursos para el consumo diferido, dado que ellos deben ser discutidos en instancias de investigación particular de situaciones arqueológicas concretas y preferentemente por experimentación. Nuestros propósitos no contemplan este nivel de detalle.

9.1- Estimación de los Costos de Producción

Para el cálculo de los costos de producción (TP) de maíz, papa y quínoa, dividimos el costo neto del trabajo invertido en la producción de cada recurso (Cp) – presentados en la Tabla 6.9- por el rendimiento neto Rn de ese recurso - presentados en la Tabla 6.5. Formalmente, para cada recurso i , el cálculo resulta de la expresión:

$$TP_i = \frac{Cp_i}{Rn_i} \quad (6.4)$$

Aplicando (6.4) para maíz, papa, y quínoa obtenemos:

$$TP_{maiz} = \frac{214,37hr}{970kg} = 0,22hr / kg$$

$$TP_{papa} = \frac{191,45hr}{1.350kg} = 0,14hr / kg$$

$$TP_{quinua} = \frac{65,77hr}{70kg} = 0,94hr / kg$$

Para estimar el costo de la producción de llamas, utilizaremos los datos de la Tabla 6.3. Para esto dividiremos el costo de producción *per capita* (Cpp), asumiendo un peso bruto promedio por ejemplar de 110 kg. Para esta cuenta tomaremos el costo *per capita* promedio de la tabla, que resulta de un tamaño de rebaño promedio de 50,33 animales. Al hacer esto estamos considerando costos de producción de unidades domésticas que manejan rebaños relativamente pequeños. Antes de avanzar en el cálculo de TP de llamas es importante establecer dos cosas. Primero, el considerar un tamaño promedio de 110 kg por espécimen, no implica que todo el rebaño sea del mismo tamaño, lo cual sería nada realista, sino simplemente que el animal medio de consumo tiene ese peso. Segundo, el considerar tamaños de rebaños relativamente pequeños es una asunción realista, dado que para las poblaciones pastoriles del Período Temprano de la Puna de Argentina no hay registros de economías de gran escala de producción pastoril. En otras situaciones sugerimos utilizar costos de producción *per cápita* menores. Luego de estas consideraciones la estimación de los costos productivos de llama es:

$$TP_{llama} = \frac{24,62hr}{110kg} = 0,22hr / kg$$

9.2- Estimación de los Costos de Manejo Primario

Los costos de manejo primario (Tpa) de los recursos vegetales cultivados son los costos netos poscosecha por kilogramo producido. Para esto dividimos el costo neto de trabajo poscosecha del recurso en cuestión (Cp) –presentado en la Tabla 6.9- por su rendimiento neto Rn -presentado en la Tabla 6.5. Formalmente para cada recurso i , el cálculo resulta de la expresión:

$$Tpa_i = \frac{Cp_i}{Rn_i} \quad (6.5)$$

Aplicando (6.5) para maíz, papa, y quínoa obtenemos:

$$Tpa_{maiz} = \frac{25hr}{970kg} = 0,026hr / kg$$

$$Tpa_{papa} = \frac{14hr}{1.350kg} = 0,01hr / kg$$

$$Tpa_{quinua} = \frac{14,25hr}{70kg} = 0,2hr / kg$$

En cuanto a los recursos silvestres debemos considerar los costos de obtención una vez ya localizados en el espacio. En los vegetales este es el tiempo invertido en la recolección. Para estimar estos costos utilizaremos los datos que tenemos acerca de la recolección de variedades silvestres de *Chenopodium* y tubérculos en Matancillas. También recurriremos a la información de experiencias de recolección de gramíneas y solanáceas realizadas en ambientes comparables al de la Puna.

En las quebradas laterales y en el fondo de cuenca del Valle de SAC existen variedades silvestres de *Chenopodium* que son recolectadas como forraje natural para alimentar principalmente al ganado de ovejas. Sus semillas son de un tamaño mucho menor a las cultivadas en Matancillas, y son genéricamente conocidas como *chenopodium wild*, cuyos granos son de un promedio de 1,2 mm de largo (Marchan *et.al.* 1998). Es decir que su rendimiento por semilla es equivalente al 60 por ciento de la variedad cultivada en Matancillas y en SAC, que es la Quínoa Real –cuyo largo promedio es de 2mm. En Matancillas junto a las casas y a los corrales existen concentraciones de quínoa silvestre y de otras gramíneas, que crecen y llegan a la madurez de las semillas sin el cultivo y el cuidado humano – Fotos 6.5/6. Las quínoas se caracterizan por ser más pequeñas que las cultivadas y por poseer semillas más diminutas. Según Eulalia y Benito estas semillas son aptas para su consumo, pero ellos suelen cosecharlas principalmente como forraje. La propagación de estas plantas es consecuencia de la dispersión de las semillas durante las actividades diarias, y también por su indigestibilidad y excreción por parte del ganado de llamas y ovejas, que se alimentan de estas plantas. Así, es probable que se trate de variedades ferales de especies domesticadas de quínoa. Una situación similar la encuentra Tomka para *Chenopodium* en Asana, Perú (citado en Aldenderfer 1997).

En marzo de 2001 medimos directamente el tiempo de recolección de fardos de quínoa silvestre, esparcida sobre los faldeos bajos de la quebrada, a no más de 50 mt. de la casa principal y junto a los corrales. Esta actividad se realizó para obtener forraje complementario a la alfalfa. Durante la mañana se recolectaron aproximadamente 30 kilos de biomasa bruta, repartidos en dos fardos. La recolección la hizo Benito mediante un cuchillo filoso de acero. Primero cortó los tallos tiernos de las plantas cargados de

semillas y los dejó vertidos a un costado, y luego recogió los cortes en fardos, ajustados con lazos de lana. Estos se prepararon para secar posteriormente a la cosecha, y enrollar para usar en invierno. El proceso total de recolección y preparación de fardos duró 4 horas con 10 minutos, es decir 4,16 hr.

Estimaremos de estos datos la tasa de recolección postencuentro para variedades silvestres de *Chenopodium*. No pretendemos una estimación robusta, sino simplemente una aproximación al valor de estos costos. Como vimos en la sección 7 de este capítulo, en los cultivos de Quínoa Real de Matancillas la relación promedio entre los kilos de biomasa bruta cosechada y semillas obtenidas es de 0,2, mientras que para las variedades silvestres esta proporción se reduce por el menor peso de las semillas, adquiriendo un valor de 0,12. Sobre esta base, entonces para los 30 kg de biomasa bruta cosechada por Benito la cantidad de semillas de quínoa silvestre obtenidas debe ser de: $30 \times 0,12 = 3,6$ kg. Esto da una tasa de recolección postencuentro de semillas silvestres 1,15hr/kg. Si las semillas fueran de un valor equivalente a las cultivadas la tasa sería de 0,7 hr/kg.

Creemos que estas estimaciones, son realistas al compararlas con observaciones experimentales de cosechas de recursos silvestres realizadas en ambientes áridos de baja productividad primaria, comparables a los desiertos de las Tierras Altas de la Puna. En el Great Sandy Desert, Australia, Cane (1989) declara para *Chenopodium* y gramíneas una tasa de 1kg por hora de recolección de materia bruta, es decir levemente inferior a la calculada por nosotros. En estos casos la utilidad decae fuertemente por los procesos poscosecha. En cuanto a las raíces declara que la recolección de *Solanun* tiene una tasa promedio de 9000 kcal/hr, es decir 0,1hr/kg.

Al respecto, en marzo de 2001 medimos en Matancillas un tiempo de recolección de 10 minutos para 2 kg de raíces de Ancaño, es decir a una tasa de 0,08hr/kg, Esta planta probablemente sea Ancañoica, *Juellia subterranea*. Esta tuberosa también es actualmente consumida en la Puna de Jujuy (Pérez de Micou 1999). En Matancillas la recolección la hace Eulalia, mediante un bastón de cardón, removiendo las raíces sin lastimarlas porque se pudren con facilidad. Luego corta con un cuchillo la parte aérea de la planta. As de cada planta extrajo en promedio 2 frutos para consumir hervidos. En julio, cuando la cantidad de raíces es mayor, Eulalia informa que para conseguir 10 kg, que se consumen en la semana, el tiempo de trabajo es como máximo de 1,5 hr, es decir a una tasa de recolección de 0,15 hr/kg. Esto permite estimar en Matancillas una tasa de recolección promedio para tubérculos de 0,11 hr/kg, comparable con la tasa de recolección de *Solanun* estimada en el desierto Australiano. También en Australia Jones y Meehan (1989), declaran una tasa de recolección de tuberosas de 0,4 hr/kg, pero para bulbos que se obtienen excavando más profundamente el suelo. Como vemos la tasa estimada para Matancillas está en el rango estimado en otros desiertos áridos.

Recordemos que en todos estos casos no están implicados los costos de búsqueda. Harlan (1989) ha insistido en la alta eficiencia de recolección de gramíneas silvestres en los desiertos de África y en diversos ambientes áridos, pero las especies consideradas por este autor no son comparables. De tal manera, habiendo cotejado nuestra información con la obtenida en otros ambientes de desierto de baja productividad ecológica, utilizaremos tasas promedios de 1hr/kg para la recolección de *chenopoidaceas* y 0,11 hr/kg para *solanaceas* silvestres en la Puna. Considerando que luego de la recolección los recursos silvestres demandaran tareas de procesamiento comparables con la de los recursos de la misma clase pero cultivados, sumaremos a los costos de recolección los costos poscosecha de lo últimos. Así obtenemos una estimación para tubérculos y quínoa silvestre de:

$$Tpa_{solanaceas-silvestres} = (0,11 + 0,01)hr / kg = 0,12hr / kg$$

$$Tpa_{quinoa-silvestre} = (1 + 0,2)hr / kg = 1,02hrs / kg$$



Foto 6.5. Quinoa Silvestre y Lajas Planas para la Molienda de Granos



Foto 6.6. Gramíneas Silvestres con Espigas y Granos Potencialmente Comestibles.

Por otra parte, uno de los frutos silvestres potencialmente utilizables como alimento son los frutos de las cactáceas. En Matancillas se cosechan y consumen los frutos de *Opuntia floccosa*, que son muy apreciados por su sabor dulce –ver Kiesling 2003 para su taxonomía. La recolección se realiza desde noviembre en adelante, cosechando los frutos cuando están color anaranjados o rojizos, con azadas y baldes metálicos, y tratando de no romper la corteza de los mismos. Este trabajo suele hacerlo Benito o Ezequiel. Las plantas de las que se cosechan están altamente concentradas en los roquedales cercanos a la casa, y sobre los faldeos de los cerros.

Tuvimos la oportunidad de cuantificar el tiempo de búsqueda y cosecha de estos frutos en 2 oportunidades. En el primer caso, registrado en el año 2000 la cosecha la realizó Benito, obteniendo aproximadamente 4kilogramos de frutos en un tiempo total de 25 minutos. El tiempo de búsqueda fue de 10 minutos - 0,041 hr/kg - y el tiempo de cosecha de 15 minutos -0,062 hr/kg. En el segundo caso, el cual detallaremos más adelante, la cosecha la hizo Eulalia en fines de marzo de 2001. El tiempo de recolección, seleccionando cada uno de los frutos maduros útiles fue de 22 minutos, cosechando de 2 plantas una bolsa de 43 frutos con un peso total de 1,6 kilos, y un promedio de 37 grs. por fruto. La tarea de recolección la llevó a cabo con un bastón de madera de medio metro de largo, que no era otra cosa que el mango de una azada quebrado. El tiempo de búsqueda fue de 8 minutos. El tiempo de recolección, seleccionando cada uno de los frutos maduros fue de 22 minutos, cosechando de 2 plantas contiguas una bolsa con 43 frutos y un peso total de 1,6 kilos. Es decir que la recolección se hizo a una tasa de 0,07hr/kg. De tal manera tenemos dos datos de tiempo de recolección que no difieren mucho, por lo cual los promediaremos para obtener Tpa de frutos de *opuntia*.

$$Tpa_{opuntia} = \frac{(0,062 + 0,07)hr / kg}{2} = 0,066hr / kg$$

Para los recursos animales domésticos los costos de manejo primario son los costos invertidos en la matanza y el trozamiento una vez localizados en el corral o en el paisaje. Como ya dijimos para los animales cazados debemos sumar el *costo de persecución postencuentro* por individuo de cada presa. Para la estimación global de Tpa seguiremos la lógica de la formula 6.5, a partir de datos obtenidos de informantes locales y observaciones en el campo de los tiempos de procesamiento postencuentro *por presa sacrificada y faenada*. Comenzaremos con la estimación de *Rhea*.

En el Valle de SAC y en Pastos Grandes la carne de suri -*Pterocnemia pennata garleppi*, es consumida ocasionalmente. Esta ave, cuyo potencial económico se relaciona con la utilidad de su carne sus plumas y sus huevos, actualmente es cazada furtivamente al igual que las vicuñas con armas de fuego. La información que disponemos acerca de la caza de estos recursos proviene de dos informantes. En Santa Rosa de pastos Grandes, donde la caza es más frecuente, nuestro informante fue Fausto, el encargado y guardaparque de la reserva y criadero de vicuñas de la localidad. La información brindada por Fausto la consideramos de alta calidad debido a que participó del decomiso de caza furtiva de suri y vicuñas, y porque además está capacitado técnicamente en el cuidado de reservas naturales y en el manejo y cría de fauna autóctona, a partir de sus estudios en el INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Por otra parte, en Matancillas el informante fue Benito.

Según Fausto la caza furtiva de suri y vicuña se hace para la venta. En el caso del suri principalmente de su carne y sus plumas en Santa Rosa de los Pastos Grandes, en San Antonio de los Cobres y en Cachi. En el caso de las vicuñas para la venta de su fibra y su carne. En las cacerías de suri y vicuñas participan no más de dos hombres. Estas se llevan a cabo muy temprano por la mañana, y en el interior de las quebradas que circundan al salar de Pastos Grandes. En el caso de los suris allí se concentra una mayor cantidad de animales, que se alimentan en grupos de entre 4 y 10 individuos incluyendo adultos y crías, distribuidos entre los pastizales.

La práctica habitual de caza de vicuñas y suris es dejar el vehículo y caminar hasta las vegas, donde se buscan escondites en elevaciones o roquedales y se espera hasta la aparición de un grupo de animales. Cuando éste aparece se dispara desde distancias cortas – entre 15 y 30 metros– dándoles muerte inmediata a uno o más animales por vez con suerte. Ambas actividades se planifican y se llevan a cabo por separado, debido a que los lugares de encuentro de suris no son los mismos a los de encuentro de vicuñas, salvo en los lugares abiertos de fondos de cuencas.

Un dato clave que nos proporcionó Fausto es que bajo estas condiciones la caza es más abundante, porque los cazadores no corren a los animales, como ocurre cuando se cazan individuos solitarios en los fondos de cuencas desde los vehículos. Después de los primeros disparos los cazadores se trasladan hacia nuevos puntos de encuentro de presas y esperan que los animales se reúnan nuevamente. En relación con el suri nuestro informante dice que esta manera de cazar es catastrófica, porque luego de la caza los animales abandonan los nidos y las quebradas por mucho tiempo. El tiempo promedio de caza de suri que nos informó Fausto es de 3 animales en 4 horas, antes de regresar a Pastos Grandes donde se los faena. La caza comienza a las 6 de la mañana y los cazadores no suelen permanecer más de tres horas, porque antes del mediodía los animales se trasladan hacia espacios abiertos. El peso promedio de cada presa de suri decomisada es de 20 kilos, por esta razón la caza furtiva suele hacerse en camionetas, fácilmente identificables a media mañana en las entradas de las quebradas que bordean al salar. También nos dijo que los cazadores prefieren a los animales grandes porque son los de mayor cantidad de carne, aunque estos sean los más veloces en la fuga y para los cuales más se falla en los disparos; y que como regla los cazadores nunca cazan pichones e ignoran a las presas que estiman viejas, debido a que la carne y las plumas de estos animales son menos apreciadas por los compradores.

Con respecto a las vicuñas, los cazadores también buscan presas grandes, pero a diferencia de los suris su caza demanda una mayor movilidad entre escondites y una mayor distancia de tiro, porque los animales perciben la presencia de los cazadores con mayor facilidad. Sin embargo el tiempo total de caza es menor porque los disparos logran impactar con mayor eficacia en zonas vitales del cuerpo. Esto marca una diferencia con los suris debido a que su plumaje los protege mucho más de los proyectiles, especialmente cuando se impacta sobre las alas. De tal manera Fausto declara que la caza de vicuñas lleva un lapso máximo de 2 horas una vez localizadas las vegas, obteniéndose entre 3 y 4 presas que se trasladan a Santa Rosa o a sus inmediaciones para su faena. Al igual que con los suris, la caza de vicuñas comienza temprano en la mañana pero se puede extender por más tiempo, porque los animales no se desplazan hacia lugares abiertos, salvo en épocas de verano. No obstante Fausto declara que la capacidad de transporte de las presas es lo que limita la caza a un máximo de 4 presas por cacería. Con respecto al peso promedio por presa no pudo estimarlo, pero remarcó la preferencia estricta de animales grandes con alto contenido de fibras para el hilado.

Estos datos son muy valiosos para estimar el costo postencuentro de la caza de suris, y vicuñas aunque la estimación que obtengamos tenga un grado alto de generalidad. De acuerdo a esta información con respecto al suri el tiempo total dedicado a la caza es de 4hrs por 3 presas. Considerando que participan 2 cazadores el tiempo en horas hombres es de 8hr/3 presas. Simplificando nos queda 2,66hr/presa. Con respecto a vicuña, y tomando un promedio de presas cazadas de 4,5, resulta una relación de 2hr/ 4,5 presas. En horas hombres el costo es de 4 horas que reduciendo da una tasa de 0,88 hr/presa. De acuerdo con estos datos la caza por presa de suris es notoriamente más costosa que la caza de vicuñas.

Asumiendo el peso estándar de suri de 27 kg por presa obtenemos una tasa de 0,098hr/kg, en cambio considerando el valor informado de 20 kg por presas obtenemos una tasa de 0,133 hrs/kg. En

términos de Modelo de Amplitud de la Dieta este es el costo de persecución *individual* postencuentro de la predación de este recurso. Tomaremos el primer resultado para mantener la estimación estandarizada a *Rhea*. Creemos que este valor es realista, porque está considerando distancias cortas de tiro que pueden ser comparables con las demandadas por tecnologías de caza arqueológicas de acecho –es decir desde parapetos o lugares de disparo. Por lo tanto utilizaremos este dato, incluyéndolo en los costos de manejo primario. Pasemos ahora a los costos de faenado de suri.

Fausto nos informa que luego de la matanza se transporta al animal y se lo procesa de la siguiente manera. Primero se cuelga a la presa amarrada de las patas y con la parte de la cabeza hacia abajo, colocando debajo de un recipiente grande. Luego se decapita al animal muerto de manera tal que escurra toda la sangre hacia el recipiente. Luego se limpian las plumas de las alas y de la parte trasera, del animal, quitándolas manualmente y con mucho cuidado para que no se manchen con sangre o no se deterioren. Las plumas de la quilla se retiran suavemente con un cuchillo filoso de acero. Una vez desplumado, se retira la piel cruda del animal y se lo faena. Los huesos de las patas son aserrados, el cuello desde la región cervical es cortado con cuchillo y la carcasa es procesada en cuartos. Fausto informa que el tiempo total de todo este proceso lleva 2 horas y media como mínimo por presa, y que se prefieren animales ya adultos por su mayor rendimiento de plumas. La sangre es utilizada en alimentos cocidos o cruda, como medicina, porque se supone que vigoriza a quienes la consumen. Esto también lo informó Eulalia, tanto para la sangre de suri con de cóndor –*Vultur gryphus*.

Por otra parte en Matancillas Benito nos informó el procedimiento de caza y faena de suri sin diferencias substanciales a las que nos informó Fausto, pero dijo que él no caza a estos animales por el trabajo que dan y que prefiere comprar su carne. Benito estimó el tiempo de limpieza y trozado de un animal en más de 2 horas ya que varias veces lo llevó a cabo, en animales cazados por su padre también con escopeta, y puso énfasis en que siempre es más trabajoso pelar a un suri que una llama o una vicuña. Por nuestra parte hemos observado un procedimiento de faena suri, similar al de nuestros informantes en Antofagasta de la Sierra, llevado a cabo por gendarmes.

Estos son los únicos datos de los tiempos de caza postencuentro y de faenado que disponemos para *Rhea*, en la Puna de Salta, y en tanto no obtengamos datos de mayor precisión los utilizaremos para calcular Tpa . Para esto tomaremos la información de Fausto, pero, como dijimos, generalizando para *Rhea* el peso medio bruto de cada presa capturada en un valor 27 kg. De tal modo el costo de faena resulta: $2,5hr/27kg = 0,09 hr/kg$. Sumando los costos de caza postencuentro y los de faena obtenemos del valor estimado de Tpa de *Rhea*:

$$Tpa_{Rhea} = (0,098 + 0,09)hrs / kg = 0,18hr / kg$$

En cuanto a llama y vizcacha, hemos realizado la cuantificación del tiempo invertido en las actividades de matanza y faena de dos ejemplares de llamas y uno de vizcacha, y hemos obtenido información acerca del tiempo de caza de las vizcachas con tecnologías tradicionales –honda y proyectil lítico. Aclaramos que todas las faenas fueron hechas con cuchillo de acero. Comenzaremos con las llamas, derivando también a partir de observaciones directas hechas sobre estos animales los costos de procesamiento primario de vicuñas y guanacos.

Para estos animales un caso correspondió a un ejemplar de aproximadamente 1 año y de 48 kg de peso vivo. Este episodio fue registrado en 1994, e intervinieron dos personas –el autor y el informante local (Muscio 1996) –Foto 6.7. La duración total de todas las actividades registradas fue de 2,08 hr –2 horas con 5 minutos. El segundo caso fue registrado en 1999, y correspondió a un animal de 89 kg de peso vivo sacrificado y faenado también por 2 personas: Benito y Ezequiel. Su duración total fue de 2,21 hrs. –2 horas con 13 minutos. En ambos casos la duración de las actividades fue medida con

cronómetro. La distribución de la inversión del tiempo en las actividades de cada episodio, los tiempos promedio y los tiempos en *horas –hombre* invertidos en cada actividad se presentan en la Tabla 6.11.

En ambos casos las actividades principales fueron: el encierro del rebaño en el corral, la ejecución de rituales de ofrenda a *pacha mama*, la elección y la captura con lazo del animal a matar, la preparación del animal elegido para darle muerte atándole sus extremidades con tientos, la matanza con cuchillo de acero del animal, el cuereo, la remoción de las vísceras, el faenado en partes anatómicas transportables, el almacenamiento de la sangre en recipientes de acero, y la preparación de las partes obtenidas para su posterior transporte del corral a la casa. El tiempo promedio de la matanza por el degüelle del animal y el desangrado fue de alrededor de 6 minutos. En el segundo caso la faena se hizo fuera del corral –Foto 6.8.

ACTIVIDADES	Caso 1 Llama 48 kg 2 Personas	Caso 2 Llama 89 kg 2 Personas	Promedio hrs	Promedio hr-hombre
	Tiempo Invertido hrs	Tiempo Invertido Hrs		
1)Encierro de animales en el corral	0,083	0	0,041	0,083
2)Rituales de ofrenda a <i>pacha mama</i>	0,2	0,166	0,183	0,366
3)Elección, captura en el corral y sujeción del animal	0,41	0,35	0,38	0,76
4)Muerte y faenado del animal	0,97	1,25	1,11	2,22
5)Rituales de agradecimiento a <i>pacha mama</i>	0,166	0,25	0,208	0,416
6)Preparación de partes faenadas para transporte	0,25	0,33	0,29	0,58
<i>Tiempo Total</i>	<i>2,08</i>	<i>2,34</i>	<i>2,21</i>	<i>4,42</i>

Tabla 6.11: Inversión de Tiempo en Actividades de Preparación, Faenado y Matanza de Llamas. Los datos corresponden a dos episodios registrados en la quebrada de Matancillas. La duración de cada actividad, T1... T6, fue medida con cronómetro.

Para estimar el costo total de manejo primario de los camélidos, nos serviremos de los datos de la Tabla 6.11, utilizando las inversiones de tiempo estrictamente económicas. En el caso de la llama consideraremos el tiempo de matanza y faenado de las presas (T4), el tiempo de preparado de las partes para el transporte (T6), y además el tiempo invertido en la captura en el corral y en la sujeción del animal (T3). Este último costo es muy importante, porque marca la diferencia con los recursos de la misma clase pero silvestres. Justificamos esto debido a que tratándose de un animal doméstico, los tres costos son comparables a los tiempos de poscosecha de los recursos vegetales en los campos – de hecho el animal ya ha sido obtenido y solo falta la extracción de la biomasa útil- pero difieren de los tiempos de persecución y captura de los animales de caza, ya que estos últimos disponen de capacidad de fuga.

De tal manera el cálculo de T_{pa} para llama lo realizamos dividiendo el promedio en *horas hombre* para los tres tiempos mencionados, por el peso vivo promedio de ambas observaciones -68,5kg. Con esto obtenemos los costos de atrapar en el corral, faenar y preparar las partes para el transporte, obtenidos de un ejemplar producido por un individuo. De tal manera:

$$T_{pa}_{llamas} = \frac{3,56hr}{68,5kg} = 0,052hr / kg$$



Foto 6.7: Primera Experiencia de Matanza y Faenado de Llama



Foto 6.8: Segunda Experiencia de Matanza y Faenado de Llama

En el caso de los camélidos silvestres utilizaremos las tasa de captura postencuentro calculada para vicuña, de 0,88hs/presa como medida estándar para los camélidos silvestres: Esta estimación asume, 1) que la tasa temporal de obtención postencuentro por presa es igual para vicuñas y guanacos, 2) que los animales son encontrados en grupos pequeños y en lugares predecibles, 3) que la caza se lleva a cabo al acecho, es decir no persiguiendo a los animales en lugares abiertos. Estas tres asunciones son en buena medida realistas. Así la estimación de la tasa de captura postencuentro de una presa de guanaco con un tamaño medio de 80 kg es de 0,011 hr/kg. Para una presa de vicuña de tamaño medio de 42,5 kg la tasa de captura 0,02hr/kg,. Ambos representan los tiempos de persecución y captura postencuentro que consideraremos en el cálculo de los costos de manejo primario de estos recursos

Por otra parte, utilizaremos también el tiempo de matanza y faenado mediante la información de la Tabla 6.11. Para esto debemos asumir que el individuo a localizado y perseguido en el espacio de caza a la presa, y que la eficiencia de la tecnología de matanza y faena es de la misma eficiencia a la de los cuchillos de acero. Esta última condición es realista, debido a que la capacidad de la obsidiana, y de las materias primas vítreas en general, para la producción de instrumentos con filos cortantes es similar o superior a la de los cuchillos de acero. Más aún cuando estos son de acero de bajo temple y muy propensos al embotamiento de sus filos y a la pérdida de capacidad de corte.

Además, realísticamente esperamos, que en situaciones de caza individual -no colectiva- no existirán actividades tales como sujeción mediante cordeles para la matanza final, y no se presentará la concentración extrema de animales en un espacio donde las posibilidades de fuga son nulas como en los corrales. Dado esto debemos eliminar los costos de T3, que reemplazaremos por los costos de captura postencuentro calculados *supra*. Así solo debemos tomar para el cálculo de los costos de matanza final de cada ejemplar una vez capturado, y los costos de faena y preparación de partes para el transporte. Es decir los valores de T4 y T6 de la Tabla 6.11.

Por otro lado, también es razonable pensar que los de faena escalen la diferencia entre el tamaño de los animales domesticados y los animales silvestres. La diferencia entre los pesos promedio de llama y guanaco es del 38% y entre llama y vicuña de 72%. Considerando estas diferencias obtendremos una aproximación más realista de estos costos.. De acuerdo con esto, para los camélidos silvestres estimamos los costos de matanza final, faena y preparado de las partes para el transporte:

$$\begin{aligned} \text{Guanaco: } & (2,8\text{hr}/68,5\text{kg}) \times 0,52 = 0,03 \text{ hr/kg} \\ \text{Vicuña: } & (2,8\text{hr}/68,5\text{kg}) \times 0,38 = 0,015 \text{ hr/kg} \end{aligned}$$

Como dijimos antes, en el cálculo final de los costos de manejo primario de ambos recursos debemos sumar los costos de captura postencuentro con los costos de matanza final, faena y preparación de partes para el transporte. De tal modo resulta:

$$Tpa_{\text{guanacos}} = 0,011 \text{ hr / kg} + 0,03 \text{ hr / kg} = 0,041 \text{ hr / kg}$$

$$Tpa_{\text{vicunas}} = 0,02 \text{ hr / kg} + 0,015 \text{ hr / kg} = 0,035 \text{ hr / kg}$$

Con respecto a las vizcachas, en el Valle de SAC la caza de estos animales se realiza por medio de hondas y rocas, y también mediante armas de fuego. En Matancillas el consumo de estas presas es muy poco frecuente. Otra modalidad de caza es tapando y ahumando las salidas de sus madrigueras, y atrapando a los animales en bolsas durante su huida. Esta última modalidad no es para nada frecuente, y fue comentada anecdóticamente por Benito como una forma "posible" que él observó entre "gente pobre de La Quiaca que comían ratones".

En Matancillas el encargado de cazar vizcachas es Ezequiel, quien declara que cazar a un animal con honda, una vez encontrado el paisaje, le lleva un tiempo mínimo de veinte minutos por presa –0,33 hrs. Este dato no lo hemos comprobado con observaciones propias. Él explica que si bien el tiempo de espera –escondido y en silencio- para el avistaje de un animal es entre 5 y 10 minutos en horas tempranas de la mañana o al mediodía; la mayoría de las veces los animales resisten el golpe del proyectil arrojado y escapan. Cuando los animales son derribados inmediatamente se lo toma de las patas y se lo golpea con un mazo de madera o contra una roca y se le da muerte, o se lo transporta vivo para su matanza y faenado en la casa. En el primer caso, según Ezequiel y Benito este proceso debe ser rápido porque existe el riesgo de que el animal se escape. Ambos lo comparan con el tiempo que les lleva matar a un ave doméstica es decir fracciones de minuto.

No obstante nuestra falta de control directo sobre los datos etnográficos acerca de los tiempos de persecución y obtención de las vizcachas, se puede aprovechar la información para estimar de una manera muy general los costos de obtención de este recurso con tecnologías tradicionales – o *persecución postencuentro* en el lenguaje del Modelo de Amplitud de la Dieta. Para esto asumiremos dos cosas: 1) que una vez localizado el sector de caza, el tiempo de espera para el avistaje de cada animal individual ocurre cada 7,5 minutos –el promedio de los tiempos de espera entre avistajes que declara Ezequiel- y que la tecnología de caza es de alta eficiencia, donde no se falla nunca –por ejemplo una alta destreza con arco y flecha a distancias cortas de tiro –que son las apropiadas para este recurso. Bajo estos supuestos, el costo *mínimo* de obtención postencuentro de vizcachas es 0,125 hr/presa. Utilizaremos este dato en la estimación del manejo primario.

Con respecto al tiempo de faena de las vizcachas utilizaremos el tiempo de faena por presa, ya que el tiempo de matanza del animal es despreciable. Como dijimos, registramos y cronometramos un caso de faenado de vizcacha. Este ocurrió en San Antonio de los Cobres, durante la campaña de 2002. El ejemplar faenado fue casado con escopeta y tenía un peso vivo de 1,4 kg, el tiempo total de procesamiento fue de 0,41 hr. En este lapso se extrajo el cuero, se limpiaron las vísceras y se trozó al animal (López y Muscio Ms). Por este procedimiento se obtuvo una cantidad de 815 gr. de carne limpia de huesos, representando una utilidad del 58 % del peso vivo, que es el índice de utilidad presentado en la Tabla 6.1. Con estos datos estimamos el valor el tiempo de procesamiento primario de vizcacha sumando el costo de obtención *postencuentro* de una presa, estimado *supra*, al costo de faena del animal que hemos directamente registrado. El valor resultante es:

$$Tpa_{vizcacha} = \frac{(0,12 + 0,41)hr}{1,4kg} = 0,38hr / kg$$

9.3- Estimación de los Costos de Manejo Secundario y de los Costos de Manejo Final

En este acápite trataremos conjuntamente los costos de manejo secundarios y finales debido a que la metodología para la obtención de los datos de los cuales nos valemos para las estimaciones está relacionada. Para la obtención de los datos recurrimos a cuatro fuentes: 1) Información oral, obtenida de entrevistas a los pobladores locales, 2) Observaciones Directas, controlando con cronómetro y balanza los tiempos de las actividades de interés y el peso de los recursos procesado, 3) Observaciones Dirigidas, realizadas sobre actividades específicas solicitadas por nosotros y llevadas a cabo por los pobladores locales, también cuantificando la duración y el peso de los recursos procesados y 4) Experiencias realizadas procesando nosotros mismos los recursos.. La Tabla 6.12 resume toda la información obtenida por estas 4 vías de obtención de datos.

Casos, Condiciones y Tipo de Fuente de Datos Por Recurso	Lavado (vegetales) Fraccionado (carne)	Descortezado, y eliminación de partes inútiles	Desgranado	Molienda	Cocción
Maíz: 2 casos A: Observación Directa B: Observación Dirigida <i>Condiciones:</i> Cuchillo de acero, Desgrane manual, Olla de Barro Tapada, Fuego a cielo abierto A: 0,45kg Bruto, 0,3kg útiles + ½ L. de agua+sal B: 1kg Bruto, 0,65 kg útiles + 1L. de agua		A: 0,033 hr	A: 0,11 hr	A: 0,2 hr	1,8hr
		A: 0,083 hr/kg	B: 0,183 hr/kg	C: 0,26 hr/kg	1,8 hrs
Papas: 3 casos A,B: Observación Dirigida C: Experiencia 1kg Bruto, + 1,5 L. de agua <i>Condiciones:</i> Cuchillo de acero Olla de Barro Tapada, Fuego a cielo abierto, C: cocción sin pelar	A: 0,0147 hr	A: 0,067 hr			A: 0,82 hr
	B: 0,013 hr	B: 0,08 hr			B: 0,9 hr
	C: 0,0155 hr				C: 0,86 hr
	Media: 0,014hr/kg	Media: 0,071hr/kg			Media :0,86hr/kg
Quinoa: 3 casos, A y B: Observación Directa C: Información oral D: Observación Dirigida <i>Condiciones:</i> Olla de Barro Tapada, Fuego a cielo abierto, A) 0,4 kg +legumbres, agua = ? B) 0,3kg +legumbres, agua = ? D) 0,4kg bruto C) 1kg Bruto, + 1L. de agua	A: 0,035 hr				A: 0,35 hr
	B: 0,041 hr				B: 0,31 hr
				D: 0,16hr	
	C: 0,1hr				C: 0,4 hr
Opuntia, Frutos: 2 casos A: Informante local B: Observación dirigida <i>Condiciones:</i> A: Cosecha con balde y azada, Limpieza de espinas con estopa de cuero 4 kg Bruto; B: Cosecha con bolsa y bastón de madera. Limpieza de 1kg Bruto		A: 0,5hrs			A: 0 hr
		B: 0,071hr/kg			B: 0hr
Llama: 3 casos A,B,C Observación directa <i>Condiciones:</i> A: 4,3 kg carne faenada B: 1,4kg C: 90 kg peso vivo A y B: Corte con cuchillo de acero y maza lítica, Cocción asada	A: ≈ 0 hr/kg				A: 0,36hr
	B: ≈ 0 hr/kg				B: 0,28
	C: ≈ 0 hr/kg				C: 2,16
Vizcacha: 3 casos A: Informante local B y C Observación Directa <i>Condiciones:</i> A, B y C: presas completas, peso vivo=? A: Cocción entre placas sobre brasas. B y C: Cocción a fuego directo, cielo abierto	A: ≈ 0 hr/kg				1 hr
	A: ≈ 0 hr/kg				0,28 hr
Rheidae. p.pennata. 3 casos A ,B: Informante local, C: Obseación Directa <i>Condiciones:</i> A,B: Presa Completa B: ½ quilla de 2,5 kg, hervida con vegetales. Olla de Barro Tapada, Cocción cielo abierto		A: 2hr			
		B: 2,5			
					0,59hr

Tabla 6.12: Modos de Procesamiento Precocción y Tiempos de Cocción de los Principales Recursos de la Puna de Salta. Datos etnográficos obtenidos por Información Oral, Observación Directa y Observación Dirigida.

Trabajamos con estas cuatro vías de obtención de datos para controlar los reportes orales y porque la información obtenida por medio de las entrevistas y de las observaciones directas, acerca de la duración de las actividades de procesamiento inmediatamente antes de su cocción, y de la duración de los tiempos de cocción de cada recurso, consistía en el tiempo invertido en raciones diarias generalmente inferiores al kilogramo. Para obtener la información de estos costos por kilogramo bruto de recurso, y mantener así el estándar de cálculo, le solicitamos a los informantes locales que replicaran estas actividades utilizando un kilogramo de recurso bruto. A este procedimiento le llamamos Observación Dirigida. Para los mismos efectos llevamos a cabo experiencias propias, utilizando en cada caso las mismas tecnologías que los pobladores locales.

Sobre la base de la información de la Tabla 6.12 nos valdremos para estimar la inversión temporal en el manejo secundario de cada recurso Tpb_i , y sus tiempos de procesamiento final Tpc_i ; cocción. Para el cálculo de Tpb_i , realizamos el cociente (6.6), donde para un recurso i , Cnb es el costo neto en horas invertidas en su procesamiento secundario y B es la biomasa bruta procesada de ese recurso. El valor de Cnb para cada recurso lo obtenemos de la sumatoria del tiempo invertido en cada actividad de procesamiento secundario, a partir de la Tabla 6.12. Para el cálculo de Tpc_i , realizamos el cociente (6.7), donde para un recurso i , Cnc es su tiempo neto de cocción en horas y B_u es la biomasa útil obtenida luego del procesamiento secundario y cocida de ese recurso. Ambos valores figuran en la Tabla 6.12.

$$Tpb_i = \frac{Cnb_i}{B_i} \quad (6.6) \quad Tpb_i = \frac{Cnb_i}{Bu_i} \quad (6.7)$$

Para medir los costos de manejo secundario Tpb , nos centraremos en la estimación de los costos de manejo de precocción. En el caso de los recursos vegetales medimos el tiempo de procesamiento que le lleva a un individuo limpiar y seleccionar las partes útiles de los recursos para su cocción posterior. Estos consisten en los tiempos invertidos en desgranar o pelar los recursos –*shelling time* y en las semillas el costo de molienda –*grinding time*- Barlow 1997.

Con respecto al maíz, en Matancillas estas tareas se realizan quitando la chala de las vainas y removiendo los granos de los marlos de las espigas frescas con cuchillos de acero. Esto solo se hace cuando se dispone choclos frescos durante la temporada de cosecha para preparar alimentos tales como la *humita*. Pero de ninguna manera este es un procedimiento habitual. Durante esta temporada lo que comúnmente se hace es el hervido de los choclos pelados y enteros. En estos procedimientos los costos de trabajo por kilogramo son muy bajos. Pero repetimos, esto solo lo observamos en el consumo fresco, disponible durante la temporada húmeda.

Más generalmente el maíz es utilizado seco. Cada vaina se la desgrana a mano, y luego los granos son molidos con morteros de piedra, obteniendo un partido “grosso” de los mismos. Según nuestras observaciones estas actividades –desgranado y molienda gruesa- requieren una inversión de tiempo de 21 minutos partiendo de 0,45 kg brutos de maíz con la hala seca y obteniendo una cantidad de maíz partido grosso de 3 puñados –alrededor de 300 grs., y un tiempo de cocción hervida, con sal de 1 hora con 48 minutos -ver Tabla 6.12. Esta ración es la habitualmente preparada para el consumo de 4 personas, acompañada de otros alimentos. La cocción se realizó en olla de barro y en estructuras de combustión externas a la casa – al aire libre en un patio lateral a la misma. La cantidad de agua utilizada fue de aproximadamente de 1/2 litro. El líquido fue completamente absorbido por el maíz, formando una pasta muy densa y fibrosa. Este alimento, que Eulalia denomina chuño de maíz o mote, es utilizado con mucha frecuencia como único alimento o acompañando carne azada o hervida en la misma preparación. Según Eulalia la molienda gruesa acelera la cocción y evita hidratar las semillas secas antes de cocinarlas.

Para estimar el tiempo de procesado de 1 kg bruto, llevamos a cabo una observación dirigida, comprándole a Eulalia 1 kg. de choclos secos y pidiéndole que lo procesara, para hacer el mote. El tiempo total de limpieza de 12 marlos –correspondiente al kilo bruto procesado- fue de 5 minutos, el desgranado manual llevó 11 minutos, la cantidad de granos obtenido fue de 0,65 kg, la molienda gruesa llevó 16 minutos, y la cocción 1 hora con 48 minutos –Tabla 6.12. Tomaremos estos datos para las estimaciones de T_{pb} y T_{pc} . Donde:

$$Cnb_{maiz} = (0,083 + 0,18 + 0,26)hr ; B = 1kg$$

$$Cnc_{maiz} = 2,48hr , Bu_{maiz} = 0,65kg$$

$$Tpb_{maiz} = 0,526hr / kg ; Tpc_{maiz} = \frac{1,8}{0,65} = 2,76hr / kg$$

Para la quínoa el tiempo de procesamiento precocción está vinculado con el lavado de las semillas, y el tiempo de molienda para la obtención de harina. El lavado se hace en un recipiente grande metálico con agua fresca, frotando manualmente las semillas para quitar las saponinas que permanecen aún en las semillas descascaradas, y que como dijimos dan sabor amargo a la comida y son sustancias tóxicas, y restos de cáscara. El proceso de lavado requiere tres recambios de agua hasta que se torne transparente y limpia. Esto se hace cada vez que se prepara el alimento, porque si se lava más de lo que se va a utilizar se deben volver a secar y almacenar las semillas. Las fracciones utilizadas por comida de este recurso varían diariamente. Pero usualmente se cocinan fracciones de alrededor de 400 gr. Pudimos medir el tiempo de lavado y cocción en dos oportunidades –Tabla 6.12. Para esta cantidad el tiempo invertido en el lavado, frotado y recambio de agua es en promedio algo más de 2 minutos, según nuestra medición. No pudimos medir el tiempo de molienda, pero según lo estimado por Eulalia para los 400 grs de semillas se debe trabajar como máximo 10 minutos, utilizando un mortero plano de piedra – conana- y mano de moler también de piedra. La cocción en estas dos oportunidades también se realizó con ollas de barro y al aire libre, pero fue cocida junto con habas, y otras hortalizas, y con un volumen de agua que desconocemos.

Para estimar estos costos de procesamiento estandarizados a 1kg bruto, realizamos una observación dirigida. En este caso quien realizó las actividades fue Celia. La cocción se hizo en un litro de agua sin sal y con los granos enteros. El lavado llevó 6 minutos, con tres recambios de agua, y la cocción duró 24 minutos –Tabla 6.12. El alimento obtenido fue una pasta densa y feculosa con mucha fibra. Este plato es muy habitual acompañando otras comidas. En ocasiones se le agrega azúcar y se lo consume frío como postre. Toaremos estos datos para estimar T_{pb} y T_{pc} . Donde:

$$Cnb_{quinoa} = 0,1hr ; B = 1kg$$

$$Cnc_{quinoa} = 0,4hr , Bu = 1kg$$

$$Tpb_{quinoa} = 0,1hr / kg ; Tpc_{quinoa} = 0,4hr / kg$$

En cuanto a las papas no hemos registrado procesos de secado y fabricación de chuño, que es típico de Bolivia. Solamente hemos podido observar el consumo fresco de la papa donde los procesos de precocción son de baja demanda de tiempo. Como las fracciones por ración de consumo son muy variables, y dado que no suele hervírselas separadamente de otros alimentos, la información la tuvimos que obtener mediante dos observaciones dirigidas y una experiencia. En las dos primeras la cocinera

fue Eulalia. En los tres casos se procesó 1 kg. bruto de papa. En la experiencia llevada a cabo por nosotros cocinamos las papas con la cáscara. La cocción la realizamos en ollas de barro tapadas y al aire libre y en 1 litro de agua. Los datos obtenidos figuran en la Tabla 6.12. El tiempo de descortezado promedio fue de 0,14 hs, en los dos primeros casos. La porción descartada no la cuantificamos. El tiempo total de cocción en los tres casos fue de 0,86 hs en promedio, con una variación CVS= 4,6%. Lo más interesante es que el tiempo de cocción promedio para las dos experiencias con papas peladas es igual al tiempo de cocción de las papas sin pelar. Señalamos que lo habitual es el consumo de papas sin pelar, hervidas o asadas. En estos casos el costo de precocción es despreciable, y está limitado al lavado manual intenso para remover restos de tierra adherida a los tubérculos, pero el costo de cocción es muy alto siempre. Debido a esto para el cálculo de T_{pb} y T_{pc} ignoraremos los costos del descortezado y tomaremos los valores promedios de lavado y cocción De tal manera:

$$C_{nb_papa} = 0,014hr ; B = 1kg$$

$$C_{nc_papa} = 0,86hr , B_u = 1kg$$

$$T_{pb_papa} = 0,014hr / kg ; T_{pc_papa} = 0,86hr / kg$$

Estimaremos ahora los costos de procesamiento secundario de los frutos de *opuntia*. Estos alimentos, consumidos crudos no tienen costos de procesamiento importantes, ya que son preparados quitándoles las espinas mediante el frotado con un cuero de cordero. Usualmente este trabajo lo hacen Eulalia o Benito. Según ambos el tiempo de limpieza de las espinas para un balde cosechado de 4 kilogramos es aproximadamente, de media hora como máximo. El consumo de estos alimentos debe ser rápido, no demorando más de dos días después de su cosecha. Esto se debe a que los frutos rápidamente se pudren. Más aún si se los cosecha rojos, cuando son más dulces, y más difíciles de conseguir. Eulalia explica que los frutos de Matancillas son más espinosos y más chiquitos que aquellos conseguidos en Tastil o más abajo –Quebrada del Toro. Además nos indicó que no sirve para dulce, como el higo de tuna *Opuntia ficus indica*, recurso que se compra en las ferias de San Antonio de los Cobres y que es traído de los valles. Con el fin de estimar los costos por kilogramo invertido en el procesamiento de estos frutos realizamos una observación dirigida del tiempo invertido en la limpieza de este recurso Para esto le pedimos a Eulalia que coseche los frutos y nos permitiera cuantificar el tiempo de limpieza de 1kg de lo cosechado, como dijimos *supra* el total cosechado fue de 1,6 kilos. De este total la limpieza de 1kg de frutos fue de 14 minutos –Tabla 6.12. Esta información nos sirven para estimar los costos de manejo secundario de los frutos de cactáceas. Tomando estos datos:

$$C_{nb_opuntia} = 0,071hr ; B = 1kg$$

$$T_{pb_opuntia} = 0,071hr / kg ; T_{pc_opuntia} = 0$$

Antes de discutir los costos de manejo secundario y final de la carne de camélidos, vizcachas y suris es importante aclarar un punto. En un sentido estricto, para que las estimaciones de estos costos sean completamente comparables con la de los recursos vegetales, deben estar realizadas sobre la base de 1 kg de carne faenada. Lamentablemente no disponemos de datos para respetar este estándar de cálculo. Por ello relajaremos esta condición y realizaremos las estimaciones a partir de los valores que más se aproximen a 1 kg de carne faenada. Dicho esto pasamos a las estimaciones.

Con respecto a la llama, en Matancillas lo habitual es el consumo de su carne fresca. La manufactura de charqui de llama no es frecuente. Lamentablemente no hemos registrado la manufactura de charqui en Matancillas, lo cual no quiere decir que *ocasionalmente* no se lo haga.

Cuando ocurren situaciones de pérdidas de pasturas por sequías, se faenan los animales más viejos y su carne se prepara para el *consumo diferido* como charqui. Este proceso agrega costos de procesamiento secundario que sería importante investigar, porque precisamente ellos son los costos del almacenamiento de la carne que pueden incidir en el potencial para el intercambio de este producto. Con relación a la vizcacha, en Matancillas su carne no se consume hervida ni se la prepara en conserva. Esto se debe a que se aprecia mucho el sabor de su carne horneada o asada. Esto mismo nos fue informado por distintas personas de la localidad de San Antonio de los Cobres. Sin embargo en esta localidad algunas personas la suelen preparar también en guisos.

Para la carne de llama los tiempos de procesamiento precocción son despreciables, porque simplemente son los demandados en el fraccionamiento de la ración a utilizar, que se realiza con un cuchillo de acero al que se le aplica un golpe, utilizando una mano de moler, cuando se cortan partes con hueso. Esta labor demanda unos muy pocos minutos, dependiendo de la fracción a consumir. Disponemos de información de dos casos de procesamiento precocción y cocción –Tabla 6.12. En el primer caso se procesó una fracción de 4, 3 kg de costillar, su corte y salado llevó apenas 1,5 minutos y su cocción asada 22 minutos. En el segundo caso se procesó una fracción de un cuarto trasero de 1,4 quilogramos, el corte se hizo con un cuchillo de acero y una maza de piedra, apoyando la pieza sobre una mesa, luego de lo cual la fracción obtenida fue sazonada. La duración de este proceso precocción no la medimos, porque nos fue relatado por Eulalia, quien lo llevó a cabo. En este caso solo presenciamos el evento completo de cocción que duró 17 minutos. Sobre la base del primer caso los costos de procesamiento *precocción* implican un total de 0,0006 hr/kg. Estos costos son despreciables –equivalentes a los residuos de cálculo- y en consecuencia no los consideraremos. Haremos lo mismo para la carne de vizcacha, que cocinada entera no tiene ningún otro costo, salvo los de sazonado – que ignoraremos.

La cocción asada de carne de llama se utiliza siempre que se faenan a los animales. Por el clima seco y frío en Matancillas la carne fresca se conserva por semanas a la sombra, en habitaciones cerradas –que suelen ser las mismas que se utilizan para dormir. El único cuidado que hay que tener es proteger las partes faenadas con lienzos o con papel, para evitar que las moscas depositen sus huevos en la carne y la pudran. Cuando esto ocurre, se suele cortar la parte inservible y limpiar la pieza. Por esta razón generalmente el consumo de carne asada es lo más habitual. Sin embargo, también en algunas ocasiones se hierven partes de la carcaza y las vísceras junto con vegetales, para hacer guisos o pucheros. Lo mismo se hace si se dispone de charqui.

Por otra parte el producto faenado de un animal entero grande requiere aproximadamente 2 horas de cocción. Esto se hace en ocasiones especiales como las señaladas. En la señalada de 2002 se faenó y asó 1 animal de 90 kg de peso vivo, cuyo tiempo de cocción lo medimos en 2 hora con 10 minutos, es decir 2,16 hrs. –Tabla 6.12. La carne asada de este animal fue consumida junto con otros platos durante la noche por todos los participantes –alrededor de 40 personas –incluidos nosotros. Considerando el índice de utilidad de 0,64, el costo de cocción estimado por kg es de 0,037 hr/kg, para un animal asado entero. Para el cálculo de T_{pb} de llamas utilizaremos los datos del caso B de la Tabla 6.12, y consideraremos que para 1 kg el tiempo de procesamiento secundario tiende a cero. Los resultados los generalizaremos para los camélidos silvestres. Así:

$$Cnb_{llama} \cong 0hr / kg , B = 1kg$$

$$Cnc_{llama} = 0,28hr , Bu = 1,4kg$$

$$Tpb_{llama} \cong 0 ; Tpc_{llama} = \frac{0,28hr}{1,4hr} = 0,2hr / kg$$

Finalmente discutiremos los costos de manejo secundario y final de vizcacha y suri. Benito informa que la cocción de una presa entera sobre brasas, pero inserta entre dos placas metálicas que la cocina como en un horno, requiere un tiempo máximo de 1 hora. Cuando se le preguntó acerca del tiempo de cocción a fuego directo, respondió que es mucho más rápido pero que la carne se pone más dura.

Sin embargo esta manera de cocción es habitual en Pastos Grandes. Allí pudimos medir el tiempo de cocción de 2 ejemplares cazados con escopeta, para los cuales no pudimos determinar sus pesos individuales. La cocción de ambas presas fue simultánea. La estructura de combustión consistió en un rectángulo de piedra al aire libre de alrededor de 40 cm. de lado, con alambres de acero entrecruzados dispuestos por encima de las piedras, formando una parrilla y utilizando tola como leña. Ambas presas fueron dispuestas enteras y peladas por encima de la parrilla, y cubiertas con una chapa metálica. La cocción se realizó exponiendo la carne permanentemente a las llamas y no a las brasas. El tiempo de cocción neto, desde que se colocaron las presas en el asador hasta que se las retiró fue de 14 minutos para ambas. El resultado fue una carne superficialmente carbonizada y bien cocida.

En cuanto al suri, tanto en Pastos Grandes como en San Antonio de los Cobres el consumo de esta carne es preferentemente hervida, aunque ocasionalmente suele horneársela. Para este recurso disponemos de una observación directa de cocción en Matancillas de media quilla de 2,3 kg de peso, que Benito compró en la carnicería de San Antonio de Los Cobres durante las Pascuas de 1999. La cocción fue por hervido en su casa de San Antonio de los Cobres, en una olla de barro tapada. Allí se cocinaron 3 partes menores de la fracción comprada, junto con vegetales. La cocción se realizó a cielo abierto en el fogón del patio central de la casa y utilizando tola como leña. El tiempo total de cocción de la carne de ave fue de 35 minutos, es decir 0,59 hr -Tabla 6.12. La carne fue utilizada en empanadas. El tiempo de fraccionamiento de la pieza total fue también mínimo.

Estos son los únicos datos de observación directa que disponemos para la cocción *Lagidium* y *Rhea* en la Puna de Salta. Por lo tanto mientras no obtengamos otros de mayor calidad los utilizaremos. Dado que desconocemos el peso de las presas cocidas de vizcacha, asumiremos para estas un peso vivo promedio de 1,2 kg y el índice de utilidad 0,58 para calcular T_{pc} . Para suri tomaremos el peso total de la carne cocida y su resultado lo generalizaremos para *Rhea*. Al igual que en el caso de la llama consideramos que el tiempo de procesamiento secundario para 1kg en ambos recursos tiende a cero. De esto resulta:

$$C_{nb_{vizcacha-suri}} \cong 0hrs / kg , B = 1kg$$

$$C_{nc_{vizcacha}} = 035hrs , B_u = 1,2kg \times 0,58 = 0,7$$

$$C_{nc_{suri}} = 059hrs , B_u = 2,3kg$$

$$T_{pb_{vizcacha}} \cong 0 ; T_{pc_{vizcacha}} = \frac{0,23hr}{0,7g} = 0,33hr / kg$$

$$T_{pb_{Rhea}} \cong 0 ; T_{pc_{Rhea}} = \frac{0,59hr}{2,3g} = 0,26hr / kg$$

9.4- Composición de los Costos de Manejo

Con los valores ya estimados de tiempo de manejo por kilogramo bruto de cada recurso, podemos evaluar la incidencia de cada costo individual en el costo total de manejo de toda la serie de recursos, para discutir cuales son los costos que más afectan al beneficio neto de las estrategias de uso de recursos; y a partir de los cuales esperamos que opere con mas fuerza la selección natural optimizante. La Tabla 6.13 resume cada uno de los costos de manejo aquí analizados por recurso y el valor final de *hz*, que como dijimos es la sumatoria de cada uno de estos costos de manejo.

RECURSOS	TP (hr/kg)	Tpa (hr/kg)	Tpb (hr/kg)	Tpc (hr/kg)	hz (hr/kg)
Frutos de Opuntia	0	0,066	0,071	0	0,137
Vicuña	0	0,035	0	0,2	0,235
Guanaco	0	0,041	0	0,2	0,241
Rhea	0	0,188	0	0,26	0,448
Llama	0,22	0,052	0	0,2	0,472
Vizcacha (<i>L. viscascia</i>)	0	0,38	0	0,33	0,710
Solanaceas Silvestres	0	0,12	0,014	0,86	0,994
Papa	0,14	0,01	0,014	0,86	1,024
Chenopoidaceas	0	1,02	0,1	0,4	1,520
Quínoa Doméstica	0,94	0,2	0,1	0,4	1,640
Maíz	0,22	0,026	0,526	2,76	3,532

Tabla 6.13: Matriz de Costos de Manejo de los Principales Recursos Alimenticios, Silvestres y Domésticos, de la Puna de Salta. En la matriz la serie de recursos está ordenada de manera decreciente con respecto al costo total de manejo *hz*, medido en horas/ kilogramos.

La Figura 6.10 presenta la grafica de la contribución porcentual de cada uno de los costos de manejo en la matriz de costos. Nótese la gran incidencia relativa de los costos procesamiento final *Tpc*, es decir de los costos de cocción, especialmente para todos los recursos domésticos y más particularmente para el maíz. Para los recursos animales los costos de cocción son también los de mayor incidencia en general, especialmente en el caso de los camélidos silvestres, y en menor medida en los roedores y en *Rhea*. Para los recursos domésticos, obsérvese también la baja incidencia de los costos de producción. Considerando los costos de manejo secundario y final, ambos costos son los que dominan los costos de manejo total de estos recursos.

Es de especial interés remarcar que de acuerdo a nuestro trabajo *es mucho más costoso el procesamiento de los recursos que la producción*. Tanto de camélidos como de recursos vegetales. Especialmente en el caso del maíz, cuya producción por kilogramo útil representa solo el 6% de los costos totales de manejo. La primera conclusión que sacamos es que la selección optimizante operará con mayor fuerza sobre los costos de procesamiento secundario y de procesamiento final para todos los recursos obtenibles de la agricultura. En consecuencia cualquier tecnología que mitigue estos costos puede ser selectivamente retenida. Hawkes y O'Connell (1981), Winterhalder y Goland (1997), Barlow (1997) –entre otros- señalaron la importancia de los costos de molienda y precocción de los recursos vegetales, silvestres y domésticos. Nosotros coincidimos con este punto y agregamos que al considerar los tiempos de cocción los costos de procesamiento final se incrementan dramáticamente.

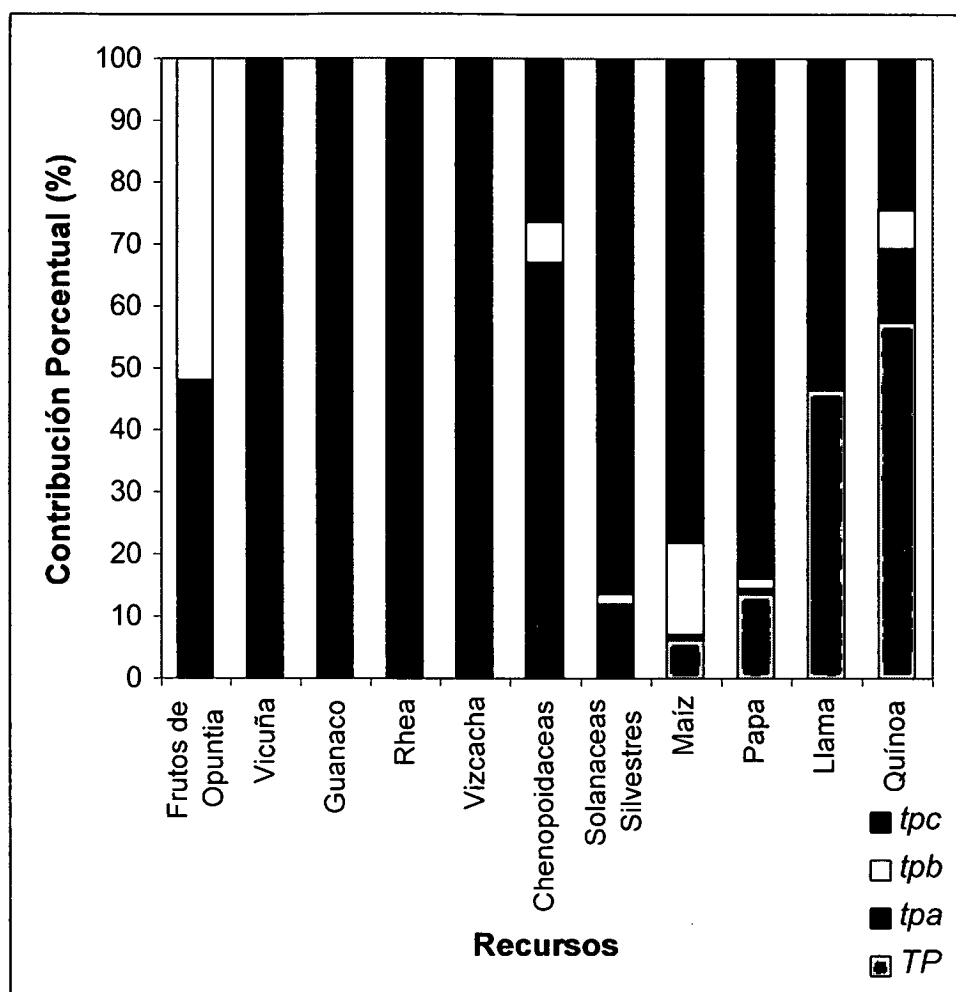


Figura 6.10: Composición del Costo Global de Manejo de los Principales Recursos Silvestres y Domésticos de la Puna de Salta y Contribución Relativa de los Distintos Costos de Manejo: TP Costos de producción, Tpa: Costos de manejo primario, Tpb: Costos de manejo secundarios, Tpc: Costos de manejo final. *tp*, en la Puna de Salta

En Matancillas la tecnología para la cocción de maíz y quínoa es principalmente un conjunto de ollas de barro, utilizadas de acuerdo a la cantidad de comida a preparar y en sistemas de cocción al aire libre, durante el verano. En estas condiciones el costo de cocción representa el 78% del costo total de manejo, lo cual es una proporción muy alta. Para la quínoa esta misma relación es del 26 % siendo también muy alta. Esperamos entonces que haya presiones de selección natural muy fuertes para optimizar los costos de cocción, operando en todo el sistema de consumo final, particularmente en los artefactos y en las estructuras de combustión.

Si bien los costos de cocción son relativos al volumen de alimento cocinado, se podría argumentar que una estrategia de minimización de estos costos es maximizar la cantidad de alimentos cocinados para su consumo diferido. Pero cuando los alimentos se consumen hervidos esta estrategia no es una posibilidad realista. Esto se debe fundamentalmente a que hervir grandes cantidades de alimentos demanda el mantenimiento del fuego a temperaturas máximas durante largos períodos de tiempo, mayores cantidades de combustible, y una alta inversión en tecnologías de cocción apropiadas para conseguir temperaturas adecuadas y constantes para que se cuezan los alimentos. Además se agregan grandes costos de almacenamiento y pérdidas de alimentos. En estos términos esta estrategia es antieconómica. En Matancillas el almacenamiento de alimentos hervidos es totalmente perjudicial

debido a las pérdidas de comida por descomposición, especialmente de los granos de maíz y quínoa que no se conservan hervidos por más de dos días como máximo.

Deducimos de esto que en la Puna la selección natural actuará direccionalmente minimizando los costos de cocción de todos los alimentos, pero fundamentalmente de aquellos que requieran de cocción por ebullición. Por ejemplo, nosotros hemos registrado un costo en horas de cocción de maíz seco de 2,76 hr/kg y de papa de 0,86 hr/kg, ambos en una altitud cercana a los 3.700 m/nm. Al nivel del mar, y con tecnologías de cocción no tradicionales, la cocción hervida del maíz seco lleva un máximo de 1,5hr/kg, y la cocción de papa lleva 0,60hr/kg como máximo. Lo mismo ocurre con la quínoa cuya cocción al nivel del mar no pasa de los 15 minutos por kilogramo (Pupi *et. al.* 1988).

Sostenemos que el efecto de la altitud en los tiempos de cocción de los vegetales genera presiones de selección direccional para la evolución de tecnologías de cocción y combustión que maximicen la eficiencia. Aquí hay un rango muy amplio de conductas y artefactos que pueden evolucionar en respuesta a esta presión selectiva. Las más obvias son las tecnologías de cocción, tales como la cerámica -cuyos atributos formales pueden directamente aumentar la eficiencia de cocción de los recursos (Bronitski y Hammer 1986, O'Brien *et al* 1994, Schiffer 1999)-, las estructuras de combustión y el combustible utilizado.

Los fogones excavados, que son las estructuras de combustión dominantes en la población aborigen de la Puna de SAC, quizás tengan precisamente el efecto de disminuir el costo de la cocción de los alimentos -Foto 6.9. En cuanto al combustible, el uso actual de bosta de camélidos es una práctica habitual, porque se logran temperaturas equivalentes o superiores a la de la leña de tolas y una mayor duración de la combustión. La importancia del estiércol como combustible en los Andes fue señalada por Winterhalder y Thomas (1992). En la manufactura de cerámica también se ha comprobado su alta eficiencia (García 1988). Nuestra propia experimentación en la cocción de alfarería utilizando estiércol como leña demostró su alto potencial energético. La temperatura lograda en la cocción de cerámica, medida con pirómetro en atmósfera reductora alcanzó un pico de 738° C. en los primeros 15 minutos, temperatura que se mantuvo estable hasta los 700°C. por más de tres horas, y declinando a una tasa muy lenta, logrando la cocción homogénea de las piezas (Camino 2003).

Otra manera de aumentar la eficiencia de cocción es a partir de diferentes técnicas de elaboración de alimentos, que manteniendo constante el combustible consumido aumentan el rendimiento en kilocalorías de los recursos. Por ejemplo el maíz tostado aumenta el rendimiento en kilocalorías cerca de una 40 %. Esto demanda de tecnologías específicas para esta forma de cocción. Por ejemplo de formas de alfarerías planas y asimétricas (López 2003). Lo mismo ocurre con la confección de tortas de harina de quínoa y de otras gramíneas silvestres (Cane 1989), en estos casos se agregan costos de procesamiento secundario, específicamente de molienda y producción de harina. La cocción tostada del maíz efectivamente puede disminuir los costos de cocción maximizando el volumen de los alimentos cocidos, para su consumo directo o diferido. Si el consumo es diferido esta conducta demanda costos de almacenamiento y cuidado de los alimentos que limitan su escala, los cuales que serían interesantes investigar mediante observaciones actualísticas y experimentación.

Los tiempos de cocción medidos por nosotros fueron a partir de cocciones a cielo abierto, pero etnográficamente la cocción en el interior de las viviendas es muy habitual. Creemos que esto también afecta a la eficiencia de cocción. De tal manera la investigación futura demanda la experimentación en el campo para estimar la eficiencia de las tecnologías de combustión y cocción en las Tierras Altas, controlando la variación resultante de las diferentes estructuras de combustión y los distintos contextos de cocción, a cielo abierto o en el interior de aleros y casas.



Foto 6.9. Cocción de Quínoa por Hervido. Nótese la estructura de combustión cavada

Con respecto a los costos de manejo primario globalmente, para toda la matriz, estos tienen una incidencia variable. Es importante destacar que en el caso de los recursos vegetales silvestres estos costos son los de cosecha y poscosecha, cuya mayor incidencia es para las semillas como la quínoa silvestre o doméstica, mientras que en otros recursos vegetales la incidencia de estos costos es relativamente baja. Arqueológicamente esperamos una alta direccionalidad para la selección natural de tecnologías que maximicen la eficiencia de cosecha de estos recursos. En la actualidad esto se hace mediante instrumentos cortantes filosos para obtener las espigas de plantas silvestres o domésticas. Aldenderfer (1997) propuso el potencial de los instrumentos bifaciales para estas tareas. Sin embargo creemos que cualquier tecnología de filos cumplirá con esta función. La experimentación puede resolver esta cuestión. Pero destacamos que las tecnologías con menor inversión en su manufactura y mayor eficiencia de corte pueden ser los mejores diseños desde lo óptimo. Esto requiere de materias primas adecuadas, tales como las obsidias. Para todos estos casos, y también para las actividades de faena de recursos animales esperamos tecnologías que maximicen la eficiencia (Bousman 1993).

En relación con los costos de procesamiento secundario de los recursos, estos inciden muy fuertemente en los recursos vegetales. Estos costos se derivan principalmente de los costos de descascarado y molienda, y de la eliminación de las sustancias tóxicas de la quínoa. De tal manera esperamos selección natural de tecnologías que aumenten la tasa de retorno marginal de estos recursos cuando están en la dieta, haciendo decaer cada uno de estos costos. Para los recursos silvestres estos son relativamente altos, pero son en términos netos sustancialmente menores en aquellos vegetales como los frutos de *opuntia* o de hierbas comestibles. Sin embargo estos recursos son en general de un bajo contenido energético.

Con respecto al maíz sobre la base del trabajo de Sol Tax en Guatemala, Barlow 1997 estima que tiempos de procesamiento, *shelling + grinding times* entre 2003 hr/acre y 871 hr/acre en 2 parcelas de 0,18 acres. Esto nos da un promedio de 1437 hr/acre para ambas parcelas, equivalente a 3.592,5 hr/ht. Nuestra medición para Matancillas es de 2.610 hrs/ht, que surge del producto entre el tiempo medido de procesamiento precocción de 0,526 hr/kg y el rendimiento por hectárea de maíz –ver Tabla 6.5. Esto es sumamente significativo porque pone de relieve la gran importancia de estos costos en la utilidad neta. Particularmente de los costos de molienda, que declinan sustancialmente con la

tecnología utilizada, como lo ha demostrado Barlow (1997) para el maíz. De tal manera, tanto en economías de producción de alimentos como en economías de recolección esperamos una alta incidencia de estos costos en la evolución de tecnologías específicas de molienda.

Si consideramos la incidencia conjunta de los costos de cocción y los de molienda, entonces es esperable que en situaciones de alta recolección de recursos vegetales proliferen paralelamente tecnologías que minimicen ambos costos. Por ejemplo a partir del uso combinado de alfarería doméstica, artefactos de molienda y recursos tales como las *chenopoidaceas*. Más generalmente esperamos que los costos de cocción sean también muy altos en altitudes menores, especialmente conforme aumenta la latitud y disminuye la temperatura efectiva. De tal manera podemos postular que estos costos intervendrán en la evolución selectiva de tecnologías de procesamiento final de recursos en una variedad de ambientes. Más aún, en situaciones en las cuales decline la frecuencia de encuentro de los recursos de alto ranking y se incorporen recursos con una mayor demanda de procesamiento postencuentro. Bajo estas condiciones existirán presiones de selección natural para la retención de tecnologías que minimicen los costos de procesamiento secundario y de cocción de estos recursos. Esto puede llevara a la proliferación de tecnologías como la cerámica y los instrumentos de molienda en nichos económicos de predación que incluyen en su dieta semillas recolectadas. En la siguiente sección presentamos la serie óptima de recursos que se deriva de este trabajo. Es decir, el ranking de elegibilidad de los principales recursos de la Puna de Salta.

10- Ranking de los Principales Recursos de Producción y Recolección en el Valle de SAC

La Tabla 6.13 es la base para la construcción del ranking de los recursos. Para obtener la serie ordenada de los recursos de recolección y producción de la puna de Salta, ordenada por su utilidad económica neta, debemos considerar los rendimientos marginales de los recursos en términos de kilocalorías horas. Para esto utilizamos la fórmula (5.3), presentada en el Capítulo 5, por la cual simplemente multiplicamos la cantidad de kilocalorías por kilogramo bruto de cada recurso, por su índice de utilidad, y a este resultado lo dividimos por el costo total de manejo *hz* de la Tabla 6.13.

La Tabla 6.14 muestra el ranking final de los recursos, y la Figura 6.11 la gráfica ordenada de toda la serie óptima. Como se puede ver los recursos que serán siempre perseguidos e incluidos en la dieta serán siempre los recursos silvestres. En particular los vegetales con baja inversión en costos de procesamiento y los camélidos.

RECURSOS	kcal/hr	Rank
Frutos de Opuntia	5.109,49	1
Vicuña	2.527,66	2
Guanaco	2.464,73	3
Chenopoidaceas	2.169,74	4
Quínoa Doméstica	2.010,98	5
Llama	1.464,41	6
Rhea	1.458,48	7
Vizcacha	932,08	8
Solanaceas Silvestres	831,49	9
Papa	807,13	10
Maíz	683,47	11

Tabla 6.14: Ranking en Kilocalorías por Hora de los Principales Recursos Silvestres y Domésticos de la Puna de Salta.

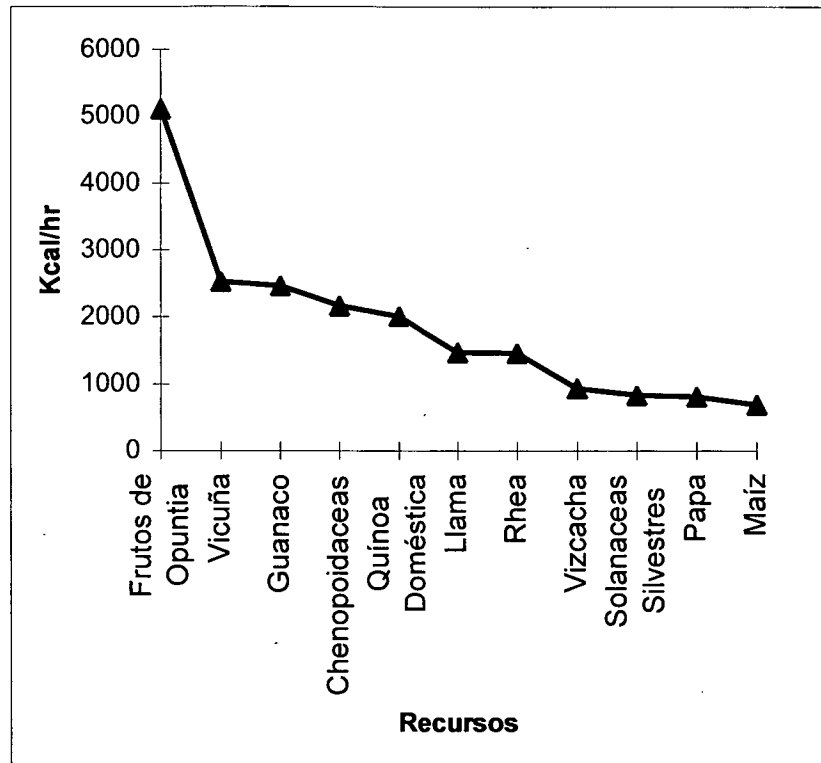


Figura 6.11: Serie Ordenada de Recursos de Acuerdo a su Utilidad en Kilocalorías por Hora de Manejo

De los recursos silvestres *Rhea*, vizcachas y las solanaceas son las peores alternativas, y notoriamente sus costos de manejo superan a los de la llama –obtenidas por producción. Esto resulta fundamentalmente de la baja obtención de energía de estos recursos comparada con sus costos de manejo. En el caso de *Rhea* su baja utilidad neta es un resultado directo de sus altos costos de obtención postencuentro, particularmente de los costos de caza y faena de estos recursos. Para el caso de las vizcachas, su utilidad económica neta es muy baja por sus costos de caza. Tratándose de presas de pequeño porte y alta capacidad de fuga, estos animales aún cuando se encuentren altamente localizados no son muy factibles de ser cazados masivamente, lo cual aumentaría su utilidad marginal, ni siquiera con el empleo de redes. De tal manera, en cuanto a la eficiencia económica, *Rhea* y vizcachas son las peores alternativas de caza y entonces solamente entrarán en la dieta cuando los recursos de mayor ranking disminuyan en su densidad, lo que hará declinar la eficiencia económica total del nicho económico.

En general el registro arqueofaunístico de *Rhea* en la Puna de Argentina es prácticamente nulo. Creemos que esto se explica por su baja utilidad neta. La utilidad de estas aves declina aún más cuando consideramos que se trata de animales altamente sensibles a la presencia humana, dado que su conducta es el abandono de hábitat y de los sectores de nidaje ante predadores, esto disminuye la frecuencia de encuentro y aumenta los costos de búsqueda de estas presas. En el caso de las vizcachas los costos de búsqueda disminuyen por su concentración espacial altamente localizada y predecible. En consecuencia esperamos que entren en la dieta antes que *Rhea*, pero repetimos: solamente cuando los recursos de mejor ranking disminuyen en abundancia en una magnitud tal que estos recursos comienzan a no ser ignorados para su consumo. En estos casos la adaptación será sumamente costosa y en el largo plazo maladaptativa (Muscio 1999).

En cuanto a los vegetales los frutos de *opuntia* serán siempre explotados una vez encontrados, porque en términos netos son las mejores alternativas económicas. Esto se debe fundamentalmente a sus bajos costos de obtención postcosecha, logrados por la recolección masiva de estos recursos y por los costos nulos de cocción y procesamiento precocción. Sin embargo, su disponibilidad acotada a los finales de la temporada húmeda, restringe las oportunidades de estos recursos de alto beneficio neto. Dado esto una hipótesis que puede investigarse es el procesamiento secundario para el consumo diferido de estos recursos. Especialmente de técnicas de secado de frutos, que preservan los azúcares y permiten el almacenamiento de los mismos. De cualquier manera la evidencia de un alto consumo arqueológico de esta clase de plantas ha sido demostrada por Yacobaccio y Olivera 2003, mediante el análisis de isótopos estables de registros biontopológicos del Holoceno Temprano.

La posición de *opuntia* en el ranking es también una medida del lugar que ocupan todos los recursos vegetales de recolección cuyos costos de procesamiento son ínfimos. Es decir que esperamos que estos recursos estén siempre presentes en la dieta si su disponibilidad en el paisaje no hace declinar la utilidad neta. Al respecto la Información de las ocupaciones del Holoceno Temprano de Antofagasta de la Sierra demuestra el uso muy amplio de especies vegetales de esta clase (Rodríguez)

Otro componente importante de los recursos de alto ranking son las gramíneas silvestres, en nuestro caso las *chennopoidaceas*. Estos recursos se ubican en cuarto lugar en el ranking, con una diferencia muy chica con respecto a los camélidos silvestres. En consecuencia esperamos que estos recursos estén presentes en las dietas siempre que su densidad sea alta, comparada a la de los recursos de mayor ranking. Más aún considerando que los costos de procesamiento pueden disminuirse con técnicas de molienda y de cocción mucho más eficientes que las que aquí contemplamos. Bajo estas condiciones estos recursos pueden entrar en la dieta de predadores que comienzan a intensificar su nicho.

Finalmente nos referiremos a los recursos de producción. Nótese que la peor de las alternativas es la producción de maíz, y la mejor es la quínoa. Esto directamente se explica por los costos de procesamiento final de ambos recursos, por las diferencias en kilocalorías y en la utilidad de cada unidad producida.

Para la quínoa los costos de producción son mayores, pero su utilidad neta en kilocalorías es muy superior y los costos de cocción muy inferiores. En el caso del maíz ya vimos que la cocción tostada puede aumentar su valor energético total y disminuir los costos de cocción, por lo cual esperamos que la entrada de estos recursos en la dieta maximice estos costos, siempre que haya tecnologías disponibles. En el caso de las papas su posición en el ranking se deriva fundamentalmente de la incidencia de los costos de cocción y de su menor valor energético con respecto a la quínoa.

Como dijimos previamente este es un ranking básico, que sirve para una primera estimación de la calidad económica de los recursos. En el futuro necesariamente debemos contemplar la variabilidad resultante de diferentes tecnologías de procesamiento de los recursos, porque allí puede estar la clave para explicar la evolución de las tecnologías de manejo de los recursos y de la variación en las amplitudes de las dietas. Desde el Modelo de amplitud de la dieta se puede predecir que la alternativa de promediar los rendimientos de la agricultura de quínoa, papas y maíz disminuye la eficiencia económica. Sin embargo esto precisamente es lo esperable si se emplean estrategias que no buscan maximizar la eficiencia sin disminuir el riego. De tal modo sugerimos que la diversificación de cultivos, aunque disminuya el rendimiento neto total será funcional principalmente minimizando el riesgo. De cualquier manera, aún en esta situación esperamos presiones de selección que actúen aumentando también la eficiencia productiva.

11- El Rol de los Estudios Actualísticos de Sociedades Etnográficas en Arqueología Evolutiva

A lo largo de toda esta sección hemos construido una serie de datos basados en la información etnográfica, apuntando a generar hipótesis que puedan servir para la construcción de modelos arqueológicos para la investigación de procesos evolutivos que tuvieron lugar durante el Período Temprano de la Puna de Salta. Aquí queremos enfatizar la diferencia de nuestro acercamiento con la etnoarqueología procesualista (Binford 1981,1983,1992, Aldenderfer 2001), remarcando la dependencia teórica del trabajo actualístico a la Teoría de la Evolutiva, y presentando los resultados de los estudios de transmisión cultural y sus implicaciones para el estudio de los procesos de cambio evolutivo.

El punto de vista aquí adoptado es que en Arqueología Evolutiva la investigación actualística en sociedades presentes es útil, debido a que permite analizar en el tiempo conductual los sesgos intervinientes en la toma de decisión y en la transmisión cultural. Esto es sumamente valioso para construir hipótesis y modelos en escalas temporales evolutivas. En nuestra opinión estas hipótesis deberían orientarse a predecir los patrones empíricos discriminantes de procesos de cambio particulares en el registro arqueológico. Fundamentalmente del *tempo, el modo* y los mecanismos del cambio evolutivo (Muscio *et. al.* 2001). Esta divergencia programática, desde nuestro punto de vista, constituye la diferencia substancial con la etnoarqueología, la cual suele ser un ejercicio de construcción de explicaciones inductivas de la variabilidad arqueológica, mediante modelos analógicos derivados de observaciones etnográficas, que no se desprenden de un marco teórico explicativo y donde la causalidad está en la misma analogía (O'Connell 1995).

En Arqueología Evolutiva la investigación actualística es fundamental para construir modelos acerca de los *patrones arqueológicos* emergentes de la acción recursiva del comportamiento humano, en escalas transgeneracionales. En esto es crítico particularizar adecuadamente las propiedades del entorno selectivo estudiado, porque precisamente la información requerida es acerca de las *regularidades* de la conducta humana en entornos selectivos específicos. Sostenemos que en los modelos generados por esta vía, las causas de los patrones arqueológicos son los sesgos que actúan en la toma de decisión y en la transmisión cultural, y que como arqueólogos queremos identificar en un registro empírico. Justamente, del aprendizaje en el tiempo conductual acerca de los patrones empíricos que generan estos sesgos es posible construir argumentos de validez para identificar otros procesos de sesgo que operan en escalas temporales no etnográficas, tales como la selección natural en el nivel del organismo.

De tal manera creemos que este procedimiento permite construir argumentos válidos - teóricamente guiados- para discutir los diferentes mecanismos de cambio evolutivo, y los niveles en los cuales potencialmente puede actuar la selección natural Darwiniana, mediante el estudio de los patrones observados en registros arqueológicos particulares (Bettinger *et. al.* 1998). Por ejemplo en patrones tales como las amplitudes promediadas de la dieta (Delpech y Grayson), la escala espacial de uso del espacio bajo diferentes estrategias económicas (O'Connell 1995), la velocidad del cambio de las morfologías de artefactos (O'Brien y Lyman 2000), la trayectoria del cambio de las variaciones en las tecnologías -direccional, estabilizadora, disruptiva- (Van Pool 2001), y el modo -continuo o discontinuo - en el cual se manifiesta la variación a lo largo del tiempo arqueológico (O'Brien y Lyman 2000, Muscio *et. al.* 2001). En breve, el universo de sociedades actuales, se nos presenta como un laboratorio para obtener la información necesaria para la construcción de modelos evolutivos, que esclarezcan los patrones materiales de largo plazo resultantes de conductas sesgadas.

Una premisa que es fundamental en este razonamiento es que ante restricciones selectivas comparables la selección natural, en cualquier nivel focal, dará lugar a soluciones funcionalmente

equivalentes (Boyd y Richerson 1998). Este principio seleccionista sirve como criterio de uniformidad entre las conductas observadas en el presente y las conductas esperables en el pasado en entornos selectivos similares. Un aspecto que es muy importante reconocer, es que este principio no implica nunca que las conductas observadas en el presente sean análogas a las del pasado. Si bien la selección natural en entornos similares da lugar a adaptaciones funcionalmente similares, *estas pueden diferir en su estructura o manifestación formal* (Maynard Smith 1993, Bettinguer *et al.* 1995). Esto se espera porque probabilísticamente pueden existir múltiples y diferentes soluciones óptimas a similares restricciones selectivas⁸ y problemas de diseño (Dennet 1995). No obstante, y esto es muy importante, debe notarse que la intensidad y las características de los sesgos que propician el comportamiento adaptativo –i.e minimización del riesgo, maximización del beneficio, minimización de los costos de aprendizaje- si responden a presiones selectivas similares serán también similares. Por lo tanto el estudio de las manifestaciones más generales esperables en el largo plazo por la acción de tales sesgos, en el uso y descarte de tecnologías o en el uso del espacio de sociedades actuales, es el principal interés para los arqueólogos evolutivos, y no las particularidades de las conductas del presente. Más concretamente, no importa tanto la particularidad de los artefactos que etnográficamente se utilizan, sino los sesgos que intervienen en la selección de sus propiedades de diseño y en sus tasas de replicación y descarte en el espacio.

A los fines arqueológicos, el trabajo en sociedades actuales es crítico cuando se orienta al análisis de la fuerza y los modos en que operan los sesgos del comportamiento adaptativo en sociedades del presente y que en el pasado pudieron también operar, pero produciendo registros materiales diversos, *que en su gran parte no tendrán análogos etnográficos*. Si se conoce como operan estos sesgos, a partir de la estimación de índices o coeficientes, generando regularidades en las escalas temporales promediadas, propias de la arqueología, es posible encontrar patrones en esta diversidad que sirvan para la discusión de casos arqueológicos.

Por tal razón es importante señalar que desde nuestro punto de vista el trabajo actualístico no es adecuado para generar marcos interpretativos de las particularidades de sistemas conductuales simples o complejos, como se propuso desde la etnoarqueología basada en el estudio de sistemas adaptativos (Binford 1983). Esto fundamentalmente se debe a que la evolución Darwiniana es un proceso contingente con la historia. En este sentido la historia cultural de las poblaciones humanas y los mecanismos de transmisión cultural de pautas de comportamientos complejos, son los principales factores que determinan los sesgos que canalizan culturalmente la evolución y la persistencia de una amplia diversidad de soluciones localmente óptimas a restricciones selectivas similares (Henrich y Boyd 1998). El reconocimiento de los sesgos culturales, de naturaleza histórica, que afectan al comportamiento modal en el nivel de la población, debilita fuertemente la posibilidad de establecer analogías válidas entre conducta presente y pasada, por lo cual los modelos analógicos de la etnoarqueología para interpretar al registro arqueológico son inapropiados. En consecuencia el objetivo no es el reconstruccionismo analógico (Dunnell 1978), sino el estudio teóricamente guiado de las causas últimas por la cual emergen los patrones de cambio arqueológico. Es decir de las regularidades que ayuden a identificar procesos de cambio evolutivo en el registro arqueológico, y no de las particularidades observadas en el tiempo conductual y utilizadas como algoritmos para la interpretación del registro arqueológico. Con esto no desestimamos la posibilidad de utilizar información etnográfica – o de cualquier otra fuente- para generar hipótesis a contrastar en el registro arqueológico. Solamente sostenemos que la práctica de la etnoarqueología para generar una “teoría del registro arqueológico” no es una tarea fecunda. Básicamente por la incertidumbre de los datos que genera al no contar con una teoría más general que explique las causas de la conducta observada y que dan origen a los agregados arqueológicos.

⁸ Estas variantes, que son funcionalmente equivalentes, son neutrales entre sí (Durham 1991, Muscio 2002).

Así, proponemos que en Arqueología Evolutiva el estudio de la formación de agregados arqueológicos a partir del análisis de la conducta humana en sociedades actuales, será útil bajo dos condiciones básicas: 1) Cuando explícitamente se deja a la historia cultural como una constante, y se apela al modelo genético de optimización del *fitness* en el nivel del organismo, como base para desprender hipótesis acerca de los sesgos innatos que controlan el comportamiento de uso y descarte de artefactos y recursos en ambientes particulares, y la transmisión cultural del fenotipo (Boyd y Richerson 1996, Tooby y Cosmides 1992, Cronk 1999), y 2) Cuando la historia cultural de las sociedades estudiadas es explícitamente abordada, para analizar de que manera los sesgos culturalmente transmitidos generan patrones materiales, que se correlacionan con el aumento del *fitness* en el nivel del organismo o en otros niveles tales como el artefacto o los grupos humanos.

En el primer caso resultan de interés los sesgos que pueden dar lugar a patrones arqueológicos por el uso de artefactos con diseños específicos, del espacio y de los recursos, o que dan lugar a la replicación selectiva de los artefactos –ver O’Connell 1995. Un caso de especial interés es el de la replicación de tecnologías que sirven para la transmisión de información social, tales como los *display* de prestigio u opulencia. Desearíamos conocer como se correlacionan las velocidades de variación de estas tecnologías con la escala de complejidad social, con sus costos o con su eficiencia para la transmisión de la información en juego. Este punto es clave para discutir procesos de evolución selectiva sobre la base de la teoría social Darwiniana.

En el segundo caso nos interesa investigar los sistemas de heredabilidad que dan origen a filogenias culturales, o a la replicación de variabilidad neutral en tecnologías de cualquier naturaleza. Por ejemplo en el estudio de los procesos de aprendizaje de artesanías en los que puede actuar el Sesgo Indirecto, produciendo patrones de correlaciones entre variables cuantificables en los artefactos (Bettinguer y Eerkens 1997). También nos interesa el estudio de las tecnologías que puedan ser grupalmente beneficiosas, es decir que reporten beneficios en la competencia entre grupos. Aquí es clave investigar los mecanismos de transmisión cultural que pueden controlar la replicación de estas tecnologías y que pueden controlar sus tasas de variación. Por ejemplo en artefactos que brinden mayor cohesión al grupo, tales como los relacionados con la identidad colectiva -diacríticos *sensu* (Barth 1974)- o con los sistemas normativos del orden social –e.g. artefactos simbólicos que regulen la reciprocidad o las sanciones. Se ha postulado que es mayormente la Transmisión Conformista la que controla a esta variación (Soltis *et. al.* 1995). Desde un punto de vista arqueológico necesitamos saber si esto es así, y construir modelos que predigan las tasas de cambio esperable para estas tecnologías, en diferentes contextos. La información etnográfica, entre otras varias fuentes, puede ser útil en esto.

11.1- Transmisión Cultural en Sociedades Etnográficas de La Puna de Salta y Expectativas Para las Trayectorias de Evolución en el Período Temprano.

A lo largo de toda esta sección hemos empleado la lógica del modelo genético para el estudio de los costos de manejo de los recursos y la construcción de un ranking óptimo de elegibilidad, útil como modelo de referencia para el análisis arqueológico de los patrones promediados de inclusión de recursos. Para esto nos hemos basado en el Modelo de Amplitud de la Dieta. Pero en esta tarea no nos interesamos en poner a prueba a este modelo en el caso etnográfico. Sino únicamente en recabar información para poner a prueba hipótesis que se derivan del mismo en escalas de tiempo arqueológico. Esto responde a que precisamente el Modelo de Amplitud de la Dieta supone que los sesgos que guían la toma de decisión racional son contingentes con la escala temporal de la conducta, y que por lo tanto la inclusión de recursos varía a tasas de muy corto plazo (Smith 2001). De esta manera no requerimos información actualística acerca de las tasas de inclusión de recursos sino acerca de la *fuerza* de tales sesgos y de mecanismos de transmisión cultural que pueden controlar la replicación de los comportamientos óptimos, operando paralelamente a la decisión racional adaptativa.

Con respecto a la fuerza de los sesgos nuestra investigación sugiere que en la Puna de Salta la selección optimizante será muy alta, según se desprende de la incidencia de los costos de manejo que ya analizamos. Especialmente esperamos sesgos de gran fuerza maximizando la eficiencia de los recursos comestibles, la eficiencia de las actividades productivas y la eficiencia de la inversión del tiempo. En consecuencia nuestra principal expectativa para el Período Temprano es que la evolución de las tecnologías manejo de los recursos haya sido principalmente un proceso de maximización de la eficiencia. Mas particularmente de las tecnologías de cocción y procesamiento precocción de los recursos vegetales, tratándose de un ambiente de gran altitud y de baja productividad agroecológica. También esperamos patrones de uso del espacio y de los recursos emergentes de comportamientos evitativos del riesgo, y que responden fundamentalmente a la estocasticidad de las precipitaciones.

En relación con la transmisión cultural del comportamiento adaptativo, brevemente discutiremos nuestras expectativas con respecto a los mecanismos que pudieron actuar en la evolución de las tecnologías y de las poblaciones del Período Temprano. Generar expectativas al respecto, a partir del trabajo actualístico es muy importante. Fundamentalmente porque mientras desde la biología evolutiva hay certeza de que la selección natural y la deriva genética tienen tasas de cambio de muy largo plazo, controladas por la reproducción de los individuos, lo que nos falta saber son las tasas de cambio de estos procesos cuando operan sobre el fenotipo culturalmente transmitido (Durham 1991). Con respecto al riesgo hemos planteado que la tasa de transmisión cultural de información adaptativa concerniente a esta presión de selección tiene valores muy elevados 0,7 Matancillas y 0,78 en Pastos Grandes. Discutiremos algo más extensamente nuestra investigación acerca de la transmisión cultural del comportamiento adaptativo en Santa Rosa de los Pastos Grandes

En Pastos Grandes mediante los estudios de polimorfismos hematológicos se han evaluado los niveles de endogamia asociados con la microdiferenciación genética (Caruso *et al.* 1999). A partir del cálculo de frecuencias génicas, genotípicas y haplotípicas se constataron los efectos de la deriva y flujo génico como los principales mecanismos de cambio evolutivo actualmente operando en esta población. Esto concuerda con otros estudios que demuestran que las tasas de endogamia aumentan conforme aumenta la densidad de la población y disminuye la movilidad, lo cual diferencia a las poblaciones de cazadores-recolectores de las poblaciones con nichos basados en la producción de alimentos (McDonald y Hewlett 1999). Estos datos nos advirtieron acerca de la necesidad de estudiar la manera en que opera la transmisión cultural en poblaciones aisladas, y si son simétricos a los procesos de diferenciación genética, lo que nos condujo a realizar estas investigaciones en Pastos Grandes.

Para esto realizamos una serie de entrevistas orientadas a identificar los mecanismos de transmisión cultural de 47 habilidades⁹ específicas, las cuales definimos a partir de observaciones etnográficas previas. Las habilidades las dividimos en las siguientes categorías: A) Manejo de Rebaños, B) Procura de recursos, C) Procesamiento de los recursos alimenticios, D) Actividades Tecnológicas, E) Cuidado de Infantes, F) Habilidades Rituales y Recreativas. Las preguntas apuntaron a averiguar si el individuo poseía o no las habilidades, y de quién habían sido aprendidas o quién se las había transmitido. El procesamiento de la información se orientó a obtener los siguientes datos: porcentaje de habilidades, índices de transmisión vertical, horizontal, *one-to-many* y aprendizaje individual, todos ellos divididos por género y edad (*sensu* Guglielmino *et al.* 1995, Cavalli-Sforza 1982). No nos detendremos en el procesamiento de esta información –para esto ver Muscio *et al.* 2001- solo comentaremos los

⁹ Por habilidades entendemos el desarrollo de conductas concretas. Establecemos así una diferencia entre estas conductas y las ideas que podrían subyacer a las mismas, centrándonos en las primeras debido a que son estas las que pueden ser rastreadas mayormente -ver discusión en Boyd y Richerson 1985.

resultados, y las expectativas para los procesos de evolución que pudieron predominar durante el Período Temprano en la Puna de Salta.

La Figura 6.12 muestra los índices de los distintos mecanismos de transmisión cultural en toda la muestra. La transmisión vertical tiene una media de 76% sobre un total de 72 personas entrevistadas al azar - 24 adultos cubriendo las generaciones de 20, 30, 40, 50 y 60 años, y 48 niños y jóvenes, cubriendo las edades desde los 6 a los 17 años. La media de transmisión horizontal resultó ser solamente del 6,6 %, mientras que la media del mecanismo de transmisión "one-to-many" fue de 4,2. Por último la media para el aprendizaje individual, catalogado como solo/a, mostró una cifra de 3,68 %. Estos datos muestran un claro predominio de los mecanismos verticales de transmisión sesgada.

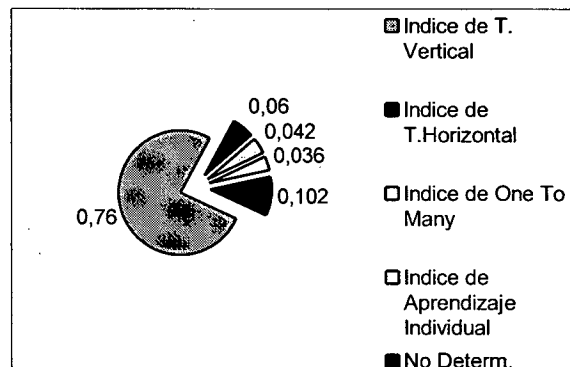


Figura 6.12: Índices de Transmisión Cultural y Aprendizaje Individual en Santa Rosa de los Pastos Grandes, Puna de Salta. La muestra abarca el 25 % de la población total. Para un total de 46 habilidades, la transmisión vertical es la principal fuerza operando en su replicación, concentrándose particularmente en aquellos comportamientos que afectan al *fitness* de los individuos.

Del total de habilidades observamos el predominio de la transmisión vertical. Un patrón que es muy importante señalar es que todas las habilidades que potencialmente afectan al *fitness* de los individuos se transmiten verticalmente. Estas comprimen las habilidades relacionadas con el manejo de rebaños, la procuración y procesamiento de los recursos y el cuidado infantil. Observamos que las habilidades tales como cantar coplas, bailar, tocar la caja, etc., que podrían ser de carácter neutral, en su mayoría son transmitidas de manera horizontal. Esto quiere decir, transmitidas por miembros de la misma generación, ya sean hermanos, primos, amigos, vecinos, etc, o a través de los mecanismos denominados "one-to-many", en donde la transmisión se produce desde personas que poseen ciertos roles de liderazgo, como puede ser un maestro, un médico, o algún individuo destacado socialmente.

Resaltamos que la alta transmisión vertical se produce mayoritariamente desde los padres hacia los hijos, aunque también hay una presencia marcada desde los abuelos hacia los nietos. Es decir involucrando tres generaciones y una media estimada de 75 años de persistencia de rasgos culturales, considerando que cada generación tiene un lapso de 25 años. Más importante: estos se concentran en las habilidades que directamente afectan al *fitness*, relacionadas con la subsistencia y el cuidado parental. Como ya dijimos del total de los adultos, cuando se le preguntó si disponía de información transmitida por sus padres acerca de sequías que habían sido perjudiciales para los rebaños el 75% respondió que sí, con respecto a esta misma información pero transmitida por sus abuelos el 25% dijo que sí.

Entre las conductas económicas sujetas la transmisión vertical las más destacables son el uso de las pasturas, la selección de los lugares de refugio, las prácticas de manejo de los rebaños –de mantenimiento del número y la composición de los mismos-, y la fabricación de artesanías,

especialmente los tejidos. Este patrón de transmisión cultural vertical asegura la persistencia, en escalas temporales de largo plazo del comportamiento adaptativo. En consecuencia en escalas de tiempo arqueológico este mecanismo de evolución cultural puede dar lugar a tradiciones locales culturalmente divergentes, y contingentes con las propiedades del entorno selectivo local.

Como conclusión resaltamos que: debido a las altas tasas de replicación de información adaptativa, la selección natural operando directamente en el fenotipo es el mecanismo con más fuerza que actúa favoreciendo la persistencia en el nivel de la población de conductas y artefactos con efectos directos en el *fitness* de los individuos. Sobre esta base proponemos a manera de hipótesis, que durante el Período Temprano la *persistencia* de las conductas y los artefactos de alto valor de *fitness* sería el resultado de la selección natural operando directamente sobre el fenotipo culturalmente transmitido (Durham 1991). Sin embargo esto no descarta la posibilidad a la selección natural operando a partir de la reproducción diferencial de los individuos y de los artefactos.

Como vimos, la tasa de mortalidad infantil en la Puna de Salta es del orden del 50%. Este coeficiente de 0,5% de selección negativa es sumamente alto. En estos términos, cualquier innovación tecnológica que aumente las probabilidades de supervivencia será retenida por selección natural en el nivel del individuo y proliferará por éxito demográfico en el nivel de los individuos y en el nivel de los artefactos (O'Brien y Lyman 2000). Un ejemplo: las tecnologías cerámicas que aumentan la eficiencia nutricional y disminuyen los costos de manejo de los recursos. Esto lo veremos en el Capítulo 11, discutiendo el patrón de evolución de la cerámica de la Puna Norte. Desde lo teórico se trataría de procesos de coevolución que acoplan el beneficio del *fitness* en el nivel del comportamiento cultural y en el nivel de los organismos, lo que Durham (1991:226) denominó *Cultural Mediation*. Esperamos que estos procesos se manifiesten con velocidades de cambio propias de la selección natural en el nivel de los individuos. Es decir que los rasgos de los artefactos evolucionaran a ritmos más lentos, que los que tendrían por la evolución selectiva operando únicamente en el nivel del fenotipo cultural.

Dijimos al comienzo de este capítulo que las tasas de mortalidad infantil por desnutrición en la actualidad son muy altas debido fundamentalmente a los efectos deletéreos de las burocracias locales sobre el comportamiento adaptativo de los aborígenes de la Puna. De tal manera podemos suponer que en el Período Temprano los coeficientes de selección natural –medidos por la mortalidad infantil– “pudieron” haber sido menores, y variables en el tiempo. Al respecto la información arqueológica es el árbitro final, pero como veremos en los próximos capítulos los efectos deletéreos del riesgo sobre economías productivas de baja escala en la Puna pueden propiciar coeficientes de selección natural, en el nivel de los organismos también muy elevados. Ya adelantamos que la probabilidad en San Antonio de los Cobres de los eventos de escasez sincrónica de recursos, por disminución de las precipitaciones a valores inferiores a los 50mm anuales, es de 0,2. Esto puede significar una fuerte presión de selección natural, especialmente operando a partir de la mortalidad infantil.

Para finalizar proponemos que el trabajo actualístico con sociedades humanas es investigación evolutiva arqueológicamente guiada, y no etnoarqueología. Cuyo fin es generar conocimiento acerca de los patrones materiales de la conducta humana en escalas temporales transgeneracionales, y que emergen de los sesgos que actúan sobre la conducta de descarte material en entornos selectivos particulares –ecológicos y sociales. Estos estudios sirven para el planteo de hipótesis de investigación arqueológica y tienen el mismo estatus que la experimentación para discutir *performance* de artefactos (O'Brien y Lyman 2002), o la modelización de dinámica social (Kohler y Gummerman 2000).

En los dos capítulos siguientes presentamos los resultados del trabajo arqueológico de campo realizado en Valle de SAC. Pondremos el mayor énfasis en el registro arqueológico del Período Temprano, para discutir empíricamente las hipótesis generadas a lo largo de los capítulos precedentes.

CAPÍTULO 7

PROSPECCIONES Y EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS EN EL VALLE DE SAC

Introducción

En este capítulo damos a conocer los trabajos de campo, de prospección y excavación, realizados en el Valle de SAC. Los mismos se llevaron a cabo durante 8 campañas con una duración promedio de 25 días cada una, durante el período 1999-2002, y la participación de un equipo de 11 personas. Nos centramos específicamente en discutir los resultados de los trabajos de prospección y de excavación en el fondo de valle de SAC y el marco cronológico obtenido por fechados C¹⁴ en este sector. Para esto utilizaremos las unidades de análisis planteadas en el Capítulo 3.

Con el fin de obtener información acerca de la estructura arqueológica regional del Valle de SAC mediante la metodología de la arqueología distribucional (Ebert 1992) realizamos el relevamiento de 20 transectas de muestreo de registro arqueológico de superficie, distribuidas en distintos sectores del Valle de SAC. La metodología seguida fue similar a la adoptada desde 1994 –ver para su discusión (Muscio 1996, 2001).

Por otra parte, siguiendo la estrategia de investigación planteada en el Capítulo 3 realizamos una serie de excavaciones en sitios arqueológicos con evidencias de material en capa, en los sectores de fondo de cuenca y en las quebradas laterales. En el fondo de cuenca realizamos la excavación de dos sitios representativos de ocupaciones a cielo abierto. En las Quebradas Laterales los trabajos de excavación se realizaron en las Quebradas de Matancillas y Urcuro, donde la evidencia del trabajo exploratorio de prospección permitió identificar la presencia de estructuras arquitectónicas de planta circular, localizadas en los sectores intermedios y más protegidos de ambas quebradas.

El conjunto de la información obtenida por el relevamiento del registro de superficie y el trabajo de excavación constituyen la bases para discutir las hipótesis de investigación planteadas en el Capítulo 5. Para facilitar la lectura dividimos a este capítulo en dos partes A y B. La Parte A, desarrolla el análisis distribucional del registro arqueológico del Valle de SAC y la caracterización general de la estructura arqueológica regional. La parte B presenta y discute las excavaciones en el fondo de cuenca.

C7- PARTE A: PROSPECCIONES EN EL VALLE DE SAC Y PATRONES DEL REGISTRO ARQUEOLÓGICO DE SUPERFICIE

1- Relevamiento del Registro Arqueológico de Superficie en el Valle de SAC

Para obtener información acerca de los patrones de distribución del registro arqueológico superficial del Valle de SAC, realizamos una serie de 20 transectas de muestreo en los distintos sectores del Valle de SAC. La metodología consistió en seleccionar, mediante brújula y GPS rumbos de prospección al azar, que definieron la orientación de cada transecta. El relevamiento de estas unidades se hizo a partir de 2 operadores entrenados, uno prospectando y otro anotando en una libreta de registro. Así se relevaron 4 variables sobre el terreno: 1) cantidad de artefactos visibles, 2) ambiente de depositación de los artefactos, 3) clases de artefactos hallados y 4) materias primas de los artefactos hallados. Las transectas siempre fueron lineales, es decir manteniendo desde el punto de partida el objetivo de llegada fijado por brújula. En las transectas los materiales detectados se registraron a intervalos de 100 mts. El rango de cobertura de cada operador fue de 2 mts para cada uno de sus costados, lo que da un total de 4 mts de ancho de por transecta (Bintliff y Snodgrass 1988). De tal modo, para su análisis a cada transecta la dividimos en celdas de 100 x 4 mts, con una superficie cubierta por celda de 400 m². A cada celda la designamos por una letra comenzando por la A. Esta metodología fue muy efectiva en los paisajes de fondo de cuenca, debido a la regularidad del terreno. En los paisajes de quebradas laterales, la linealidad de las transectas en algunos casos fue afectada por las variaciones de la topografía, aunque esta distorsión es muy leve, porque allí las transectas se emplazaron en faldeos de piedemonte y en los fondos de quebrada; siendo ambos fácilmente transitables. Durante las prospecciones no se levantaron materiales, salvo en los casos de artefactos de interés particular para la investigación.

Las transectas se distribuyeron en cuatro zonas del Valle de SAC –Figura 7.1: A) Ramadas, representativa de los paisajes de aluviones no aterrizados B) Los Patos, C) Laguna Colorada, ambas representativas de los paisajes de aluviones aterrizados, y D) Matancillas, representativa de los paisajes de quebradas laterales al Valle de SAC –ver Fotos 7.1/2/3. El ambiente de depositación de los artefactos fue medido por el tipo de vegetación en tres categorías excluyentes: 1) suelos escasamente cubiertos o de vegetación nula, 2) tolares, 3) vegetación de vega –pastizales o gramíneas siempre verdes asociados generalmente o vegas fósiles. Esto nos proporciona una *escala ordinal* de la cobertura vegetal, que puede afectar la visibilidad arqueológica, y de la humedad efectiva que se expresa por la distribución de la productividad vegetal. Las clases de artefactos consideradas fueron: a) desechos de talla b), puntas de proyectil, c) raederas, d) lascas con filo retocado, e) bifaces, f) tiestos. Cuando se detectaron sitios con posibilidades de contener registro enterrado también fueron registrados.

Las dimensiones de las transectas fueron variables, pero se trató siempre de mantener un recorrido de prospección máximo de 2000 mts. lineales. En el siguiente acápite nos centraremos exclusivamente en los patrones de distribución que se derivan de este trabajo, discutiendo solamente los aspectos relacionados con la variación de la densidad del registro arqueológico y con su distribución espacial. Es decir que no abordaremos los patrones de diversidad de artefactos, aunque haremos algunos comentarios al respecto –para esto ver Muscio 2001.

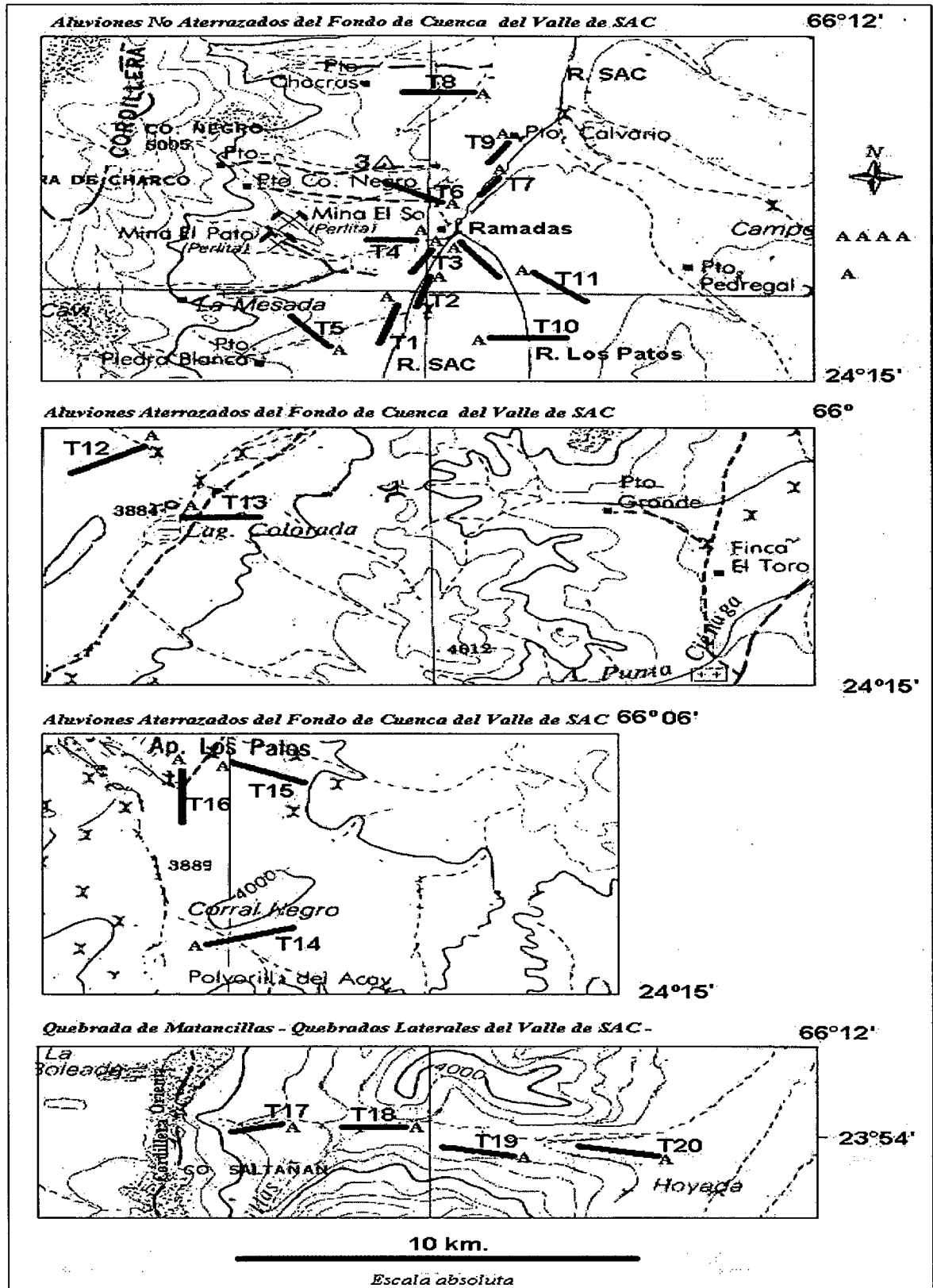


Figura 7.1: Localización de la Transectas de Relevamiento Arqueológico de Superficie en el Valle de SAC. La escala y la orientación de cada mapa es absoluta. "A": primera celda de cada transecta.

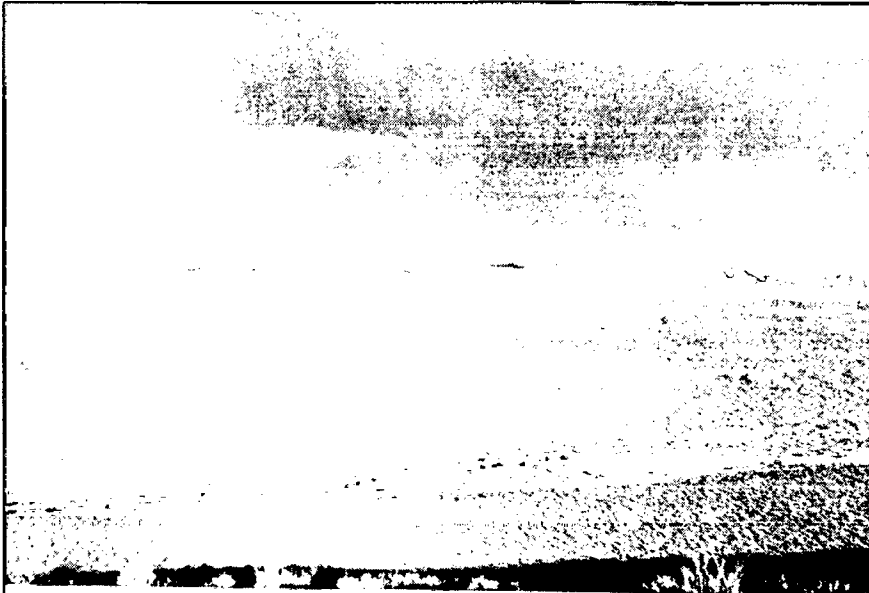


Foto 7.1: Aluviones
Aterrazados del Valle de
SAC



Foto 7.2: Aluviones No
Aterrazados de Ramadas en
el Valle de SAC

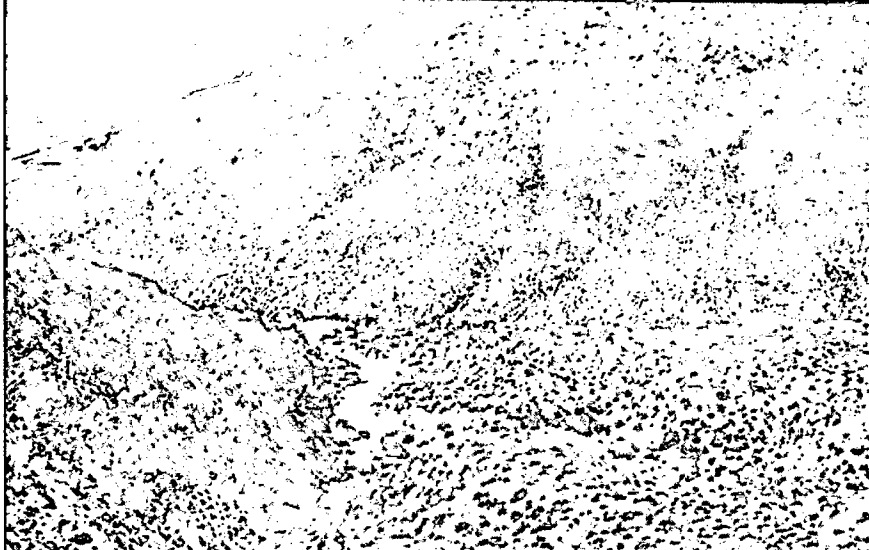


Foto 7.3: Quebradas
Laterales al Valle SAC. Vista
de Matancillas, de los cursos
de agua y de las Vegas del
fondo de quebrada

1.1- Densidades de Artefactos del Paisaje Arqueológico Regional del Valle de SAC

La Tabla 7.1 presenta para cada transecta el área total de cobertura, la frecuencia total de artefactos, el número de celdas, la densidad de artefactos promedio, calculada sobre la base la densidad de artefactos de cada celda, el desvío estándar de cada transecta y el coeficiente de variación estandarizado porcentual. Como puede apreciarse las transectas varían en su área de cobertura los 8.400 y los 4.400 m². Esto responde a diferencias en el terreno que no permitieron efectuar siempre transectas lineales de 2.100m.

Transecta	Área (m2)	Frecuencia de Artefactos	Número de Celdas	Densidad Media (Art/m2)	Desvío Estándar	CVS
T1	8.400	423	21	0,0504	0,0757	150,29%
T2	8.400	823	21	0,0980	0,0651	66,48%
T3	6.000	350	15	0,0583	0,0661	113,35%
T4	5.200	93	13	0,0179	0,0296	165,48%
T5	6.400	456	16	0,0671	0,0884	131,80%
T6	8.400	164	21	0,0195	0,0281	143,94%
T7	4.800	383	12	0,0798	0,0497	62,33%
T8	7.200	66	18	0,0092	0,0134	146,12%
T9	6.000	20	15	0,0033	0,0035	104,80%
T10	8.400	74	21	0,0088	0,0162	184,05%
T11	8.400	8	21	0,0010	0,0015	154,77%
T12	8.400	42	21	0,0050	0,0137	274,77%
T13	8.000	104	20	0,0130	0,0243	187,03%
T14	8.400	11	21	0,0013	0,0030	230,83%
T15	6.400	6	16	0,0009	0,0015	165,10%
T16	6.400	10	16	0,0016	0,0034	217,62%
T17	4.400	139	11	0,0316	0,0589	186,31%
T18	4.400	147	11	0,0334	0,0502	150,23%
T19	4.400	5	11	0,0011	0,0017	151,26%
T20	8.000	19	20	0,0024	0,0056	235,31%

Tabla 7.1: Dimensiones y Estadística Descriptiva de las Transectas de Relevamiento del Registro Arqueológico Superficial del Valle de SAC.

El área total muestreada por las 20 transectas es de 136.400 m². Nótese la alta variación en la densidad de artefactos por celda de cada transecta. La que menos varía, la transecta 7, lo hace en un 62,35%. Como veremos esta variación es uno de los indicadores principales de la heterogeneidad espacial en la distribución superficial de los artefactos. Antes de pasar a discutir los patrones detectados, evaluaremos la incidencia del tamaño de la muestra sobre las observaciones. La Figura 7.2 presenta la dispersión de los valores de densidad promedio de artefactos de cada transecta con relación al número de sus celdas. Como se observa en el gráfico, la densidad no es una función de la cantidad de celdas muestreadas por transectas. Más aún, por la alta dispersión de los puntos tampoco hay ninguna función de escala que ajuste a los datos en una regresión estadísticamente significativa. Por lo tanto deducimos que los patrones que discutiremos a continuación no están afectados por el tamaño de la muestra.

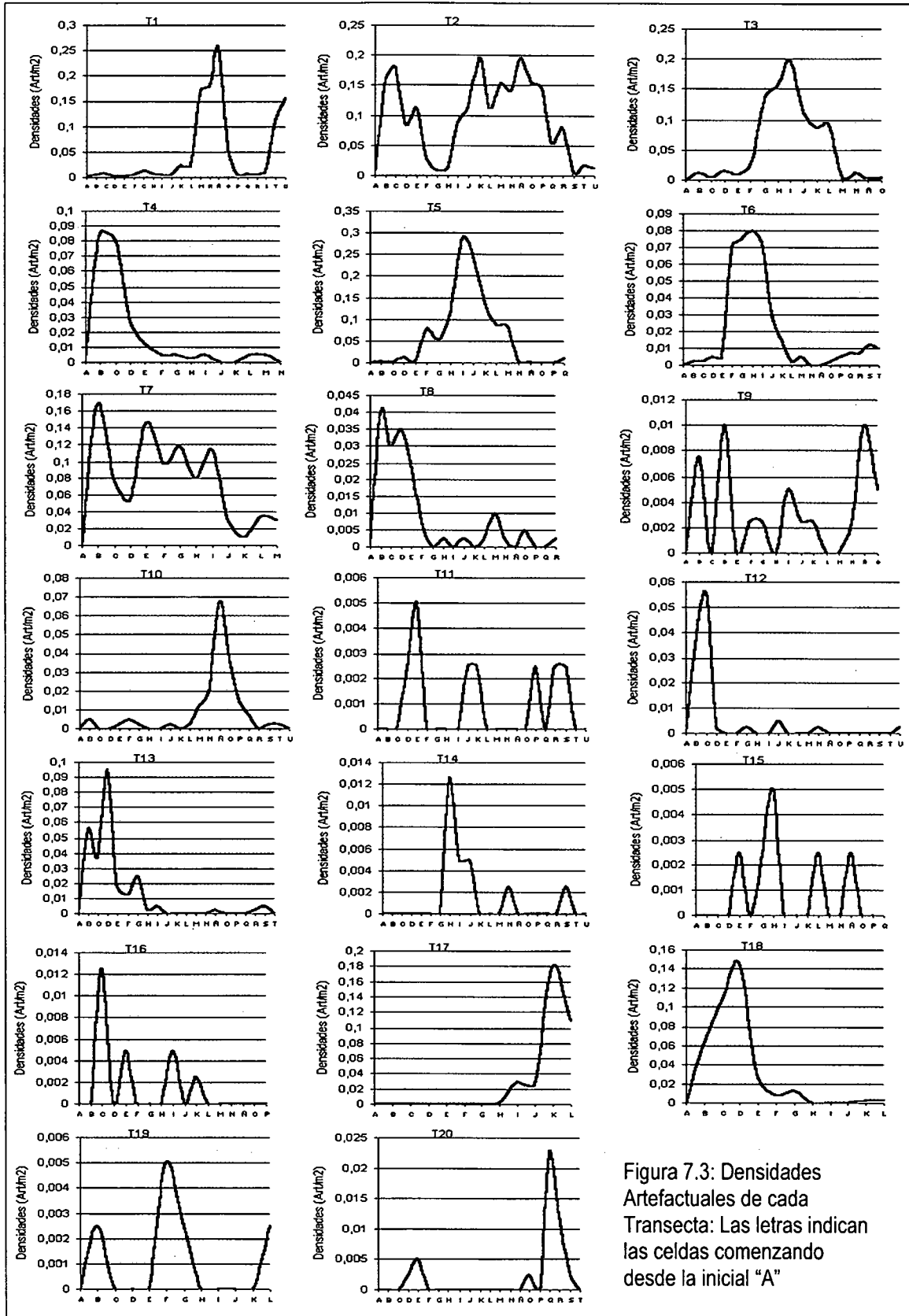


Figura 7.3: Densidades Artefactuales de cada Transecta: Las letras indican las celdas comenzando desde la inicial "A"

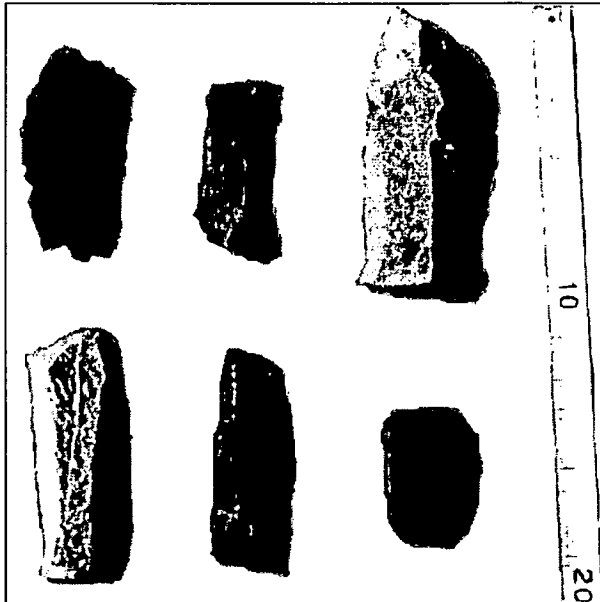


Foto 7.4: Desechos de Talla Laminares de Las Concentraciones de Superficie de Ramadas



Foto 7.5: Preformas y Punta de Proyectoil Lanceolada de Ramadas

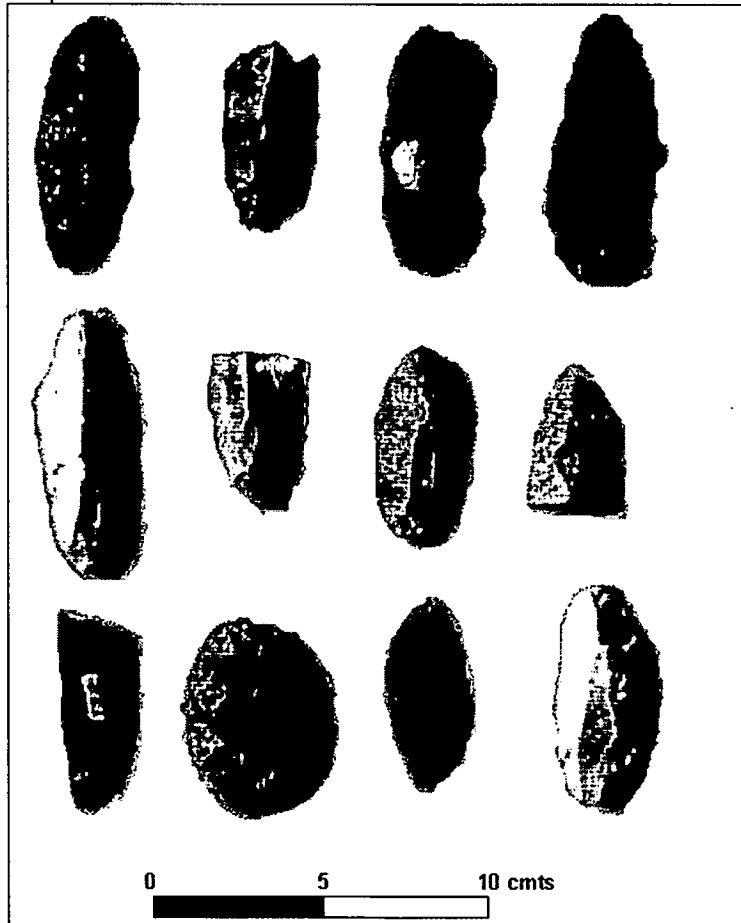


Foto 7.6: Artefactos Diversos de las Concentraciones de Superficie de Ramada. Instrumentos y preformas unifaciales, preformas bifaciales y puntas de proyectil lanceoladas de materias primas locales de Ramadas .

La frecuencia de uso de las metamorfitas locales es predominante –74% de los artefactos– luego siguen las tobas silicificadas, cuarcitas y obsidiana. La procedencia de esta última es la fuente de Ramadas, localizadas en los faldeos de piedemonte de la Cordillera Oriental. De estas concentraciones, a las cuales denominamos Locus 1, 2, 3 y 4, tomamos muestras que actualmente están siendo analizadas (Muscio 2001). Aquí resaltamos que las mismas se localizan en los márgenes del Río San Antonio de los Cobres, siguiendo todo el recorrido desde Pto. Calvario a Ramadas, y ocurren a una distancia promedio de 460 mts lineales (Muscio 2001). La diversidad de nódulos de metamorfitas y obsidiana, y núcleos con distinto grado de extracción de lascas, junto con la alta frecuencia de preformas bifaciales son evidencias que sugieren actividades de reducción lítica altamente localizadas en el espacio –ilustración 7.2. Cuando medimos la densidad de artefactos en círculos de recolección de muestras de 3 mts de diámetro, el promedio es de 75 Art/m² para estas concentraciones. Por las densidades de artefactos de estos locus, por su distribución y por la riqueza de clases de artefactos hemos propuesto la hipótesis de que estas acumulaciones líticas responden a sectores de uso residencial a cielo abierto, en estrategias de uso del espacio de movilidad reducida (Muscio 2001). El inicio de la formación de estos registros de muy alta densidad en los paisajes de aluviones no aterrizados lo estimamos alrededor del 5.200 BP. Más adelante discutiremos los fundamentos de esta propuesta.

En cuanto a los sectores de aluviones aterrizados, su densidad máxima para todas las transectas es levemente superior a 0,09 Art/m². En los gráficos de la Figura 7.3 se observa la mayor incidencia de los hallazgos aislados en todas estas distribuciones. De hecho, en el paisaje de aluviones aterrizados no se detectaron agregados de artefactos de densidades comparables a las de Ramadas y Pto. Calvario. Si bien sí hemos detectado agregados de alta densidad relativa de materiales, estos se diferencian no solo por su menor densidad sino también por las materias primas, entre las cuales son predominantes el sílice, y las cuarcitas.

Debido a la menor densidad artefactual que presenta el paisaje de aluviones aterrizados, proponemos que se trata de la evidencia de una menor intensidad de uso de este sector del fondo de cuenca. Mas específicamente proponemos que los paisajes de aluviones aterrizados son aquellos menos *intensamente* usados del fondo de cuenca durante toda la historia de poblamiento humano del Valle de SAC. Especialmente cuando los comparamos con los picos en las frecuencias de artefactos que ocurren en los sectores próximos al Río San Antonio de los Cobres, que son los máximos para la región de estudio.

Si bien el Río de los Patos es uno de los cauces principales de la cuenca hidrológica de San Antonio de los Cobres, es importante destacar que este río en la actualidad no tiene un caudal permanente, como sí lo tiene el Río San Antonio de los Cobres. No creemos que las diferencias de densidades entre ambos sectores se deban a la visibilidad arqueológica de los materiales de superficie, debido a que precisamente en estos ambientes la cobertura vegetal es mucho menor, presentando una mayor proporción de suelos esqueléticos, lo cual favorece la visibilidad arqueológica.

Tampoco es probable que la menor densidad artefactual se relacione con procesos de desplazamiento diferencial de artefactos, porque las diferencias de pendientes son equivalentes a los sectores no aterrizados. Más precisamente todo el fondo de cuenca es una planicie con pendientes suaves en dirección a la cuenca de Salinas Grandes. La única diferencia es la presencia de grandes cañadones cuya morfogénesis es pleistocénica o anterior (Vilela 1969). En estos ambientes tampoco actúan procesos que favorecen la sedimentación y el entierro postdescarte del registro arqueológico, ya que son ambientes principalmente sometidos a la deflación, salvo en ambientes de microescala asociados con pequeñas vegas.

Considerando estos argumentos la hipótesis que mejor explica el patrón observado es la menor intensidad de uso y las menores tasas de descarte de artefactos en los sectores de aluviones aterrizados. En consecuencia explicamos las diferencias de densidades de artefactos como el resultado de la menor intensidad de uso humano de los paisajes de aluviones aterrizados durante toda la historia de poblamiento del Valle de SAC. Solamente nos referimos a la intensidad de uso y no a la temporalidad de estos palimpsestos, debido a que con los datos que disponemos no podemos discutir este aspecto de manera confiable. No obstante esgrimiremos una hipótesis relativa al lapso de mayor intensidad de este paisaje con relación a los paisajes de aluviones no aterrizados.

Como línea argumental tomaremos a la frecuencia global en cada sector de la cerámica, razonando que debido a que esta tecnología es posterior en el tiempo que las tecnologías líticas, especialmente de las puntas lanceoladas grandes que están presentes en ambos registros, su tasa de descarte es un indicador de grano grueso del lapso de mayor intensidad de uso de cada ambiente. La Figura 7.4 indica las diferencias porcentuales globales en la densidad de los artefactos líticos y de los tiestos para ambos sectores. La diferencia es notoria y dicotómica. En los sectores de aluviones aterrizados predomina la cerámica, indicando que en el tiempo promediado de la formación de su registro arqueológico la mayor intensidad de uso y descarte de artefactos tuvo lugar con posterioridad a la adopción de esta tecnología en el Valle de SAC. Es decir, posterior al límite Holoceno Medio - Holoceno Tardío. Recordamos que aquí no estamos diciendo que estos ambientes comenzaron a poblarse en este lapso, sino simplemente que la intensidad del uso del espacio, medida por el descarte arqueológico fue mayor durante el bloque temporal indicado, y fue el resultado del uso de estos ambientes por poblaciones que disponían de la tecnología cerámica.

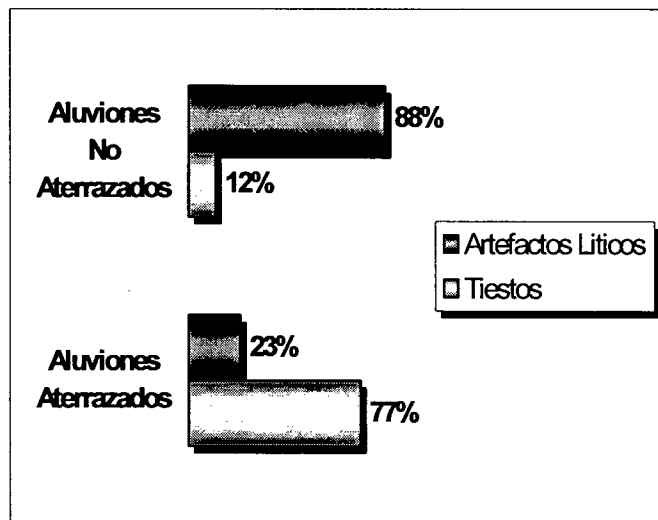


Figura 7.4: Proporción de Artefactos Líticos y de Tiestos de las Distribuciones de Superficie de los Aluviones Aterrazados y los Aluviones No Aterrazados. La mayor tasa de descarte de tiestos en los aluviones aterrizados favorece la hipótesis de una mayor *intensidad* de uso de este paisaje más tardía con respecto a los aluviones no aterrizados.

Podríamos pensar, en contra de esta hipótesis, que la fractura diferencial de tiestos sea lo que explica el patrón detectado. Para controlar esta hipótesis alternativa, medimos el tamaño promedio de los tiestos de muestras levantadas en las transectas de ambos paisajes arqueológicos. El tamaño de los tiestos lo evaluamos multiplicando el largo máximo por el ancho máximo, medidos con calibre. Adoptamos esta metodología para obtener los datos descriptos por una variable continua, en cm².

Las mediciones las realizamos sobre una muestra de 110 tiestos elegidos al azar del total de los tiestos levantados en las transectas. Para el caso el registro de aluviones aterrizados la muestra medida representa el 20%, para los aluviones no aterrizados representa el 63% de los tiestos levantados. El número de artefactos medidos fue elegido para asegurar un tamaño de la muestra de los aluviones aterrizados del 20%. La Figura 7.5 grafica el tamaño promedio de los tiestos y su variación, para cada uno de los paisajes.

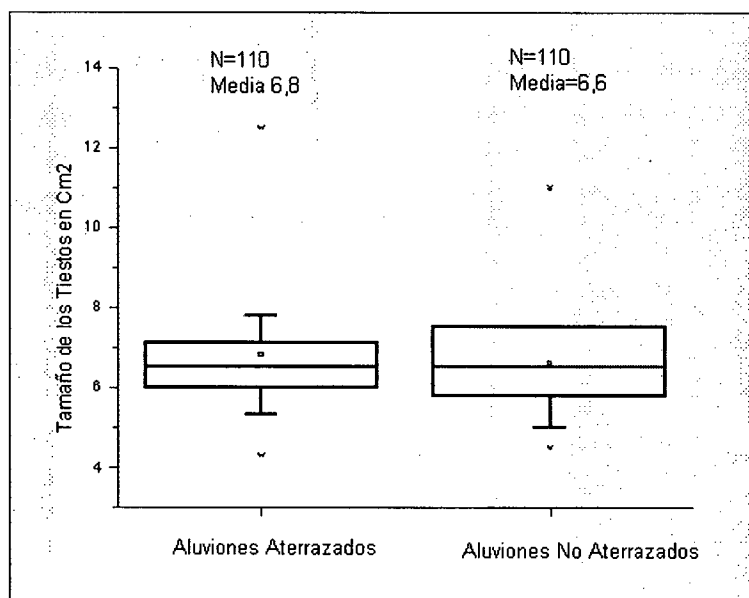


Figura 7.5: Tamaño de los Tiestos de Superficie, en los Aluviones Aterrazados y en los Aluviones No Aterrazados del Fondo de Cuenca del Valle de SAC

Como vemos en el gráfico de la Figura 7.5, la media del tamaño de los tiestos en los aluviones aterrizados es levemente superior, pero totalmente comparable a la de los aluviones no aterrizados. De aquí inferimos que los procesos de formación del registro arqueológico que operaron sobre la fractura de los tiestos no explican la mayor densidad de estos artefactos entre los distintos registros de superficie. Esto a su vez brinda más sustento para el argumento que los procesos morfogenéticos de escala regional son uniformes.

La hipótesis de una mayor intensidad de uso de los paisajes de aluviones aterrizados en momentos posteriores a la adopción de la alfarería se refuerza aún más considerando que en Los Patos hemos detectado dos sitios compuestos por estructuras circulares del cual aún no disponemos fechados radiocarbónicos, pero cuya cerámica contiene una alta frecuencia de el tipo Gris Pulida, propia de Período Temprano (Tarragó 1988).

Finalmente, con respecto a las distribuciones de artefactos de los paisajes de quebradas laterales, la muestra que disponemos remite únicamente a Matancillas. Evaluando la tendencia de escala regional, allí observamos menores tasas de depositación con respecto a los aluviones no aterrizados del fondo de cuenca de SAC. Pero más altas densidades de cerámica. Esto puede estar fuertemente correlacionado con el acarreo de sedimentos y artefactos, que ocurren como consecuencia de la pendiente de las quebradas laterales y que propicia el entierro del registro.

Del total de artefactos detectados en las transectas, el 44,19 % corresponde a tuestos mientras que el restante 55,81 lo constituyen artefactos líticos en donde dominan las obsidianas no locales, es decir de fuentes que no provienen del Valle de San Antonio de los Cobres, sino de canteras distantes entre los 60 y los 175 kms del Valle de SAC, del Cerro Zapaleri y de Tocomar. Esto lo interpretamos como un indicador fuerte de una mayor tasa de descarte, en momentos cuando las redes de interacción entre sociedades locales aumentó en escala, y en el contexto de sociedades con estrategias de producción de alimentos (Aschero 2000).

En cuanto a la tendencia de escala local, la distribución del registro arqueológico superficial de Matancillas presenta un patrón en el cual las mayores densidades de artefactos ocurren en los ambientes de mayor productividad primaria. Estos se corresponden con los sectores del fondo de la quebrada, asociados con vegas y pastizales. A su vez, el registro de menor densidad artefactual se localiza en los sectores de ladera, dispersos entre las serranías de menor cobertura vegetal, y en el sector de fondo de cuenca del Valle de SAC que está directamente vinculado con la Quebrada de Matancillas –ver Transecta 19 y 20 Figura 7.3.

Este patrón sugiere el uso diferenciado del espacio, que junto con la evidencia de la localización de los sitios cronológicamente pertenecientes al Período Temprano –ver Capítulo 8- indica que los fondos de quebrada habrían sido más intensamente utilizados para la instalación residencial y productiva durante este período. Esta interpretación es consistente con el patrón de concentración de estructuras arquitectónicas en estos ambientes –ver sección 1.3 de este capítulo.

Dado el interés particular de esta tesis en el estudio del patrón de uso del espacio para el Período Temprano en Matancillas discutiremos aquí algunas inferencias que se derivan de la riqueza de clases de artefactos líticos de la distribución de artefactos de Matancillas, prestando especial atención a las frecuencias de puntas de proyectil, que constituyen artefactos adecuados para inferir espacios de caza en las distribuciones superficiales (Schalanger 1992).

En el caso de Matancillas es notoria la frecuencia de hallazgos de puntas de proyectil completas o fragmentadas similares a las obtenidas en los contextos excavados con cronologías en torno del 0 AD –ver Capítulo 8. Se trata de puntas triangulares con y sin pedúnculo confeccionadas principalmente en obsidiana procedente del Cerro Zapaleri, es decir con materias primas no locales, y en menor medida de la cantera de Tocomar -Foto 7.7. Por la morfología y por la materia prima consideramos a estos artefactos temporalmente diagnósticos. La determinación de la procedencia se realizó a partir de muestras comparativas de procedencia conocida, mediante análisis químicos, que incluyeron especímenes de los sitios excavados y datados de Matancillas (Scattolin y Lazzari 1997, Yacobaccio *et. al* 1.999, 2.002).

En los conjuntos de baja densidad predominan las puntas de proyectil triangulares de obsidiana. La frecuencia de clases de artefactos de las Transectas 19 y 20 es altamente reveladora: En T19 la frecuencia de puntas de proyectil triangulares de obsidiana es de 2 especímenes (40%) y el de lascas secundarias de obsidiana de 3 especímenes (60%). En T20 las puntas de proyectil triangulares –pedunculadas y apedunculadas- de obsidiana tienen una frecuencia de 11 especímenes (57,89%), las lascas con filos retocados de obsidiana suman 3 especímenes (15,78%) y los tiosos 5 especímenes 26,31% –incluyendo un borde inciso.

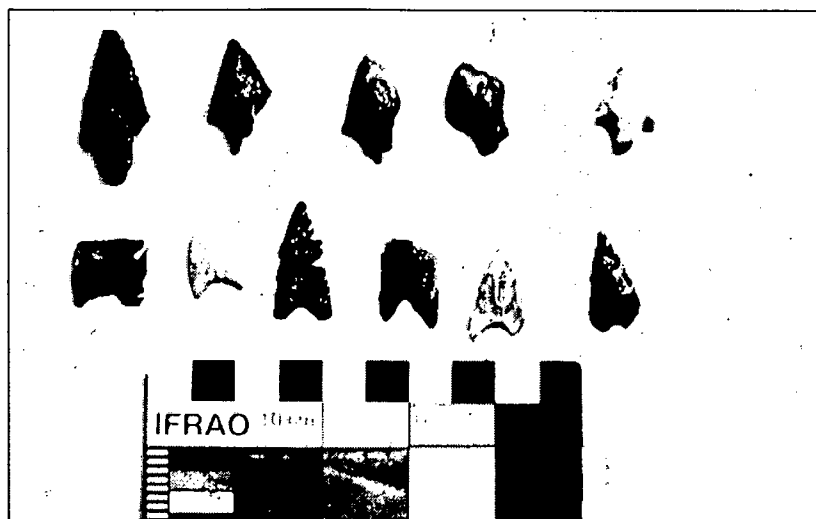


Foto 7.7: Puntas de Proyectoil Completas y Fragmentadas de las Distribuciones de Superficie de la Quebrada de Matancillas. Los especímenes de color oscuro son los confeccionados en obsidiana procedente de Cerro Zapaleri, los Traslucidos son de la Fuente de Tocomar.

Por otra parte en los conjuntos de alta densidad de artefactos la variabilidad es mayor, pero la frecuencia absoluta de puntas de proyectil triangulares, de lascas de obsidiana con filos retocados y de instrumentos con filos es muy superior a los sectores que limitan con el fondo de cuenca. También es destacable que casi en su totalidad el hallazgo de tuestos ocurre directamente asociado a los ambientes de vegas donde se localizan las concentraciones de estructuras arquitectónicas. En T18 las puntas triangulares de obsidiana tienen una frecuencia de 25 (8,16%) y las lascas de obsidiana con filos retocados suman 15 especímenes (10,20%) mientras que el resto de los hallazgos corresponden a 2 raederas de cuarcita (1,36%), 18 lascas de obsidiana (12,24%) y 112 fragmentos de cerámica (76,19%). Esta es la frecuencia máxima de cerámica de toda la muestra de superficie. En T17 el patrón es inverso, las puntas triangulares de obsidiana tienen una frecuencia de 28 especímenes (20,14%), las lascas de obsidiana con filos retocados suman 37 especímenes (26,61%), las raederas de cuarcita y sílice suman 11 especímenes (7,91%), las lascas de obsidiana tienen una frecuencia de 41 especímenes (29,46) y la cerámica tan solo 22 especímenes (15,82%); además se detectaron 3 puntas lanceoladas grandes de metacuarcita de grano fino (2,15%) y 2 bifaces de sílice (1,44%). De estos datos inferimos principalmente dos cuestiones.

Primero, consideramos clave la presencia de bifaces y puntas lanceoladas grandes, totalmente comparables a las del fondo de cuenca. Estas clases de artefactos no las hemos registrado nunca en los sitios excavados de la quebrada del Período Temprano, y en cambio sí obtuvimos un fechado para estos materiales correspondientes al Holoceno Medio en el fondo de cuenca –ver C7B- Esto nos permite proponer la hipótesis de que la quebrada de Matancillas tiene una historia ocupacional humana de mucho más largo plazo que el Período Temprano. Más particularmente, que formó parte de los rangos de acción de poblaciones del Holoceno medio o anteriores.

Segundo, la mayor frecuencia de puntas de proyectil líticas triangulares, de instrumentos de obsidiana y desechos de talla y de raederas de cuarcita, similares a las halladas en los contextos excavados pertenecientes al Período Temprano ocurren en sectores de alta densidad de artefactos localizados en el interior de la quebrada. Allí la alta frecuencia de hallazgos aislados de puntas de proyectil, tiene lugar en las cercanías de estructuras arquitectónicas dispersas en los faldeos de los cerros. Por sus dimensiones –superiores a los 25mts de diámetro, estas estructuras arquitectónicas son en su mayor parte corrales. Sobre esta base sugerimos la hipótesis de que estos sectores fueron

tanto espacios para el uso de pasturas para los rebaños como espacios de caza. También sugerimos como hipótesis de investigación futura que la alta frecuencia de puntas de proyectil líticas en estas distribuciones, podría ser consecuencia de actividades de caza que estuvieron *insertas* en las actividades pastoriles. La hipótesis de estos espacios como sectores de caza, se ve favorecida por el hecho de que allí la frecuencia de encuentro de camélidos silvestres es alta. Especialmente en el caso de las vicuñas, dado que estos ambientes son sus hábitats nocturnos en la quebrada –ver Capítulo 4.

Tercero, es notoria la frecuencia de hallazgos de puntas triangulares de obsidiana alóctona, en el sector de fondo de cuenca del Valle de SAC asociado directamente a la Quebrada de Matancillas – los casos de T19 y T20 donde la frecuencia de tiestos es casi nula. Sobre la base del rango esperado de distribución de las poblaciones de camélidos silvestres, argumentamos que estos sectores también fueron espacios de caza durante el Período Temprano.

Es importante señalar que las hipótesis aquí planteadas deben ser consideradas como una primera aproximación al uso del espacio en la escala local. Decimos esto porque no tenemos información acerca de la incidencia de los procesos morfogenéticos predominantes en este paisaje sobre los patrones de distribución superficial del registro arqueológico de la Quebrada de Matancillas. Especialmente considerando que el acarreo de materia aluvional hacia los fondos de quebrada y el desplazamiento por gravedad pueden enterrar con mayor facilidad el registro. De tal manera el estudio de los procesos de formación que operan en la escala local debe ser contemplado en el futuro. No obstante, la evidencia disponible, sugiere un patrón de densidad de artefactos en el cual la frecuencia de artefactos de superficie es comparable con la de los aluviones no aterrizados, pero con una densidad máxima de $0,2 \text{ Art/m}^2$ y con una mayor frecuencia de tiestos.

1.2- Heterogeneidad Espacial en la Distribución Superficial de Artefactos del Valle de SAC

A partir de la información obtenida mediante las transectas de relevamiento del registro superficial, en este acápite discutimos los patrones espaciales más generales de la estructura arqueológica regional. El primer patrón que resaltamos es la extrema heterogeneidad que presenta la distribución de los artefactos. La Figura 7.6 ilustra el patrón de distribución de todo el conjunto de transectas ordenadas por celda y la tendencia de densidades en un plano. Este gráfico resume la tendencia global de la distribución de artefactos en la escala regional, y muestra la alta concentración de artefactos en sectores discretos del espacio y la disminución de las densidades a medida que decrece la proximidad respecto de estos nodos. Este gráfico sirve a los efectos ilustrativos, porque como se observa es una superficie de tendencia de las densidades de todas las transectas, las cuales en la realidad no son contiguas. Como se aprecia en el gráfico, en la escala regional las densidades artefactuales predominantes van de 0 a $0,1 \text{ Art/m}^2$. Estos son los sectores de menor densidad artefactual de toda la superficie prospectada.

De la Figura 7.6 resulta evidente el patrón regional de muy alta heterogeneidad espacial, lo que caracteriza a un paisaje arqueológico de alto contraste (*sensu* Lanata 1997a). Dado que hemos mostrado que el tamaño de la muestra no influye en las mediciones, y considerando la marcada heterogeneidad espacial de la distribución de los principales recursos que intervienen en la selectividad de los hábitats humanos, especialmente de las fuentes de agua que se presentan altamente localizadas, podemos inferir que este patrón arqueológico es la impronta del uso humano heterogéneo del paisaje. Más particularmente argumentamos que este patrón es el resultado del predominio de estrategias humanas de uso muy heterogéneo del espacio durante toda la historia arqueológica de la región. En estas estrategias la mayor intensidad de los procesos de uso y descarte de artefactos tuvieron lugar en espacios de escala reducida, tanto en los fondos de cuenca como en las quebradas laterales.

Habiendo establecido este punto es importante analizar la escala espacial de las distribuciones de artefactos de las cuales emerge este patrón altamente heterogéneo que caracteriza a la estructura arqueológica regional. La Figura 7.7 grafica el histograma de las densidades de artefactos y la frecuencia acumulada con respecto al área total prospectada en todas las transectas, es decir para los 136.400 m² que componen toda la muestra.

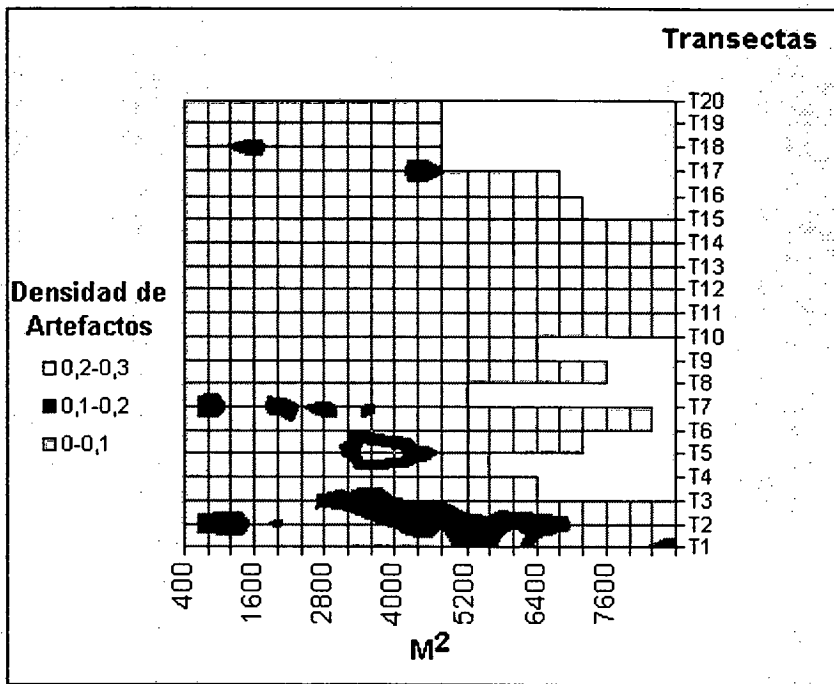


Figura 7.6: Plano de Distribución de las Densidades de Artefactos por Transecta del Registro Arqueológico Superficial del Valle de SAC.

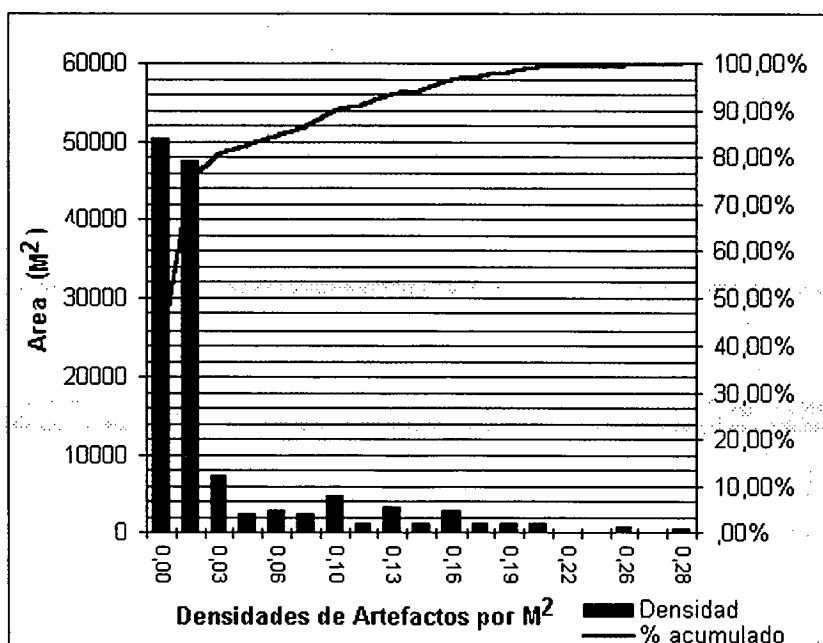


Figura 7.7: Histograma de las Densidades de Artefactos (Art/m²) con Respecto al Área total Prospectada, y Frecuencia Acumulada.

Como vemos en la Figura 7.7 el 75% del área total de la muestra tiene una densidad artefactual inferior a 0,02 Art/m², y solo el 10 % del espacio tiene densidades relativamente altas, iguales o superiores a 0,1 Art/m². De esto deducimos que en la estructura arqueológica regional el 75% del espacio está constituido por distribuciones de bajísima densidad, es decir de artefactos aislados. La interpretación arqueológica de este patrón se vincula directamente con la escala espacial de los procesos de descarte de artefactos que dieron lugar a la estructura arqueológica regional. Mas precisamente la hipótesis que sostenemos para explicar este fenómeno es el predominio durante toda la historia arqueológica regional de rangos de acción humanos extensos, basados en estrategias de uso muy extensivo del espacio, y con sectores de uso altamente localizados y de escala espacial reducida.

Para discutir con mayor detalle el patrón de uso heterogéneo del espacio en la escala regional analizaremos la distribución de artefactos de acuerdo a los contextos de hallazgos, que como dijimos proporcionan una escala ordinal de la distribución de la productividad primaria regional. La Figura 7.8 muestra la distribución de la densidad de artefactos de todas las transectas con respecto al ambiente de depositación de los artefactos. Nótese que la densidad global de artefactos es máxima en los ambientes con vegetación de vega o de pastizales, que decrece notablemente en los sectores con vegetación de tolar, y declinan aún más en los sectores de suelos de menor cobertura vegetal, o esqueléticos. De acuerdo con estos resultados la muestra analizada claramente indica que la relación en la frecuencia de hallazgos de artefactos con respecto a los distintos ambientes es significativamente predecible. En términos arqueológicos interpretamos a este patrón como el resultado del predominio de estrategias de uso del espacio que sesgadamente utilizaron los ambientes de mayor productividad ecológica durante toda la historia de formación del palimpsesto de escala regional, es decir de los sectores de mayor concentración de recursos: las vegas y los manantiales de la región, tanto en las quebradas laterales como en el fondo de cuenca.

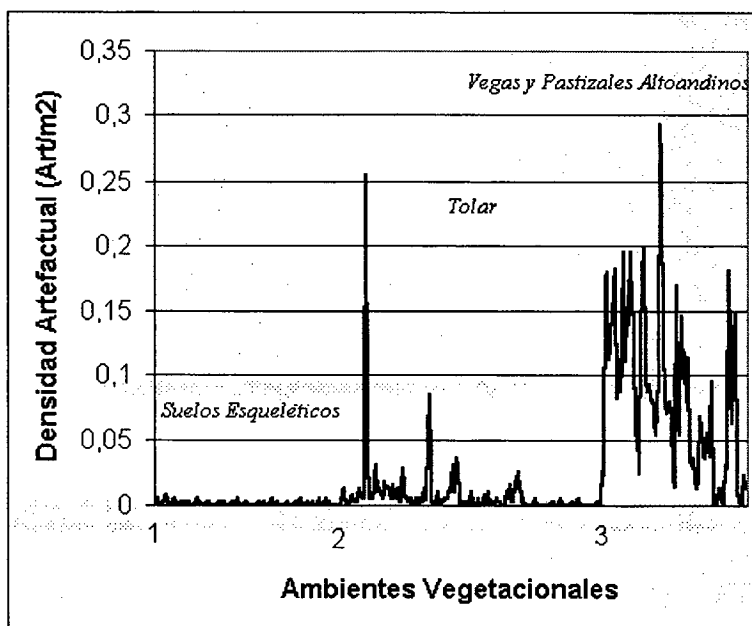


Figura 7.8: Densidad de Artefactos en los Distintos Ambientes de Depositación Diferenciados por la Vegetación del Valle de SAC. 1: Suelos esqueléticos de vegetación nula, 2 vegetación de Tolar, 3 Vegetación de Vega Altoandina.

No obstante puede plantearse la hipótesis de que la distribución observada es azarosa. Debido a que conocemos las proporciones de los distintos ambientes en los sectores de muestreo y sus frecuencias netas de artefactos, podemos tratar a esta hipótesis mediante la prueba de χ^2 . La Tabla 7.2 presenta la frecuencia de artefactos por ambiente, la proporción de cada ambiente, el valor χ^2 calculado para las frecuencias esperadas por la hipótesis nula: de que las densidades de artefactos se distribuyen por igual en los tres ambientes, y la refutación robusta de esta hipótesis.

Ambiente de Deposición Definidos por la Vegetación	Superficie (m ²)	Porcentaje	Frecuencia Observada de Artefactos	Frecuencia Esperada	$\alpha = 0,05$ $v = 2$ H_0 rechazada
1-Suelos Escasamente Cubiertos	45.200	33%	57	1108	χ^2 6.6649
2-Tolar	57.600	42%	438	1412	
3-Vegas y Pastizales Altoandinos	33.600	25%	2.848	823	
Total	136.400	100%	3.343	3343	

Tabla 7.2: Superficie, Proporción y Frecuencias de Artefactos de los Distintos Ambientes de Deposición del Registro Arqueológico Superficial del Valle de SAC. El valor de χ^2 calculado refuta de manera robusta la hipótesis nula de distribución regular del registro arqueológico.

De la Tabla 7.2 observamos que los ambientes de menor productividad primaria y menor humedad –1 y 2- constituyen el 75% del total del área. Como vimos en el histograma y como queda también claro en la Tabla 7.2 estos ambientes en conjunto explican solamente el 14% de la frecuencia total de artefactos.

Habiendo rechazado la hipótesis nula, nos interesamos en conocer la medida en la cual este patrón de distribución de artefactos refleja las conductas de descarte *promediadas* en cada sector. La Figura 7.9 grafica la densidad media de artefactos en cada uno de los tres ambientes, y la línea de tendencia de ajuste exponencial de la distribución. La media es el valor promedio de la densidad de cada ambiente calculada sobre todas las celdas del total de las transectas. Esta gráfica pone de relieve el carácter altamente predecible de la distribución de artefactos en la escala regional con relación a la vegetación dominante.

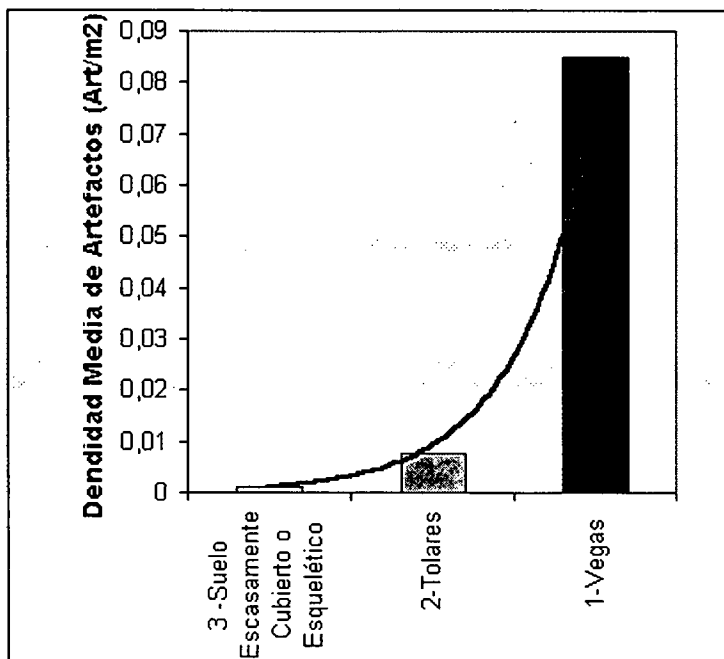


Figura 7.9: Densidad Media de Artefactos de Cada Ambiente de Deposición Superficial del Valle de SAC. El eje x es una variable ordinal que mide la productividad primaria del terreno. Las medias para cada ambiente están calculadas para todas las transectas relevadas.

Además de resaltar el sesgo que hubo en la intensidad de uso del espacio, este patrón nos permite predecir los sectores con mayor probabilidad de encuentro de registros enterrados. Esto se debe a que precisamente los ambientes con mayor cobertura vegetal, las vegas y los pastizales, son los que presentan la mayor actividad edafológica y la mayor probabilidad de entierro de materiales; y son los ambientes de microescala menos sometidos a la denudación, particularmente en el fondo de cuenca.

Si bien la Figura 7.8 parecería describir un patrón bimodal, por el pico de densidad de artefactos en los ambientes de tolares, la relación aritmética presentada en la Figura 7.9 indica que la tendencia general es claramente declinante con respecto a la densidad de la vegetación. Este pico de densidad de artefactos en ambiente de tolares corresponde precisamente a la Transecta 1, más particularmente a una medición realizada cercana al Locus 4 (Muscio 2001), el cual es una de las concentraciones puntuales de artefactos que abundan en junto al cauce del Río San Antonio de Los Cobres. En el siguiente acápite analizaremos la distribución de estructuras arquitectónicas en el Valle de SAC.

1.3- Patrones de Distribución de Estructuras Arquitectónicas en el Valle de SAC.

Como postulamos en el Capítulo 5, esperamos que durante el Período Temprano la selectividad de hábitats para la instalación residencial de las economías productivas haya privilegiado a los sectores de mayor productividad primaria. Los datos con respecto a la distribución de estructuras arquitectónicas sustentan a esta hipótesis.

En primer lugar es importante observar la distribución de los distintos ambientes vegetacionales en los tres paisajes principales del Valle de SAC. El cálculo de la superficie abarcada por cada ambiente vegetacional resulta de la sumatoria del número total de celdas -de 400 m²- correspondiente a cada tipo de vegetación, para los tres paisajes diferentes relevados en las 20 transectas relevadas. La Tabla 7.3 presenta esta información.

Ambientes de Depositación Definidos Por la Vegetación	Aluviones No Aterrazados	Aluviones Aterrazados	Quebradas Laterales	Total
1-Suelos Escasamente Cubiertos	17.200 (22%)	26.000(69%)	2.000 (9%)	45.200
2-Tolar	37.200(48%)	6.800 (18%)	14.000 (66%)	58.000
3-Vegas y Pastizales Altoandinos	23.200 (30%)	4.800 (13%)	5.200 (25%)	33.200
Total	77.600 m ²	37.600 m ²	21.200 m ²	136.400 m ²

Tabla 7.3: Distribución de los Diferentes Ambientes Vegetacionales y de Depositación de Artefactos en el Valle de SAC.

Como anticipamos en el Capítulo 4 las quebradas laterales ofrecen el mayor reparo y la mayor productividad ecológica global. La Tabla 7.3 muestra que en toda el área prospectada la mayor frecuencia de vegas y pastizales ocurre en los aluviones No Aterrazados. Esto refleja la incidencia del Río San Antonio de los Cobres y de los cauces secundarios que desembocan en el mismo, y que surcan la planicie del fondo de cuenca. Sin embargo cuando observamos la proporción de suelos escasamente cubiertos por la vegetación resulta evidente que en las quebradas laterales es significativamente menor, con una proporción del 9% mientras que en el fondo de cuenca existe un altísimo contraste entre los aluviones no aterrazados, que abarca el 22% y los aluviones aterrazados, donde los suelos esqueléticos predominan completamente, con el 69% del área prospectada. Lo mismo ocurre con la vegetación de tolar que en los aluviones aterrazados representa el 48% de su superficie, mientras que en los no aterrazados solamente el 18%. En cambio, en las quebradas laterales la

vegetación de tolar es la que predomina con el 66%. Mientras que las vegas y los pastizales tienen una abundancia del 25%. Considerando la proporción de vegas y tolares en las quebradas laterales vemos que explican el 91% de la vegetación, mientras que para el caso de los aluviones aterrizados, que son los de mayor productividad primaria en el fondo de cuenca según nuestro relevamiento, ambos tipos de vegetación explican el 70% de la superficie. Concluimos de esto que efectivamente las quebradas laterales son las de mayor productividad primaria en la escala regional, mientras que los aluviones aterrizados son los espacios de menor calidad –medida en los términos de su productividad primaria.

Considerando al fondo de cuenca en conjunto, es decir tomando tanto a los paisajes de aluviones aterrizados y no aterrizados y comparando las proporciones de los distintos ambientes vegetacionales con las quebradas laterales, resulta mucho más claro que estas últimas ofrecen los mejores *patches hábitats* para poblaciones con producción de alimentos, más aun considerando la mayor protección a los agentes meteorológicos que ofrecen estos paisajes, y que es crítica para la agricultura, y la mejor calidad y diversidad de los forrajes de tolar allí presentes- Figura 7.10.

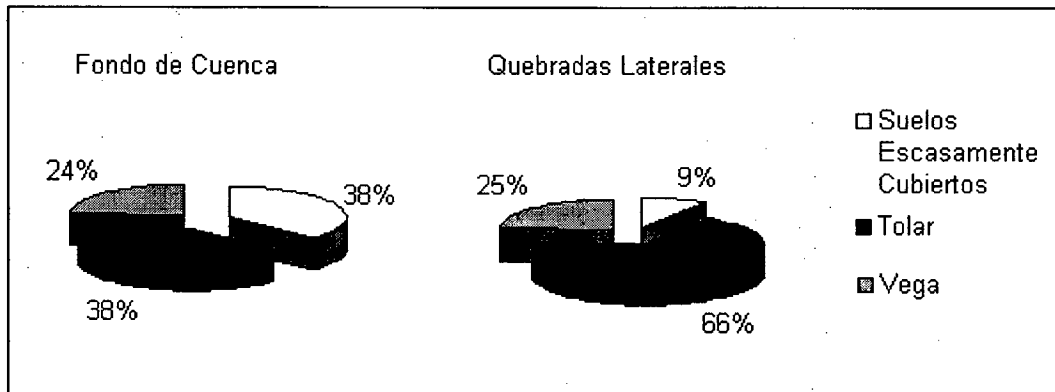


Figura 7.10: Proporción Estimada de los Diferentes Tipos de Vegetación en el Fondo de Cuenca y en las Quebradas Laterales del Valle de SAC.

A partir de las diferencias en la distribución y el tipo de cobertura vegetal discutiremos la distribución de estructuras arquitectónicas. Es importante aclarar que la información con respecto a la localización y distribución de las estructuras arquitectónicas no fue obtenida por el relevamiento de las transectas, sino por prospecciones sistemáticas realizadas en Los Patos, Ramadas, del fondo de cuenca, y en las quebradas de Matancillas y Urcuro. No obstante los datos obtenidos mediante las transectas acerca de la proporción de los distintos ambientes vegetacionales son de suma utilidad para discutir el patrón de distribución de esta clase de registro arqueológico.

En las prospecciones orientadas a detectar estructuras arquitectónicas arqueológicas visibles en superficie, la metodología implementada fue el relevamiento total del terreno por grupos de 5 personas como mínimo. Esto sirvió para detectar fundamentalmente a las estructuras del fondo de cuenca y a las estructuras aisladas de las quebradas laterales. En esta discusión incluimos las estructuras agrupadas de los sitios de Matancillas y Urcuro, donde realizamos las excavaciones y el relevamiento de plantas que presentaremos luego.

Debido a la metodología de obtención de estos datos, sólo discutiremos las frecuencias absolutas de estructuras arquitectónicas, su localización, y su relación con otras estructuras, en términos de dos estados: Estructuras arquitectónicas dispersas o agrupadas. Las primeras son las estructuras que están aisladas en el terreno. En las quebradas laterales, y también en los aluviones

aterrazados de Los Patos, las estructuras dispersas son de dos clases: circulares y rectangulares. En ambos casos se trata de estructuras con cimientos de doble hilera de lajas.

La funcionalidad de estas estructuras puede ser postulada hipotéticamente a partir de sus dimensiones y su localización. De acuerdo con esto se trataría en todos los casos de estructuras vinculadas con actividades agrícolas y pastoriles. Es decir de corrales y canchones de cultivo emplazados junto a fuentes de agua. Las estructuras agrupadas, son aquellas localizadas de manera contigua, a una distancia entre cada estructura no superior al tamaño total de cada unidad individual. Las estructuras agrupadas están constituidas principalmente por recintos habitacionales y corrales.

En los aluviones aterrazados, específicamente en Los Patos todas las estructuras aisladas son de planta circular con dimensiones que varían entre los 12 y 26 mts de diámetro. Por su emplazamiento en sectores de acantilados con vegetación de tolar y alejadas más de 100 mts de las fuentes de agua se trataría de corrales, mientras que las pocas estructuras agrupadas corresponderían a recintos, ya que sus dimensiones no superan los 6 mts de diámetro y sus plantas son de forma irregular, también localizadas en estos sectores acantilados, que además presentan aleros naturales cuya excavación reportó evidencia arqueológica muy abundante. Este es el caso del sitio Morrito 1, Foto 7.8.

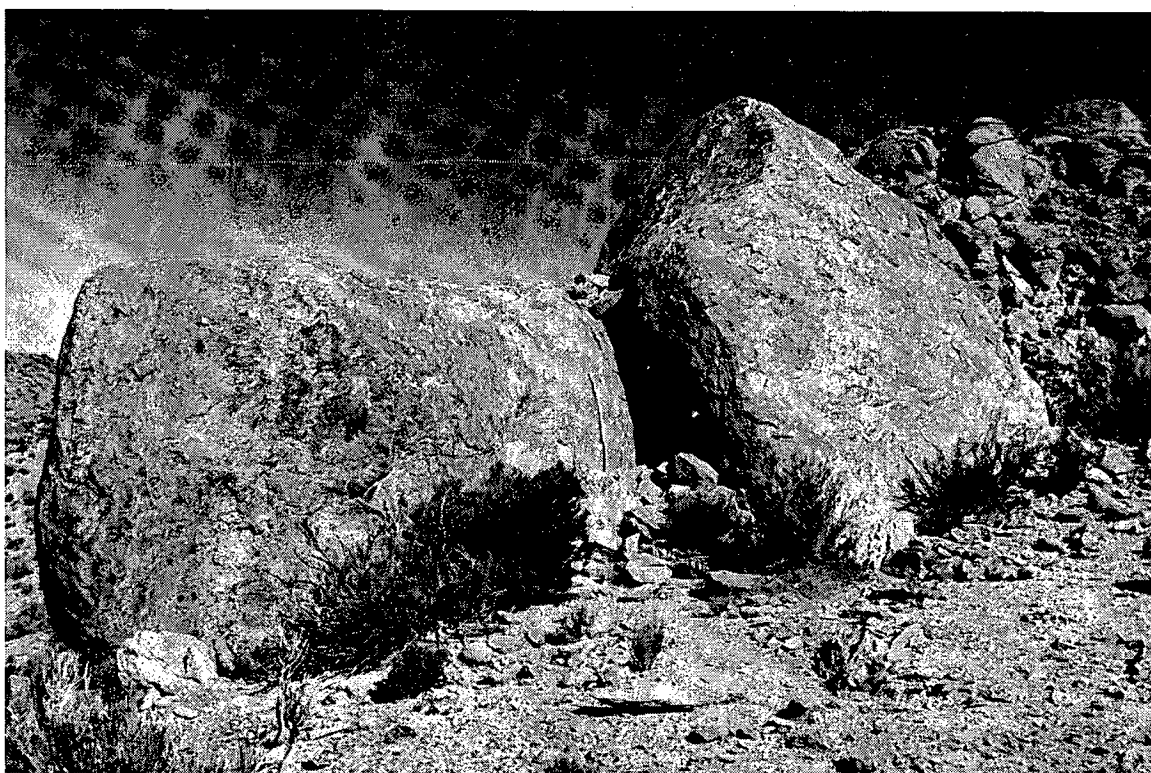


Foto 7.8: Vista del Sitio Morrito 1 de Los Patos. El sitio está localizado en lo alto del acantilado que bordea al Río Los Patos, y está asociado a grandes corrales. El espacio de uso humano es el sector entre las dos grandes rocas, que fue cercado con muros. La excavación de este sitio reportó ejemplares de cerámica Gris Pulida.

Con respecto a Ramadas, las estructuras arquitectónicas allí son de planta irregular, pero tendientes a formas circulares. Una diferencia notable es que sus cimientos son de rocas en bloques de doble hilera y no de lajas dispuestas verticalmente. Sus dimensiones son mucho más diminutas con largos máximos entre 6 y 4 mts. Solamente en dos casos se han hallado estructuras contiguas, y por esto las consideramos agrupadas. La funcionalidad de estas estructuras no la podemos discutir con los datos que actualmente disponemos.

La Tabla 7.4 resume la frecuencia de estructuras arquitectónicas en los tres paisajes del Valle de SAC y en los tres ambientes vegetacionales. Como se aprecia la mayor frecuencia ocurre en las quebradas laterales. Es muy importante notar que allí las estructuras arquitectónicas concentradas se emplazan siempre asociadas a los ambientes de vega, mientras que las estructuras dispersas se localizan tanto en vegas como en tolares. Este patrón es muy importante, debido a que sustenta la hipótesis de la minimización del riesgo por la dispersión de los cultivos como así también de los corrales, es decir de la dispersión de las estructuras vinculadas con la producción agrícola y ganadera. Las 4 estructuras arqueológicas aisladas localizadas en los ambientes de vegas de Matancillas precisamente son estructuras rectangulares localizadas en los márgenes de cauces hídricos, lo mismo ocurre en la Quebrada de Matancillas. Por otra parte en ambas quebradas las estructuras dispersas, localizadas en los ambientes de tolar corresponden a corrales.

En el fondo de cuenca la frecuencia de estructuras arquitectónicas es muy escasa, tanto en los aluviones aterrizados como en los aluviones no aterrizados, entre los cuales no hay diferencias sustanciales en el número de estructuras registradas, pero sí en su localización puntual. Notoriamente mientras todas las estructuras de los aluviones aterrizados se localizan en sectores de vegetación de Tolar, en los aluviones no aterrizados se localizan todas en las vegas, y muy particularmente sobre vegas actualmente extintas.

La Figura 7.11 muestra la distribución porcentual entre las quebradas laterales y el fondo de cuenca de las estructuras dispersas y agrupadas, que demuestran el sesgo existente en la historia arqueológica del Valle de SAC para el emplazamiento de las estructuras arquitectónicas en las Quebradas Laterales. Particularmente de estructuras altamente agrupadas y concentradas en los ambientes de vegas cercanos a fuentes de agua. Sobre la base de estos datos planteamos que la distribución arqueológica regional de estructuras arquitectónicas es una función de la productividad primaria de los distintos paisajes, mayormente explicada por el emplazamiento de facilidades y unidades residenciales de poblaciones con nichos económicos de producción de alimentos.

Estructuras Arquitectónicas	Aluviones Aterrazados			Aluviones No Aterrazados			Q. Matancillas			Q. Urcuro		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Dispersas</i>		5				7		6	4		8	1
<i>Agrupadas</i>		2				2			101			122
Total		7				9		6	105		8	123

Tabla 7.4: Frecuencia de Estructuras Arquitectónicas en los Tres Paisajes Principales del Valle de SAC, y en los Tres Ambientes Vegetacionales: 1: Suelos Escasamente Cubiertos, 2: Vegetación de Tolar, 3: Vegas y Pastizales Altoandinos. Las estructuras son consideradas dispersas cuando no están asociadas con otras estructuras. Las estructuras agrupadas son aquellas que se disponen de manera contigua en un escala espacial inferior al área ocupada por cada estructura individual -ver texto..

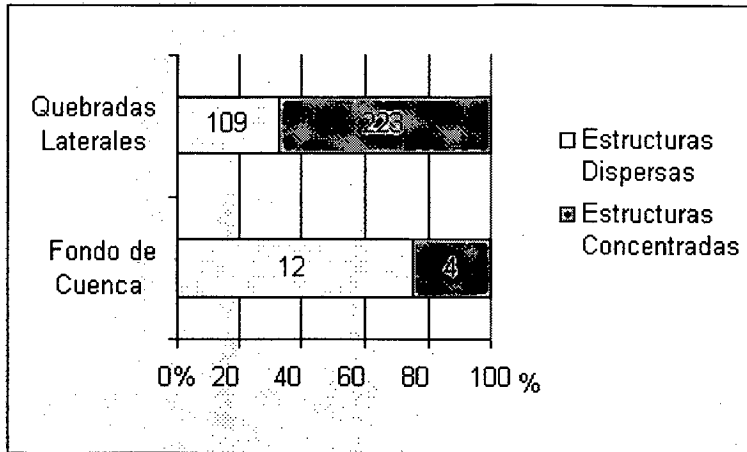


Figura 7.11: Frecuencia y Porcentaje de Estructuras Arquitectónicas Dispersas y Concentradas, en el Fondo de Cuenca y en las Quebradas Laterales del Valle De SAC.

Más generalmente, considerando que la inversión en la construcción de estructuras arquitectónicas se relaciona directamente con la disminución de la movilidad y particularmente con la frecuencia de uso de espacios reducidos (Kelly 1992), este patrón de distribución señala la predominancia de la selectividad de los ambientes de mayor productividad para la instalación humana con estrategias de estabilidad residencial, en particular de asentamientos densos y agrupados en las quebradas laterales. Como dijimos, esto es lo que esperamos bajo situaciones en las cuales se ocupan *patches hábitats* por poblaciones con estrategias de producción de alimentos en las cuales se incluye a la agricultura. Por otra parte el patrón de distribución disperso de unidades residenciales en los aluviones no aterrizados se corresponde con la ocupación de poblaciones con economías productivas, principalmente pastoriles. Esto lo deducimos de la frecuencia de corrales, la ausencia de potenciales canchones de cultivo y la localización de las estructuras arquitectónicas no contiguas a las fuentes de agua. Como generalidad hay consenso en que las economías pastoriles hacen un uso más disperso del espacio (Chang 1992, Chang y Tourtellotte 1993), especialmente en la Puna Norte como lo sugiere el trabajo actualístico (Yacobaccio *et. al.* 1999). De tal modo, nuestra hipótesis acerca del uso del espacio de aluviones aterrizados en los fondos de cuenca mediante estrategias económicas principalmente pastoriles se ve favorecida. Aún más, los aluviones aterrizados ofrecen elemento de su paisaje que propician la instalación de refugios en elevaciones altas pero cercanas a fuentes de agua. Nos referimos especialmente a los aleros naturales que permiten su uso humano tanto para actividades temporarias como permanentes. Como vimos uno de los casos es Morrito 1, en los Patos, que actualmente estamos excavando y que hipotéticamente asignamos al Período Temprano por la cerámica Gris Pulida que presenta en capa. La datación radiocarbónica en proceso esclarecerá esta cuestión.

Las hipótesis propuestas para explicar los patrones de distribución de estructuras arquitectónicas están basadas en las frecuencias observadas de las mismas en una muestra de los tres paisajes principales del Valle de SAC. Como vimos en el Capítulo 4, estos paisajes constituyen diferentes geoambientes de escala subregional. Debido a que estamos trabajando con los datos obtenidos de muestras de cada uno de estos geoambientes, y que en el caso de las quebradas laterales la muestra es mayor –porque abarca las quebradas de Urcuro y Matancillas, se podría suponer que los patrones observados, y las hipótesis esgrimidas para explicarlos, son un producto de errores de medición por la metodología empleada. Más precisamente que los datos obtenidos son azarosos, y que no reflejan los patrones de uso del espacio heterogéneo que aquí sostenemos. Dado que a partir de la Figura 7.10 conocemos la proporción estimada de cada uno de los tres ambientes vegetacionales en cada uno de los tres paisajes, podemos controlar estadísticamente la validez de nuestras observaciones, sobre la base de las frecuencias observadas de estructuras arquitectónicas y

mediante la prueba de χ^2 . La hipótesis nula es que las estructuras se distribuyen regularmente en los distintos ambientes del fondo de cuenca y de las quebradas laterales. La Tabla 7.5 muestra las frecuencias totales de estructuras arquitectónicas observadas en los fondos de cuenca y en las quebradas laterales, su localización en los distintos ambientes vegetacionales, las frecuencias esperadas bajo la hipótesis nula y su refutación para ambos casos. Concluimos que el patrón heterogéneo de emplazamiento diferencial en los tres ambientes de los paisajes de fondos de cuenca y de quebradas laterales es estadísticamente válido.

	Fondo de Cuenca		Quebradas Laterales	
	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada
Estructuras Arquitectónicas				
Suelos Escasamente Cubiertos	0	5,32	0	21,78
Tolar	7	5,32	14	159,72
Vegas y Pastizales Altoandinos	7	3,36	228	60,5
Total	14	14	242	242
χ^2	9,79		618,48	
$\alpha = 0,05$ $v = 2$	<i>Ho: Rechazada</i>		<i>Ho: Rechazada</i>	

Tabla 7.5: Frecuencias Observadas y Esperadas de Estructuras Arquitectónicas en el Fondo de Cuenca y en Las Quebradas Laterales del Valle de SAC y Prueba χ^2 . La hipótesis nula es la de una distribución regular de las estructuras en los tres tipos de ambientes vegetacionales. El valor de χ^2 refuta a la hipótesis nula en los intervalos de confianza y el nivel de significación indicados.

Es muy importante destacar que con la información obtenida a partir de la excavación de algunas de las estructuras arquitectónicas y el fechado radiocarbónico de sus contextos arqueológicos podemos, de una manera inicial, discutir hipotéticamente la temporalidad del patrón de distribución aquí señalado. Como detallaremos en la Parte B de este capítulo, en los aluviones no aterrizados tenemos una fecha para una estructura arquitectónica del fondo de cuenca de 3.617 ± 70 BP (LP.1410) sin calibrar.

Esta fecha nos proporciona el umbral inferior para el comienzo de la emergencia del patrón de distribución de estructuras arquitectónicas en el Valle de SAC. Más precisamente del comienzo del lo que aquí denominamos *proceso de arquitecturización persistente*, el cual consiste en la modificación de los hábitats humanos a partir de la construcción planificada de estructuras arquitectónicas persistentes en lugares específicos, y que permiten la intensificación económica en el espacio, mediante estrategias de movilidad restringida y una mayor permanencia en lugares altamente localizados.

La arquitecturización persistente resulta de una estrategia de aumento de inversión de tiempo y energía para la construcción de elementos artificiales del paisaje de uso recurrente, que son estructuras arquitectónicas persistentes, tales como unidades residenciales, corrales, canchones de cultivos, parapetos de caza y otras facilidades vinculadas con la producción de alimentos o al uso más intensivo de los recursos de predación. Un aspecto clave de este proceso es la creación de ambientes artificiales hereditarios transgeneracionalmente, que facilitan la reocupación de los *hábitats patches* y también su recolonización. Ellos facilitan la formación de *lugares persistentes –sensu* (Schalanger 1992). En el caso de economías agrícolas o pastoriles la arquitecturización persistente crea “infraestructura productiva hereditaria”, que permanece en los hábitats aún después de la extinción local de las poblaciones que las edificaron. En estos términos este proceso se enmarca en la dinámica más general de construcción del nicho (Laland *et. al.* 2001) ver Capítulo 2.

Con los datos actualmente disponibles inferimos que la arquitecturización persistente del espacio, en el Valle de SAC, comenzó por lo menor 1500 años luego del proceso de reducción de la

movilidad, del cual su traza material en la escala regional es la alta frecuencia superficial de artefactos de materias líticas locales en sectores muy acotados del fondo de cuenca. En el Valle de SAC podemos estimar la temporalidad de este proceso a partir de una fecha obtenida en el sitio Ramadas 1 (R1-S1). Como veremos en la Parte B de este capítulo, se trata de un sitio a cielo abierto del fondo de cuenca del Valle de SAC, cuya cronología es de 5.210 ± 40 BP (UGA 876) - sin calibrar. La reducción de la movilidad de poblaciones de cazadores recolectores en la Puna de Argentina ha sido planteada por Achero (1994), particularmente en Antofagasta de la Sierra, proceso que comenzó en el Holoceno Medio. En el capítulo 11 volveremos sobre este aspecto, analizando las implicaciones del proceso de arquitecturización persistente para el estudio de la dinámica evolutiva que tuvo lugar durante el Período Temprano en el Valle de SAC.

Hasta aquí hemos presentado los resultados de nuestros análisis de la estructura arqueológica de escala regional, y las interpretaciones de los mismos en los términos de historias de formación de agregados arqueológicos de escala temporal extensa. Como conclusión sostenemos:

- 1) En el tiempo promediado, la estructura arqueológica regional del Valle de SAC se caracteriza por un patrón de muy alta heterogeneidad en las densidades de artefactos, lo cual indica un uso altamente heterogéneo del espacio regional durante toda su historia de poblamiento humano, con el predominio de rangos de acción humanos extensos, y en donde el 75% del área utilizada se corresponde con espacios de descarte de artefactos aislados.
- 2) La intensidad de uso del espacio se correlaciona con la productividad vegetal, donde las densidades de artefactos son máximas en los ambientes de vegas altamente localizados y con disponibilidad de agua.
- 3) En el fondo de cuenca los paisajes de aluviones aterrizados son los que registran intensidades máximas de descarte de artefactos durante los momentos posteriores a la adopción de la alfarería. En estos paisajes la dispersión de las estructuras arquitectónicas, su localización, y sus formas sugieren que durante el Período Temprano las poblaciones que ocuparon estos hábitats no incluyeron a la agricultura entre sus estrategias económicas pero sí al pastoralismo.
- 4) En los aluviones aterrizados la alta densidad de artefactos en sectores altamente localizados contiguos a vegas, vegas fósiles y al Río San Antonio de los Cobres, y el uso exclusivo de materias primas líticas locales sugiere estrategias de uso del espacio de movilidad reducida, con una cronología mínima de 5210 ± 40 BP, y el uso de estos lugares como sectores residenciales a cielo abierto.
- 5) Los paisajes de Quebradas Laterales si bien poseen una menor densidad de artefactos que los aluviones no aterrizados del fondo de cuenca, presentan una muy alta concentración de estructuras arquitectónicas relacionadas con la producción agrícola y pastoril, y con el uso residencial. Además la evidencia sugiere que habrían formado parte del rango de acción de poblaciones humanas del Holoceno Medio o anterior.
- 6) En la escala regional la arquitecturización persistente comenzó con el inicio del Holoceno Reciente y fue posterior al comienzo de la reducción de la movilidad de mesoescala que tuvo lugar en el marco de poblaciones de cazadores recolectores. Este proceso en el largo plazo se incrementó y dio lugar a la formación de agregados de estructuras arquitectónicas heterogéneamente distribuidas en la escala regional y concentradas en las quebradas laterales, lo cual se vinculó con los procesos de modificación del entorno llevado a cabo por poblaciones con estrategias agrícolas –ver Capítulo 9 .

- 7) En las Quebrada de Matancillas las distribuciones de artefactos de superficie son máximas en los sectores de alta productividad ecológica. En este marco las frecuencias de artefactos vinculados con las actividades de caza son máximas en los sectores internos de la quebrada y vinculadas con corrales dispersos. Esta evidencia sugiere que los espacios de caza se superpusieron con los espacios donde se llevaron a cabo actividades ganaderas. También se infiere que los rangos de caza fueron estrechos, en escalas espaciales comprendidas por el ámbito de la quebrada y los sectores de fondo de cuenca directamente vinculados a la misma. La reducción de los rangos de caza debió ser una consecuencia directa de la estrategia de asentamiento residencial permanente: el sedentarismo. Especialmente por las limitaciones a la movilidad que impone la agricultura.

Para finalizar esta sección destacamos la necesidad de incorporar información de grano fino acerca de cómo operan los procesos de formación del registro arqueológico en la escala regional, para discutir en un mayor nivel de detalle las interpretaciones arriba planteadas. Particularmente de la acción de la morfogénesis que afecta a las distribuciones de artefactos. Al respecto señalamos que estos procesos varían en intensidad conforme disminuye la escala espacial, debido a que en los ambientes de vegas y pastizales, declinan los efectos de la erosión y cobran mayor intensidad los procesos de transporte hídrico y de sedimentación, lo cual propicia el enterramiento del registro arqueológico. En las quebradas laterales se intensifican los procesos de transporte de materiales por gravedad, debido a las pendientes que son muy pronunciadas, y también se suma la remoción masiva y la acumulación de sedimentos por transporte eólico, que genera pequeñas dunas en las entradas de las quebradas (Vilela 1969). Estos procesos no solo propician el movimiento de los materiales arqueológicos, sino particularmente su enterramiento. Por esta razón, sin conocer desde la perspectiva de la geoarqueología, la diversidad y la intensidad de estos procesos en las distintas escalas espaciales no se puede refutar la hipótesis del uso preferencial de estos ambientes por poblaciones de cazadores recolectores. Más precisamente, nuestra hipótesis es que este registro actualmente se halle sedimentado en los sectores de fondo de quebrada, que son los que reciben la mayor carga de depositación aluvional, y que aún no hemos dado con ellos.

Con respecto a la planicie de fondo de cuenca, en la escala espacial más inclusiva, la erosión y la deflación son los agentes dominantes en los dos geoambientes principales: los aluviones aterrizados y no aterrizados. Estos agentes fundamentalmente propician la exposición de materiales. Precisamente como dijimos el 75 % del registro superficial se localiza en estos sectores, lo cual sugiere que la distorsión por los agentes morfogenéticos de los patrones aquí discutidos están atenuados. Al respecto es sumamente notorio que la menor densidad de artefactual se presente en los ambientes de suelos esqueléticos que son los de mayor visibilidad arqueológica en las prospecciones. Tratándose de un planicie este fenómeno no puede relacionarse con el desplazamiento por gravedad. De tal manera concluimos que nuestro trabajo refleja bien la variación en las tasas de descarte y en la intensidad de uso de los distintos paisajes del Valle de SAC. No obstante la investigación futura deberá avanzar en dos dimensiones principalmente: la ampliación de la muestra, y el análisis de la acción de los procesos de formación del registro arqueológico en la escala regional para controlar su incidencia en la estructura arqueológica regional. En la siguiente parte de este capítulo presentamos los trabajos de excavación y los detalles del marco cronológico obtenido de los contextos excavados del fondo de cuenca del Valle de SAC.

C7- PARTE B: Excavaciones en el Fondo de Cuenca del Valle de SAC.

Los trabajos de excavación en el Valle de SAC comenzaron de manera sistemática en marzo de 1999. Aquí damos a conocer las excavaciones llevadas a cabo en el fondo de cuenca. Más precisamente en el paisaje de aluviones no aterrizados de la planicie aluvial del Valle de SAC.

En este marco el trabajo se concentró en Ramadas, donde excavamos la unidad Ramadas 1 Sondeo 1 (R1-S1), y el área total de una estructura arquitectónica localizada en las terrazas del río San Antonio de Los Cobres: Ramadas Estructura 1 (RE-1). Cada una de estas siglas, que designan a las unidades de excavación, son las que utilizaremos a lo largo de lo que sigue de este capítulo. También efectuamos el relevamiento planimétrico de una paleolaguna, en la cual se emplaza Ramadas 1 (R1-S1), y donde se tomaron muestras para estudios de microfósiles. El mismo estuvo a cargo del geólogo Dr. Rodolfo A. Mendoza,

Antes de avanzar en la descripción y en los resultados de estas excavaciones, enfatizamos que las interpretaciones de la evidencia empírica que aquí discutiremos tienen un carácter preliminar. Las mismas se basan en un primer conjunto de datos acerca de los patrones arqueológicos derivados de la ocupación humana del Valle de SAC durante el Holoceno Medio y comienzos del Holoceno Tardío, que indican el rumbo de la investigación regional a desarrollar en el futuro. Dicho esto en las siguientes secciones presentamos la localización de los sitios, la metodología de trabajo, la temporalidad de los contextos excavados y la interpretación arqueológica de la evidencia.

1- Los Sitios de Ramadas

Las excavaciones en el fondo de cuenca del Valle de SAC se llevaron a cabo en dos sitios localizados en el paraje Ramadas. Este se ubica aproximadamente 12 kms. al norte de la localidad de San Antonio de los Cobres. Estos sitios fueron detectados mediante los trabajos de prospección sistemática del terreno (Muscio 1996, 2000a), que han sido más ampliamente desarrollados en la Parte A de este capítulo.

Como vimos, todo el sector de Ramadas se localiza en el paisaje de aluviones no aterrizados. El mismo, a pesar de constituir la parte más deprimida y plana del fondo de cuenca, presenta una topografía irregular, con terrazas de poca elevación que se corresponden con diferentes episodios pleistocénicos y holocénicos de la historia geológica de la cuenca del Valle de SAC (Vilela 1969) - Figura 7.12.

En esta topografía existe un área contigua al curso zigzagueante del río SAC, caracterizada por la presencia de distintos meandros, algunos relictuales, con sus correspondientes sectores de remoción y playas de inundación. Esta área es la más deprimida y está en constante proceso de morfogénesis por los efectos de la dinámica del río San Antonio de los Cobres. En Ramadas este sector se extiende alrededor de 100 metros para cada uno de los márgenes del río SAC.

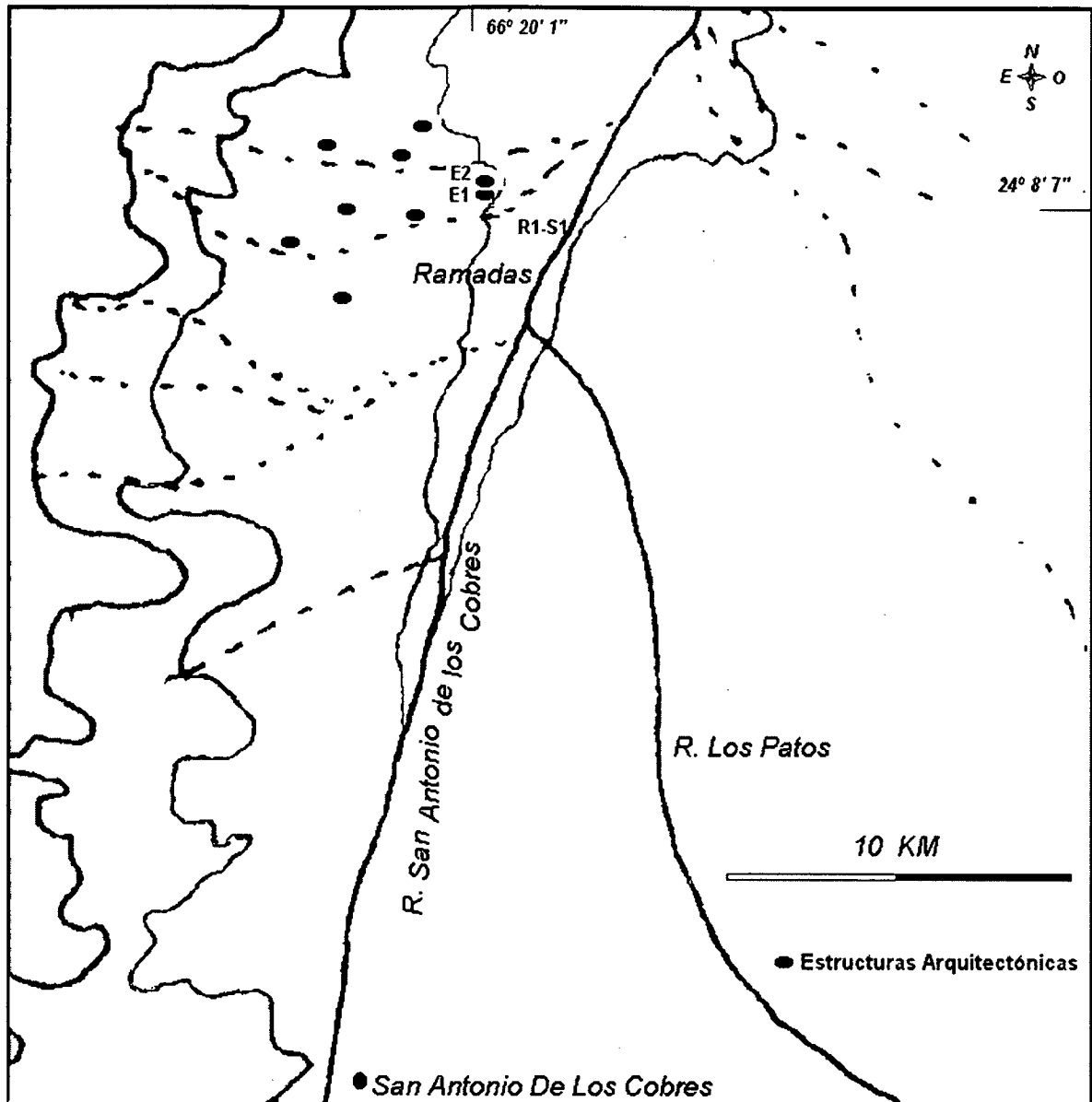


Figura 7.12: Localización de los Sitios Excavados y de las Estructuras Arquitectónicas en la Planicie de Fondo de Cuenca del Valle de SAC. Los diferentes colores indican las diferencias de relieve

Todo el paisaje aluvional, cercano al curso actual del río SAC, está limitado tanto al oeste como al este por líneas de terrazas pleistocénicas, que dan origen a planicies más elevadas y en donde los principales agentes morfogénéticos se corresponden con los procesos eólicos de erosión y deposición de sedimentos. Estas planicies son de extensión variable, y culminan en las primeras elevaciones y afloramientos de las serranías longitudinales al Valle de SAC. En este sector de terrazas levemente más elevadas se detectaron dos estructuras arquitectónicas alineadas y separadas por una distancia de 2 mts. Se trata de los sitios Ramadas Estructura 1 y Ramadas Estructura 2. La excavación se realizó en la primera de ellas: La estructura 1 de Ramadas.

Luego de estas planicies adyacentes al río SAC, el fondo de cuenca desaparece abruptamente por las serranías contiguas, siendo la de mayor importancia la sucesión de cerros de la Cordillera Oriental. Todo el sector de fondo de cuenca está surcado lateralmente por pequeños arroyos que vuelcan sus aguas al río SAC y que tienen sus nacientes en los manantiales serranos. Siguiendo el

curso de estos cauces y en los sectores de planicie alta del fondo de cuenca se detectaron distintas estructuras arquitectónicas circulares y de forma irregular asociadas a paleovegas y turbas fósiles, y similares a las estructuras 1 y 2. El número total de estas estructuras es 7, y se encuentran dispersas y separadas entre sí por una distancia media de 120 mts.

Por otra parte en las áreas próximas al cauce del SAC estos arroyos se ramifican, colectando además el agua de las precipitaciones, y produciendo distintas cárcavas de escurrimiento. Estas cárcavas dejan expuestos perfiles sedimentarios de la planicie aluvional. Precisamente en uno de estos perfiles expuestos se detectó una capa portadora de materiales arqueológicos --Foto 7.9. Este registro corresponde al sitio Ramadas 1, donde se realizó el sondeo 1 (R1-S1). Su excavación la detallamos a continuación.

1.1- Excavación de Ramadas 1 Sondeo 1 (R1-S1)

El sitio, hallado en la segunda campaña de 1999, se localiza a la vera de una playa de inundación relictual del fondo de valle en Ramadas. Se trata de una capa de turba fósil, portadora de materiales arqueológicos y expuesta en ambos perfiles de la cárcava. La misma tiene un ancho variable con un máximo de 1,8 mts y un largo máximo de la pared expuesta en el perfil norte de 2,3 mts. Ésta es una de las cárcavas de escurrimiento que desaguan en el río San Antonio de los Cobres.

El trabajo de excavación, efectuado en la primera campaña de 2000, se concentró en el perfil norte. La altura de este perfil, desde la base, tiene un promedio de 2 mts en el sector donde realizamos la excavación. El perfil presenta una serie de capas de distinta naturaleza sedimentaria asociada a distintos procesos estratigráficos, todos ellos de naturaleza aluvional salvo las capas de turba, y una capa de diatomita, la cual es representativa de un episodio lagunar de gran intensidad de depositación de microfósiles. Los objetivos que guiaron la excavación del sondeo fueron:

- 1) Obtener muestras de los materiales arqueológicos presentes en la capa de turba, que permitieran una primera caracterización del contexto de asociación, para establecer su cronología y su vinculación con los materiales de superficie del fondo de cuenca.
- 2) Obtener muestras sedimentarias para el estudio de los procesos de formación del depósito y la realización de análisis paleoecológicos, a partir del estudio de la variación en la diversidad y abundancia de microfósiles, específicamente de diatomeas.

El sondeo en el sitio se efectuó mediante la excavación en *plano lateral* de la capa portadora de registro arqueológico --Foto 7.10. Esta metodología se siguió con el propósito de maximizar la obtención de datos en un área amplia del sitio, evitando el trabajo de remoción de sedimentos arqueológicamente estériles cuya profundidad es de alrededor de 1mt, desde el extremo superior del perfil expuesto. Para la realización del sondeo se dividió, mediante hilo y estacas, el tramo más visible del perfil norte – de 6 metros de ancho- en tres sectores de 3 metros de ancho cada uno: los sectores A, B y C. En cada uno de ellos se efectuó la limpieza completa del perfil con cepillo y cucharín, removiéndose los primeros 10 cm expuestos en el perfil de la capa arqueológica –capa C-, y nivelando lateralmente la pared sedimentaria. A estos materiales los agrupamos bajo el rótulo El -extracción inicial.

En todo el perfil el ancho de la capa C es muy regular oscilando en 50 cm. Posteriormente se extrajeron y mapearon todos los materiales arqueológicos excavando *lateralmente* a intervalos de 10 centímetros en todos los sectores de la capa C y conservando siempre el plano vertical mediante nivel y plomada. Estos materiales se agruparon bajo el rótulo de Extracción 1 y Extracción 2.

Con el objeto de obtener muestras para la datación radiocarbónica y análisis de laboratorio, se llevó a cabo en la Extracción 2 la obtención de muestras verticales en cilindros sellados de acero de 1,5 mts para el estudio de la distribución estratigráfica de microfósiles. En esta extracción también se tomó la muestra para su radiometría. El volumen de sedimento excavado en la Extracción 2 fue de 0,30 m³, su profundidad lateral, con respecto al perfil expuesto va de los 30 a los 40 cm. Con esto minimizamos la posible contaminación lateral de las muestras.

El material arqueológico se concentra únicamente en la segunda capa de turba la cual aparece sellada por la capa superior de distomita muy consolidada. La presencia de esta capa es muy importante porque permite descartar que los materiales de la capa de turba sean intrusivos de niveles superiores. Mucho más considerando que todas las capas superiores son arqueológicamente estériles, salvo los hallazgos aislados presentes en la superficie de la planicie. La Figura 7.13 presenta la estratigrafía de R1-S1, en la extracción 2.

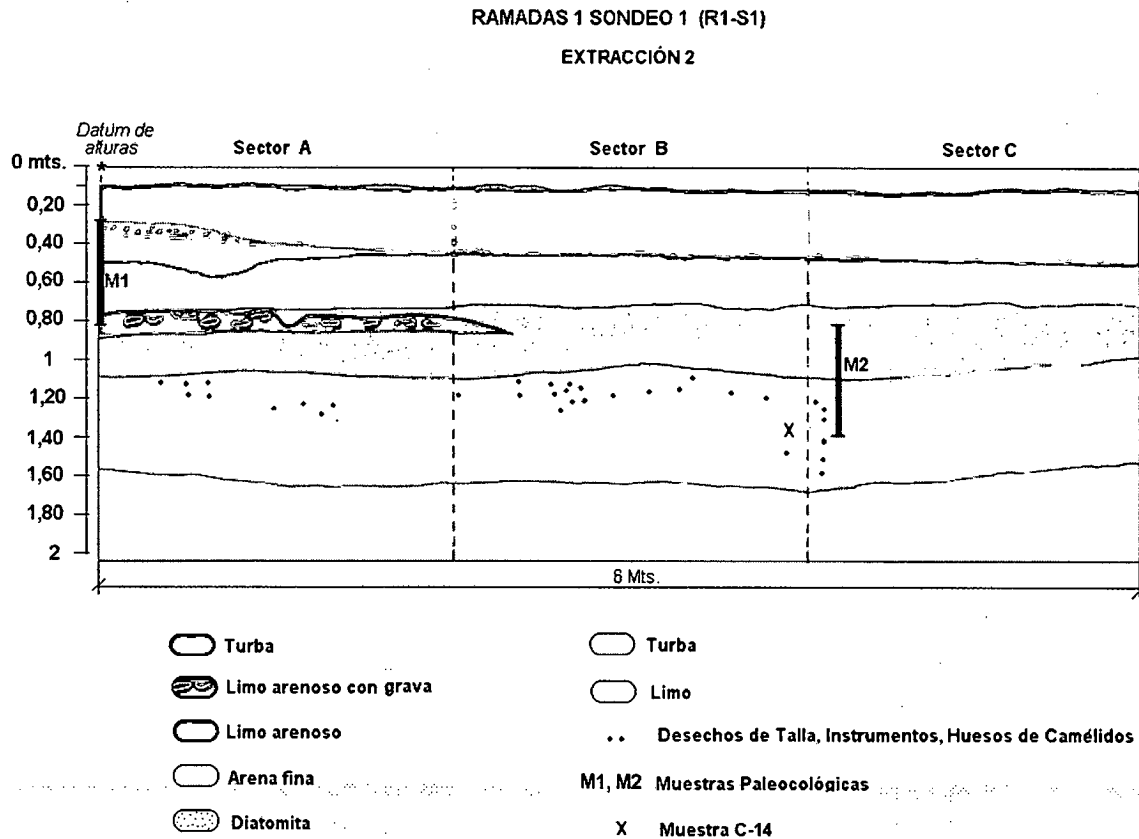


Figura 7.13: Estratigrafía del Sitio R1-S1 Extracción 2.



Foto 7.9: Vista y Localización del Extremo Oeste del Perfil Norte de Ramadas.



Foto 7.10: Vista del Comienzo de la Capa de Turba Portadora de Material Arqueológico de R1-S1

Para la caracterización general de la unidad de excavación nos basaremos en el registro de la Extracción 2, ya que ésta representa al registro arqueológico de mayor integridad (*sensu* Binford 1981), dado que se trata de la fracción no expuesta del perfil. Por radiometría AMS de la turba portadora de este registro, en la Extracción 2 se obtuvo una fecha ^{14}C de $5.210 \pm 40\text{BP}$ (UGA 8726), que calibrado abarca el rango 4045BC–3965 BC, $p=68,2\%$, y 4080BC–3950BC $p=95,4\%$ –Figura 7.14.

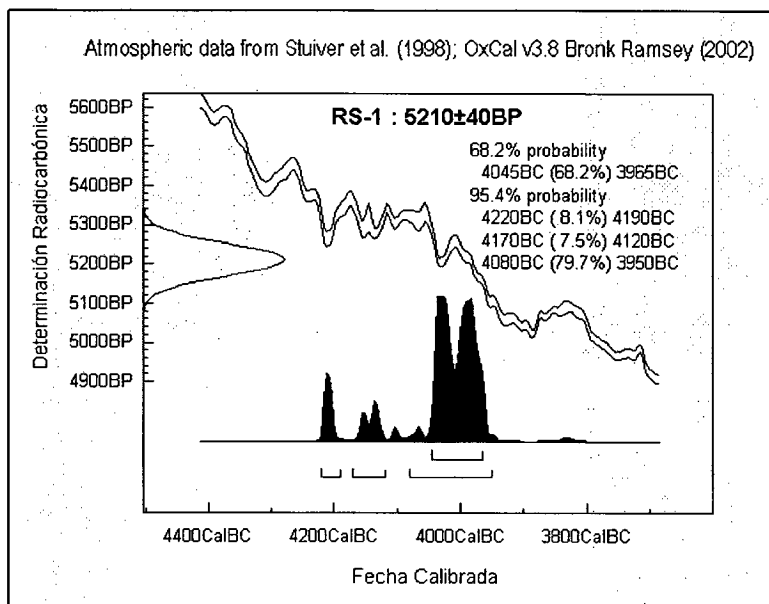


Figura 7.14: Determinación Radiocarbónica de Ramadas 1 Sondeo 1 y Rango de Edades Calibradas

La Figura 7.15 y la Tabla 7.6 resumen las principales características de la Extracción 2 de R1-S1. Estas incluyen las densidades por clase de hallazgo y la densidad arqueológica total en especímenes por m^3 (Esp/m^3).

Tres aspectos deben destacarse con respecto a este registro: a) Los artefactos líticos del registro arqueológico en capa están exclusivamente confeccionados con las materias primas dominantes en los nodos de alta densidad de artefactos de superficie. Se trata de la clase de roca que denominamos *metamorfita local*, de variedades de cuarcita gris y obsidias de Ramadas. Estas materias primas están disponibles en las márgenes del río San Antonio de los Cobres y en los faldeos de piedemonte de la Cordillera Oriental. Es decir en un rango de aprovisionamiento máximo de 1Km de diámetro desde el sitio. El 93% de los artefactos de la Extracción 2 de R1-S1 está confeccionado con esta materia prima. b) La diversidad de artefactos comprende lascas primarias y secundarias, instrumentos unificiales sobre lascas con filos marginales, preformas bifaciales, y fragmentos de puntas de proyectil lanceoladas similares a los presentes en las acumulaciones de superficie del Valle de SAC –Fotos 7.11/12/13. C) El material arqueofaunístico corresponde solo a especímenes de *Camelidae* y a fragmentos de huesos largos asignables a *Artiodactyla*.

El análisis arqueofaunístico de la muestra estuvo a cargo del Lic. Gabriel López. El NISP permitió determinar una muestra identificada de solo 15 (14,42%) especímenes de *Camelidae*, donde el NISP de *Artiodactyla* es 89 (85,57%). Este bajo grado de identificación se relaciona con el alto grado de fragmentación, ya que los fragmentos no identificados son muy pequeños, en su mayoría pequeñas astillas de hueso largo que muy probablemente correspondan a *Camelidae*. La razón entre especímenes identificados y no identificados es de 0.16. Este índice muestra la baja identificabilidad y la alta fragmentación del conjunto óseo de la Extracción 2. Lamentablemente en la muestra recuperada no hay especímenes para el análisis por osteometría de las especies representadas, pero por la temporalidad del registro se trataría de especies silvestres de camélidos.

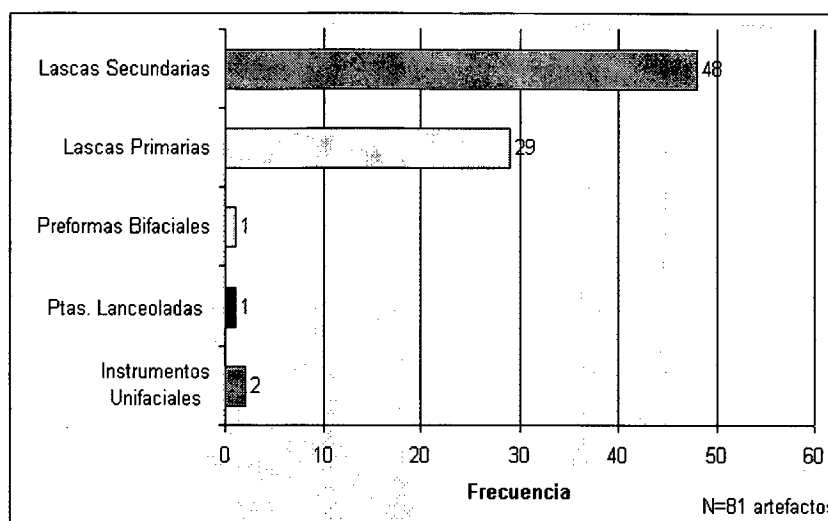


Figura 7.15: Frecuencia de Clases de Artefactos de las Extracción 2 de R1-S1.

Densidad de Artefactos	Diversidad de Artefactos	Densidad de Arqueofaunas	Densidad Arqueológica Total	Temporalidad ¹⁴ C
270 Art/m ³	5	46,7 Huesos./m ³	616,7 Esp/m ³	AMS 5.220 ± 40 AP. Turba

Tabla 7.6: Resumen de las Principales Características de la Extracción 2 de R1-S1.

Con respecto a la incidencia de la meteorización del conjunto óseo, la Tabla 7.7 presenta la frecuencia de los diferentes estadios de meteorización de Behrensmeyer (1978) sobre el conjunto total de especímenes de la Extracción 2 y sus valores porcentuales. Como observamos predominan los especímenes meteorizados, con una muy alta representación de los estadios 2 y 3. Esto puede relacionarse con los procesos de enterramiento en el ambiente de vega (Olivera y Nasti 1988). La incidencia de marcas de roedores en el total de la muestra es del 0,96%, es decir, presente en un sólo espécimen. En cambio la incidencia de marcas antrópicas, específicamente huellas de corte, es del 5,76%, es decir registrada en 6 especímenes. Estos datos sugieren un proceso de enterramiento y sedimentación relativamente lento en la dinámica de desarrollo de una matriz orgánica, vinculada con la presencia de un tapiz vegetal antiguo, marginal al cauce del río San Antonio de Los Cobres. Como hipótesis atribuimos la alta incidencia de la meteorización a este proceso. Debido a que los huesos de la Extracción 2 no estuvieron expuestos en el perfil, parece poco probable que el patrón de meteorización responda a procesos que actuaron en la formación de la cárcava. De todas maneras, esta hipótesis alternativa debe ser investigada en el futuro.

Estadios de Meteorización	Extracción Frecuencia	%
0	17	16,34
1	30	28,84
2	29	27,88
3	28	26,92
4	-	-
5	-	-
Total	104	

Tabla 7.7: Incidencia de la Meteorización en el Conjunto Óseo de la Extracción 2 de R1-S1

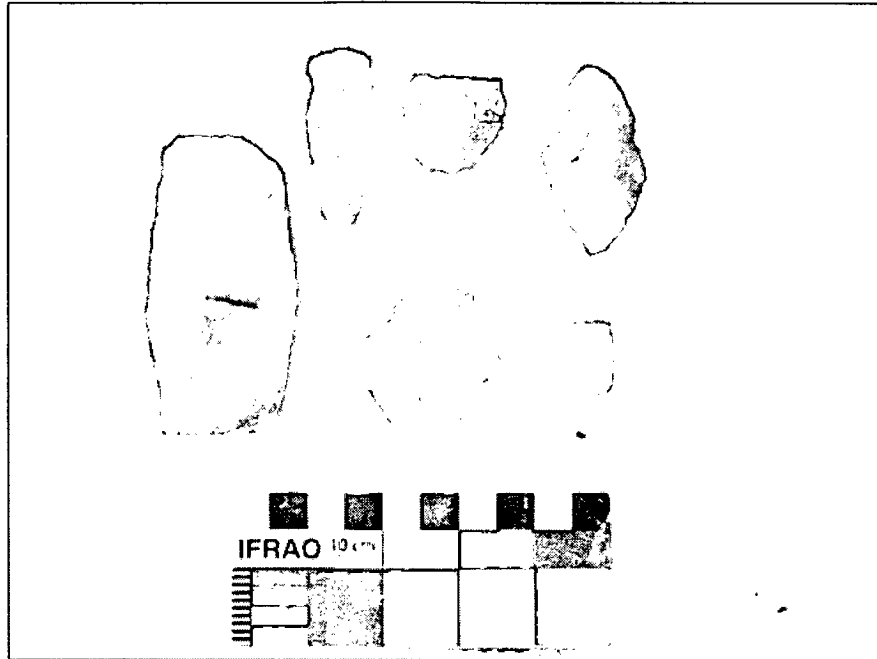


Foto 7.11: Desechos de Talla, Lascas Primarias y Secundarias de R1-S1, E2

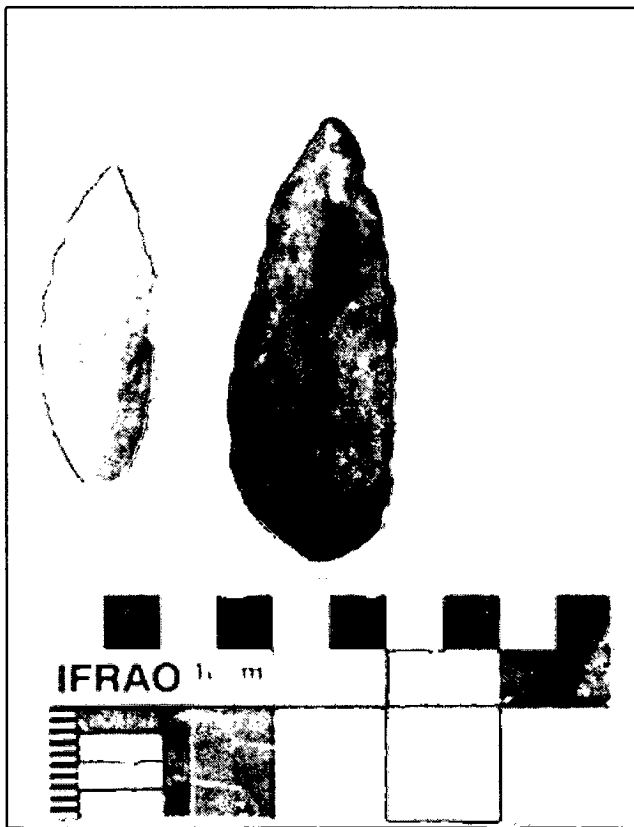


Foto 7.12: Instrumentos Bifaciales de R1-S1,E2

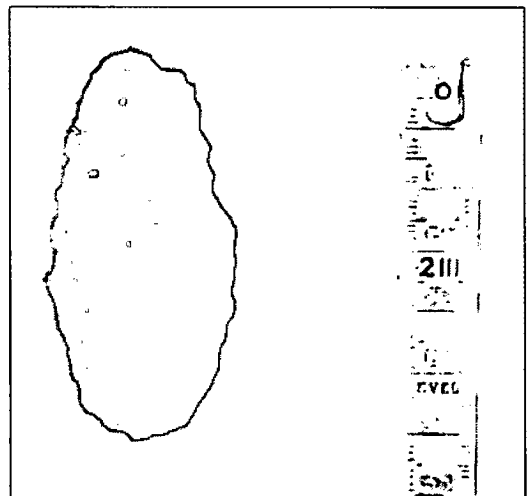


Foto 7.13: Punta de Proyectoil Lanceolada de R1-S1,E2.

El estudio detallado de los conjuntos líticos y arqueofaunísticos está aún en proceso. Sin embargo, el estado actual de estos estudios nos permiten caracterizar a este registro como el emergente del uso humano diversificado del espacio representado por la muestra excavada. Particularmente con relación a las actividades de reducción lítica y al procesamiento de camélidos. Precisamente la evidencia arqueofaunística, con especímenes que presentan huellas antrópica de corte y la alta densidad de acumulación ósea apoyan a esta hipótesis. Sobre esta base concluimos que R1-S1 es la señal arqueológica en el Valle de SAC de su poblamiento humano durante el Holoceno Medio, representando un asentamiento de actividades extendidas a cielo abierto.

Más aún, dado que tanto el contexto fechado como los nodos de alta densidad de artefactos de superficie presentan un registro similar en cuanto a clases de materias primas utilizadas, y a la alta diversidad de artefactos en diferentes etapas de reducción (Muscio 1996, 2000a), concluimos como interpretación preliminar que todo el conjunto forma *un solo componente arqueológico*. Es decir que comparten su temporalidad. Es crucial destacar que no estamos proponiendo que todo el registro superficial comparta esta cronología, sino solamente que *los nodos superficiales de alta frecuencia de artefactos líticos*, son registros de superficie de temporalidad comparables al registro en capa. No sabemos el comienzo de la formación de estos palimpsestos de superficie, pero podemos tomar al fechado de R1-S1 como el límite temporal más antiguo que actualmente conocemos para la misma.

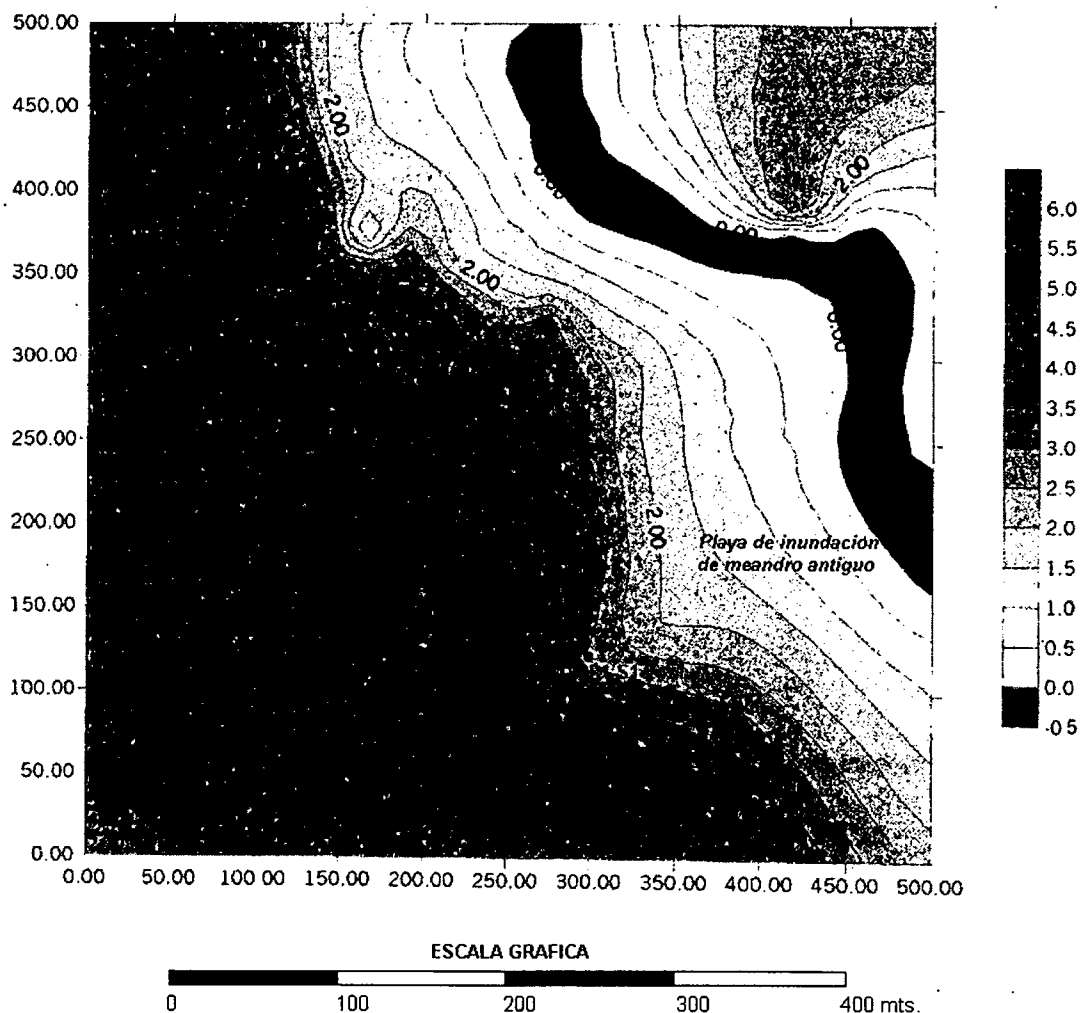


Figura 7.16: Topografía del Sector de Ramadas. Nótese las diferencias altimétricas, que en las zonas más bajas constituyen antiguas playas de inundación y la localización de los sitios en las líneas de altitud superiores a las mismas.

La Figura 7.16 muestra el plano topográfico del sector del fondo de cuenca de Ramadas y la localización de los diferentes sitios. El mismo lo relevamos en el campo con teodolito y brújula taquimétrica y GPS. De este relevamiento resulta evidente que los registros en capa se localizan en sectores puntuales de, antiguas planicies de inundación muy extensas, sin análogos actuales.

La evidencia paleoecológica, de Ramadas y de otras paleovegas de la Puna sugiere para el Holoceno Medio condiciones de mayor concentración espacial de la humedad, en una escala espacial más inclusiva que San Antonio de los Cobres (Yacobaccio *et. al.* 2001). Localmente para el fondo de cuenca de SAC el registro de diatomeas de Ramadas, realizado en el marco de nuestras investigaciones, sugiere ambientes puntuales de mayor concentración de humedad (Morales 2001).

Aquí sugerimos que la evidencia topográfica y paleoecológica indican un ambiente localizado de alta productividad vegetal asociado al cauce del río SAC para el segmento temporal en el cual se formó R1-S1, y posteriormente un ambiente lagunar con alta deposición de microfósiles. Proponemos que esta dinámica paleoambiental puede correlacionarse no solo con las probabilidades de enterramiento de registro sino con las oportunidades de uso humano de estos ambientes. Como veremos, las evidencias posteriores de instalación humana se ubican en los terrenos más elevados de los que aparentemente fue un ambiente lagunar. Esto lo vemos por la localización de las Estructuras 1 y 2 en la Figura 7.16.

Por otra parte, y más generalmente, sugerimos la hipótesis de que este registro indica que las poblaciones de cazadores recolectores del Holoceno Medio utilizaron los ambientes de vega y los sectores contiguos al río SAC para actividades residenciales. De tal manera R1-S1 sería el resultado de procesos de formación que permitieron el enterramiento de una muestra de las acumulaciones densas de artefactos que actualmente se encuentran en superficie, y que por la dinámica de morfogénesis local: A) no estuvieron nunca enterradas, o B) estuvieron enterradas en algún momento de la historia de formación del paisaje de la planicie del fondo de cuenca pero fueron expuestas con una alta intensidad a la deflación, que actuó desenterrándolas. Sugerimos que la segunda hipótesis puede explicar muchas de las acumulaciones de artefactos que actualmente están parcialmente enterradas en paleovegas del fondo de cuenca. En síntesis proponemos:

- 1) Que el registro arqueológico de R1-S1 es una fracción enterrada correspondiente a un componente arqueológico de mayor distribución espacial y representativo de las acumulaciones de superficie que muestran una alta diversidad de artefactos, un uso local de materias primas, actividades de reducción lítica que involucraron, entre otros diseños la confección de bifaces y de puntas de proyectil *lanceoladas de bordes subparalelos*, y altas densidades de artefactos. Bajo esta hipótesis la visibilidad de estos sitios de superficie del fondo de cuenca se explica por los procesos de morfogénesis que operan en el Valle de SAC, y en relación con la topografía. La presencia de registros en capa se explica por la probabilidad diferencial de enterramiento que ofrecen ambientes depositacionales puntuales.

Los datos actualmente disponibles favorecen esta interpretación, sin embargo la investigación futura demanda la contrastación independiente de la cronología de los palimpsestos de superficie y la ampliación de las excavaciones en los sitios de cielo abierto del fondo de cuenca. Es importante destacar la importancia del sitio Ramadas 1 para la investigación futura, debido a su gran extensión hacia ambos lados de la cárcava, y a su potencia arqueológica.

Finalmente, la evaluación de esta interpretación preliminar requiere de la excavación en área de Ramadas 1, de la investigación orientada al análisis de los procesos de formación del registro desde la perspectiva de la geoarqueología, y del estudio de la temporalidad de los agregados de superficie (Dunnell 1992).

2- Excavación de Ramadas Estructura 1 (RE-1)

La estructura 1 de Ramadas, al igual que la estructura 2, se localiza en la línea de terrazas del margen oeste del río San Antonio de los Cobres. Su distancia respecto a este cauce es de 176 mts. Su elevación con respecto al nivel del río es superior a los 15 mts. Por su localización, RE-1 se encuentra ubicada a 26 mts de una paleovega. Específicamente de la playa de inundación de un meandro que actualmente cambio su recorrido, pero que por su expansión hacia los sectores más altos debió formarse en momentos de mayor caudal en toda la cuenca –Foto 7.14. Ambas estructuras son pequeñas unidades arquitectónicas contiguas, de planta irregular, superficialmente visibles como acumulaciones rocosas, pero distinguibles por presentar cimientos –Foto 7.15. Los mismos constituyen muros compuestos por grandes bloques, intercalados con guijarros más pequeños. El fechado ^{14}C obtenido en el Nivel 4 de RE-1 es de 3.617 ± 70 AP, sin calibrar (LP 1410). La figura 7.17 ilustra los cimientos de la Estructura 1 al cierre de su excavación en el Nivel 5.

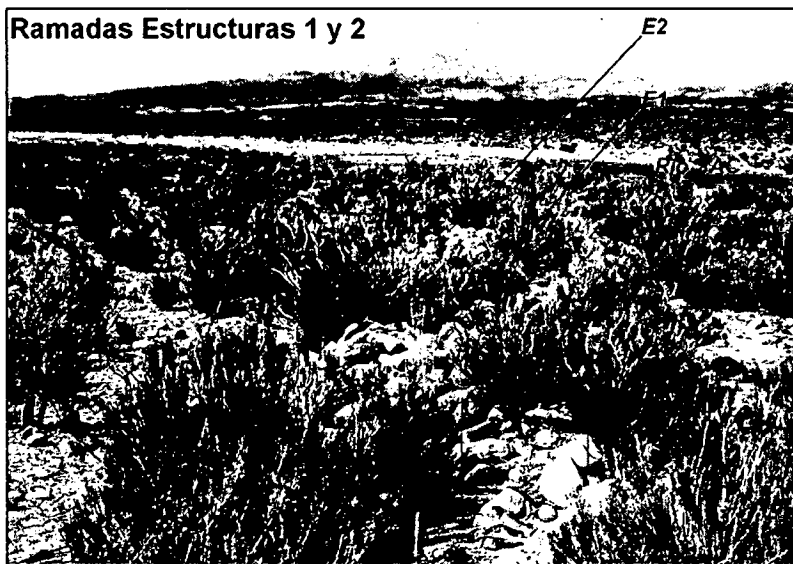


Foto 7.14: Vista de la Ubicación de las Estructuras 1 y 2 de Ramadas.



Foto 7.15: Cimientos de Rocas Alineadas de las Estructuras 1 – extremo inferior- y 2 - extremo inferior de Ramadas. Nótese la Irregularidad de la acumulación de las rocas de derrumbe, y la alineación de los cimientos.

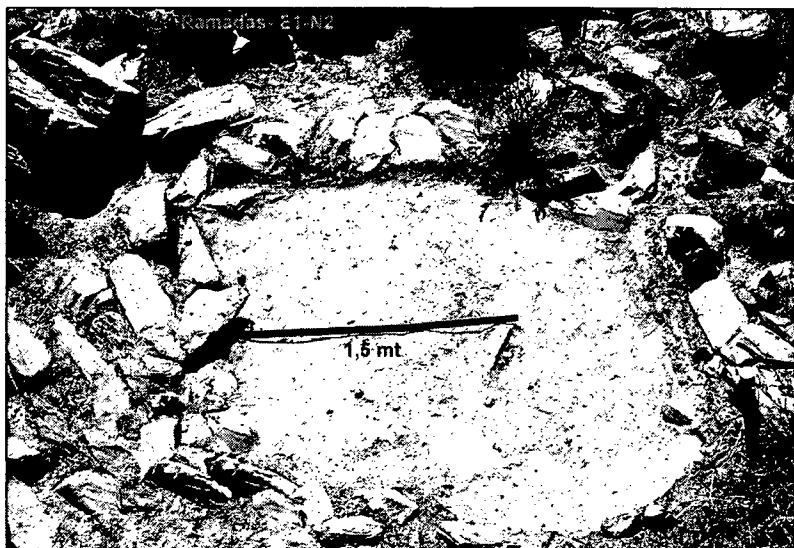


Foto 7.16: Comienzo del Nivel 3 de RE-1. Nótase la irregularidad de los cimios y las rocas de derrumbe pero la tendencia a una planta de forma circular

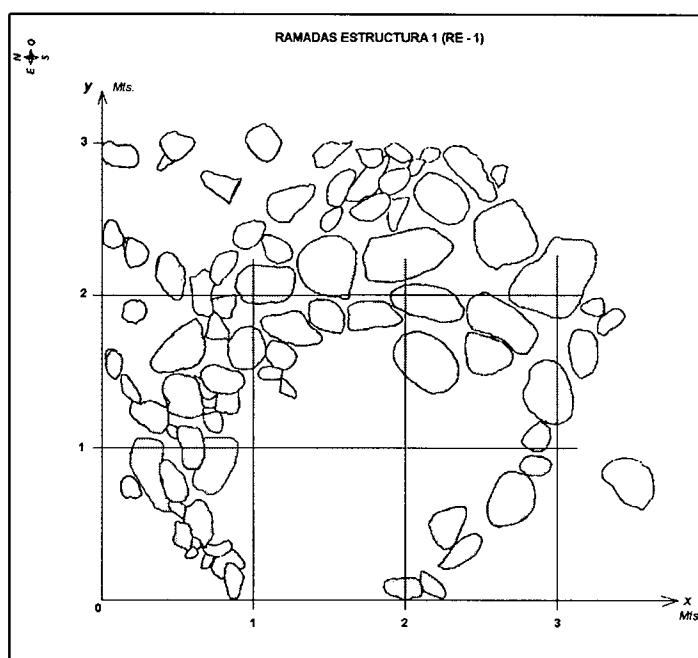


Figura 7.17: Planta de la Estructura 1 de Ramadas.

La excavación de RE-1, se realizó durante las campañas de marzo y noviembre de 1999. La metodología consistió en remover toda la acumulación rocosa de superficie, delimitando la cuadrícula de trabajo que muestra la Figura 7.17, y excavando 6 sectores de 1m². Destacamos un aspecto importante para la discusión precedente. En toda el área delimitada por la grilla de trabajo no se detectó material cerámico de superficie, aunque sí materiales líticos. Tampoco se detectó material cerámico en superficie en un radio de aproximadamente 100 mts en torno del sitio. Aclaremos este punto ya que la excavación de esta estructura reportó materiales cerámicos en el nivel fechado.

Luego del levantamiento de la acumulación rocosa, la excavación se realizó en niveles de 10 cm. El volumen total excavado fue de 2 m³. Aclaremos que la excavación aquí discutida no llegó al nivel estéril. Un aspecto que es muy importante de destacar, y que se ve en el perfil, es que los niveles 1, 2 y parte del 3 se corresponden con una matriz limo arenosa con una gran presencia de clastos pequeños y una muy baja frecuencia de artefactos que son exclusivamente líticos. Los niveles 1 y 2 no registraron especímenes óseos.

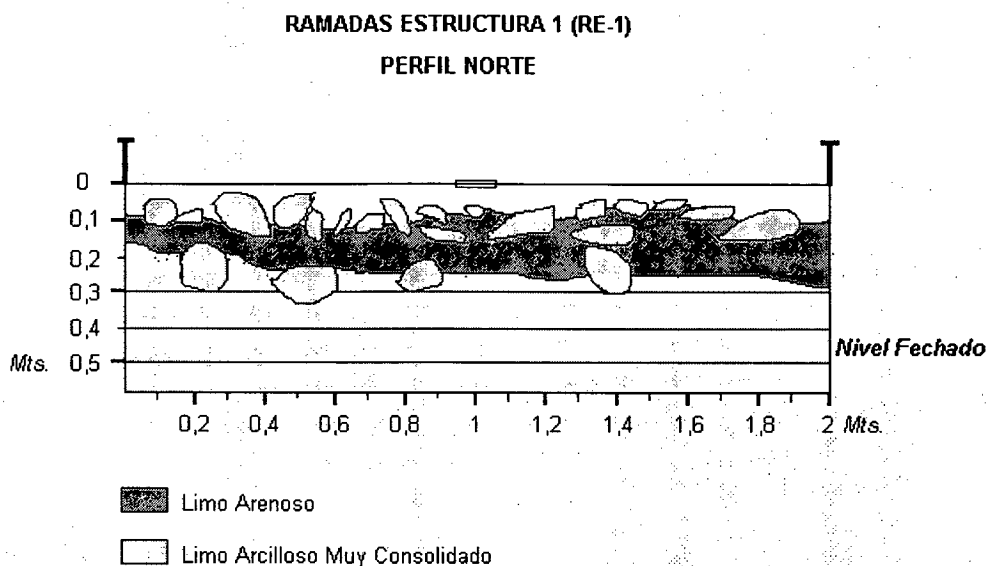


Figura 7.18: Perfil de la Excavación de la Estructura 1 de Ramadas. El perfil muestra la profundidad total de excavación y el nivel fechado.

La Figura 7.18 grafica el Perfil Norte de la excavación de RE-1. Obsérvese la profundidad y la dimensión de los bloques de rocas expuestos en el perfil. De ello inferimos que se trata de cimientos, es decir de estructuras artificiales por lo cual deducimos que las rocas de superficie son muros derrumbados de paredes pequeñas y de parte de los cimientos. Como se observa en la Figura 7.18, a partir del Nivel 3 la matriz sedimentaria cambia abruptamente, constituyendo un sedimento limo arcilloso altamente consolidado, y muy cementado –Foto 7.16. Desde este nivel hasta el final de la excavación la estratigrafía fue monótona, desapareciendo las arenas de la estructura sedimentaria. Precisamente a partir del Nivel 3 aumenta la frecuencia de hallazgos, y es en este nivel donde se producen los primeros hallazgos óseos y cerámicos.

El número total de especímenes óseos para los niveles 3, 4 y 5 es de 115. En la excavación la frecuencia de huesos es máxima en el Nivel 4, comparada con la frecuencia de artefactos de todos los niveles -Figura 7.19. Para todo el volumen excavado la densidad total de artefactos líticos es de 163,7 Art/m³, la densidad de arqueofaunas es de 38,3 Huesos/m³ y la densidad de cerámica es de solo 3,3 Tiestos/m³. La densidad arqueológica total es de 205,3 Esp/m³. Esto pone de relieve la alta densidad arqueológica en un sector restringido del espacio y artificialmente delimitado, y la bajísima tasa de depositación de cerámica. La baja depositación de estos artefactos es también frecuente en sitios con alfarería temprana. Por ejemplo en Tomayoc, García (1997) encuentra un total de 12 tiestos en una excavación de 4 m³, es decir una densidad de 3 Tiestos/m³. Discutiremos las propiedades de este registro arqueológico comenzando con las arqueofaunas. La Tabla 7.8 muestra el NISP de todo el conjunto óseo. Se destaca la alta incidencia de los camélidos representado en un 70,96%, y la baja incidencia de *Artiodactyla*, que representa a fragmentos pequeños de huesos largos. Es muy importante resaltar que la presencia de *Rodentia* se restringe al Nivel 3, es decir al nivel de menor abundancia de huesos, y que se trata de roedores muy pequeños y no identificables al nivel de la especie. Globalmente para los 3 niveles, el MNI de camélidos es de 2 individuos, determinados por estado de fusión y lateralidad (López y Muscio MS).

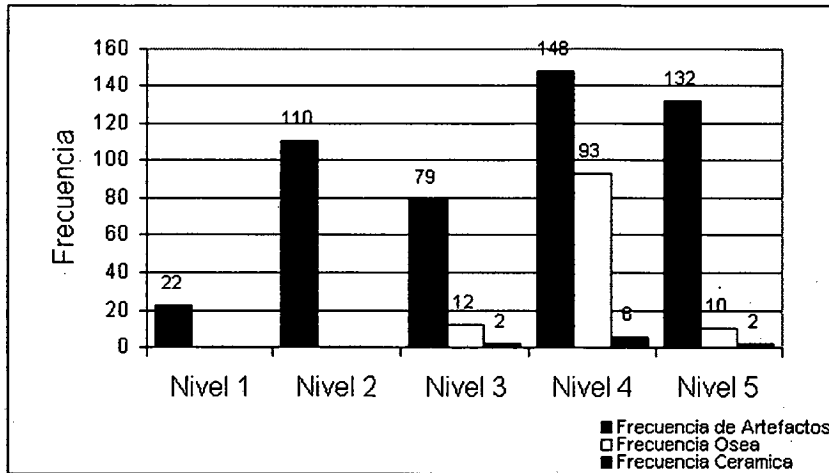


Figura 7.19: Frecuencia de Clases de Hallazgos por Nivel de la Excavación de RE-1.

Taxon	NISP	%NISP
Camelidae	44	70,96
Artiodactyla	7	8,06
Rodentia	13	20,96
Total	62	100

Tabla 7.8: NISP del Conjunto Arqueofaunístico Total de RE-1

Estadios de Meteorización	Frecuencia	%
0	26	41,94
1	19	30,06
2	10	16,13
3	5	8,06
4	2	3,23
5	-	-
Total	62	100

Tabla 7.9: Incidencia de la Meteorización Sobre el NISP del Conjunto Arqueofaunístico de RE-1

La Tabla 7.9 presenta la incidencia de la meteorización¹ sobre la fracción identificada -el NISP- de la muestra. Como se aprecia predominan los especímenes meteorizados, aunque con una representación relativamente alta de especímenes no meteorizados, 42%. Sin embargo el patrón es el de un conjunto globalmente que tiende a una alta integridad, ya que las marcas antrópicas se evidenciaron en 8 especímenes, resultando marcas de corte y representando el 12, 5 % del total NISP y 6, 83% del total de especímenes óseos. Es importante destacar que en todo el conjunto no se registraron marcas *no antrópicas*, ni de roedores ni de carnívoros. Esto último, más el hecho de que los roedores identificados se presentan solo en el Nivel 3, nos permiten inferir que los agentes intervinientes en la formación de este registro son principalmente la conducta humana de uso y descarte de fauna y los procesos sedimentarios postdescarte, que actuaron meteorizando a una fracción alta del conjunto total de huesos.

La acción humana de uso de fauna se manifiesta claramente por la localización de las marcas de corte, que se presentan en el proceso transversal de la vértebra lumbar, y de la vértebra cervical, en la costilla, en la hoja y la espina de la escápula, en diáfisis media del húmero, y en la diáfisis de

¹ Para los estadios de meteorización de camélidos y artiodáctilos se siguió el criterio de Behrensmeyer (1978), que define estadios del cero al cinco por el que pasan los restos óseos, especialmente en mamíferos de más de 5 Kg. Respecto de los roedores, se consideró el rango de meteorización para pequeños mamíferos de Andrews (1990) en Lyman (1994), aunque vale aclarar que todos los especímenes hallados no presentan modificación y por lo tanto se ubican en el estadio cero. Por eso para tener una visión de conjunto no sesgada sobre como afectó la meteorización a los distintos especímenes óseos, se incluyeron dentro del estadio cero los especímenes de camélidos y roedores que no presentan modificaciones producidas por la meteorización. Este criterio se siguió en todos los conjuntos discutidos en este trabajo

metapodios. Globalmente el registro arqueofaunístico de los 3 niveles sedimentariamente monótonos, sugieren un patrón de procesamiento integral de las presas, debido a que están representadas partes del esqueleto apendicular y del esqueleto axial de camélidos. Más precisamente la incidencia de huesos del esqueleto axial sobre el NISP de camélidos es del 81%, y de los huesos del esqueleto apendicular es del 43,18%. Por otra parte las huellas de corte se distribuyen también homogéneamente en ambas partes de la carcaza. Es muy importante destacar la alta frecuencia de tarsianos y carpianos, especialmente los primeros. Esto sería indicativo del ingreso al sitio de los cuartos traseros completos (Yacobaccio y Madero 1992).

Esto sumado al hecho de que el MNI de camélidos es de 2 individuos nos permiten plantear de que la estructura 1 de Ramadas representa una unidad habitacional pequeña donde se llevaron a cabo actividades de procesamiento integral de presas. Esta hipótesis se refuerza al considerar el hallazgo en el Nivel 4 de una pequeña lente de sedimento carbonoso y rubefaccionado de una profundidad máxima de 1,5 cm, -pero sin delimitación de rocas - lo cual parece ser evidencia de una pequeña estructura de combustión intramuros.

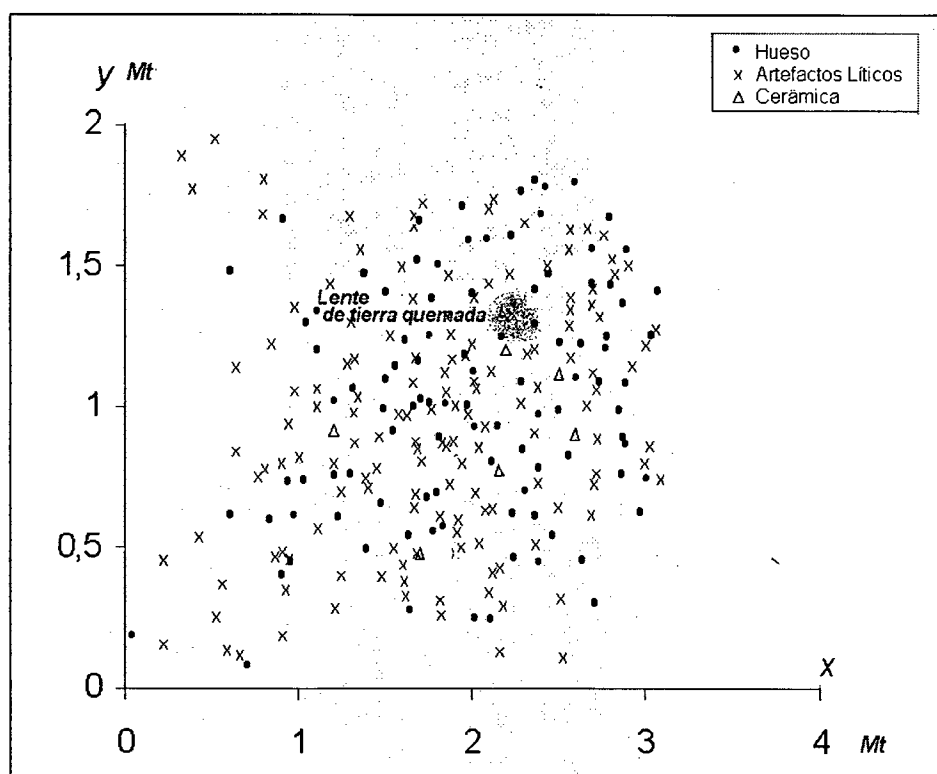


Figura 7.20: Planta de Excavación y Distribución de Hallazgos del Nivel 4 de RE-1. En la planta se observa la asociación de materiales líticos y cerámicos.

El registro de artefactos actualmente está siendo analizado. Por lo tanto ofreceremos una descripción sumaria de los mismos, restringiéndonos al Nivel 4 del cual se obtuvo el fechado radiocarbónico realizado sobre huesos. La Figura 7.20 ilustra la planta de excavación y la distribución del total de los hallazgos del Nivel 4. Obsérvese la regularidad de la distribución de artefactos y huesos en una superficie altamente acotada de la planta. Precisamente esto indica el uso intensivo del espacio intramuros, que resulta evidente por la tasa de depositación arqueológica que para el Nivel 4 es de 411,6 Esp/m³. En este nivel se registró la asociación de artefactos líticos y de 6 fragmentos de cerámica. En el Nivel 5 también se registraron 2 fragmentos de cerámica, y tiene una tasa de depositación arqueológica de 240 Esp/m³.

Como se apreciar en la planta de la Figura 7.20 la frecuencia de artefactos líticos es dominante. En su mayoría son desechos de talla (93%) compuestos por lascas primarias y secundarias y lascas de reducción bifacial. En cuanto a los instrumentos, están presentes unifaces lanceoladas con filos de raederas, 1 fragmento de punta de proyectil lanceolada de tamaño pequeño con pedúnculo y aletas salientes, 1 fragmento de preforma de punta de proyectil lanceolada grande; una punta de proyectil triangular con pedúnculo esbozado y filos reactivados confeccionada en obsidiana no local, de la fuente Tocomar, según su caracterización química, y un fragmento de punta de proyectil unifacial confeccionada en obsidiana probablemente procedente de Cerro Zapaleri –Foto 7.17.



Foto 7.17: Artefactos Líticos del Nivel 4 de RE-1. De izquierda a derecha, parte superior: 1) Fragmento de punta de proyectil lanceolada apedunculada con aletas salientes de sílice 2) Fragmento de Punta de proyectil bifacial lanceolada de cuarcita gris, 3) Fragmento de punta de proyectil bifacial lanceolada de cuarcita rosada, 4) Fragmento de punta de proyectil con filo bifacial de metacuarcita local, 5) Ápice de punta de proyectil de obsidiana de la fuente de Cerro Zapaleri, 6) Punta de proyectil triangular con pedúnculo esbozado de vidrio volcánico transparente, de la fuente de Tocomar. Parte inferior: Desechos de talla 8) lasca con extracciones de metacuarcita local, 9) lasca primaria de sílice, 10) lasca de obsidiana de la fuente de Cerro Zapaleri.

El material cerámico de las capas 3, 4 y 5 de Ramadas Estructura 1 contabiliza un total de 10 fragmentos, de los cuales 6 corresponden al Nivel 4. La Foto 7.18 ilustra los fragmentos del Nivel 5. Salvo un fragmento con pulido, sin engobe y de color gris oscuro; el resto no tiene otro acabado de superficie más que el alisado exterior e interior. De los fragmentos del Nivel 4, remontan 2. Ambos forman parte de un borde corrugado de una pieza grande, no menor a los 35 cm de diámetro de la boca –Foto 7.19-, cocinada en atmósfera oxidante. Mientras el total de la muestra corresponde a tiestos con pastas compactas pero de textura gruesa, la mitad corresponde a fragmentos de cocción reductora y la otra mitad a oxidante. El grosor de las paredes tiene un promedio de 0,89 cm. La dureza promedio de todos los especímenes es de entre 4 y 5 en la escala Mohs.

El borde corrugado se compone de 2 fragmentos de oxidación completa sin ninguna clase de núcleo. Presenta además incisiones irregulares en toda la superficie externa, y el corrugado se extiende formando el labio interno del borde –Foto 7.20. La pasta presenta grandes inclusiones de cuarzo blanco angulosas, que llegan a medir hasta 3 mm de largo–Foto 7.21. La matriz arcillosa incluye en baja proporción mica dorada. El estudio petrográfico de este ejemplar indicó que las inclusiones metamórficas son similares a las presentes en las formaciones locales, particularmente a la Formación Punco Viscana (Blasco *et. al.* 1992). Por otra parte el cuarzo blanco abunda en todo el Valle de SAC. El resto de los fragmentos también se componen de pastas con inclusiones plutónicas y sedimentarias,

pero predominan siempre las últimas. En los fragmentos de cocción reductora, salvo el fragmento pulido, el corte fresco muestra que se trata de reducción completa con oxidación superficial (Rye 1981), con márgenes oxidados de aproximadamente 1mm. Esto les otorga un color superficial exterior marrón rojizo claro, y gris oscuro en la superficie de la cara interna, y en un caso –fragmento 5c9– exterior marrón claro e interior beige. Las inclusiones son siempre de tamaño grande –de 2 a 3 mm de largo- y no angulosas. En el fragmento 5c9 la pasta es más compacta, con inclusiones más finas, inferiores a 1 mm de largo. Sobre la base de las inclusiones presentes en la muestra puede proponerse la hipótesis de manufactura local. Particularmente por las inclusiones plutónicas que caracterizan los bancos arcillosos de la Puna –ver Capítulo 10.

Con respecto al fragmento pulido, destacamos que la superficie pulida es la de la cara exterior, y que su color es gris muy oscuro. Resaltamos que no se trata de un fragmento del tipo Gris Pulido, definido para San Pedro de Atacama por Tarragó 1989, ya que no presenta engobe, el pulido –aunque notorio- es poco intenso, su pasta presenta inclusiones sedimentarias de aproximadamente 2mm de largo, su textura es mediano-gruesa, y se puede inferir una cocción de baja temperatura por el color gris marrón claro del núcleo.

En cuanto a la cerámica de cocción oxidante, esta presenta pastas con inclusiones similares a la cerámica de cocción reductora, pero en el caso del fragmento 4c5, las inclusiones son más grandes, silíceas y angulares. El total del conjunto cerámico indica un patrón de cocción de baja temperatura. En ningún caso del total de la muestra se detectaron inclusiones orgánicas.

A partir de los datos de la Tabla 7.10 discutiremos algunos aspectos de los procesos de formación del registro arqueológico que pudieron afectar al conjunto cerámico. En primer lugar vemos que el índice de fractura, medido por el tamaño modular de los tiestos –el producto del largo máximo y el ancho máximo- es muy elevado. Sin embargo esto es el resultado de la incidencia del espécimen 4c6. Para el conjunto total el CVS del tamaño de los fragmentos es de 160% y su desvío estándar también es muy elevado.

Fragmento	Espesor (cmts)	Largo Max. (cmts)	Ancho Max. (cmts)	Tamaño (cm ²)	Textura y Atmósfera de Cocción	Sup. Descascarada	Fractura Original	Sup. Abracionada	Sup. Pulida	Color Sup. Ext.	Color Sup. Int.
3c1	Indet	1,2	0,6	0,72	B8		Ang.	Int.	Ext.	2,5Y/0	7,5R4/0
3c2	0,9	1,2	0,7	0,84	B2		Ang.			2,5Y6/0	2,5Y6/0
4c3	1,1	2	1,8	3,6	B2		Ang.	Ext.		5YR5/4	5YR5/4
4c4	0,92	2,6	2,5	6,5	B2		Ang.			5YR5/4	5YR5/4
4c5	0,93	4,4	2,7	11,88	B2		Ang.			5YR5/3	5YR5/3
4c6	0,97	8	6	48	B9		Ang.			5YR5/3	5YR5/3
4c7	1	3,4	1,8	6,12	B9		Red.	Ext.		5YR5/4	2,5Y6/0
4c8	0,83	2,9	3	8,7	B9	Ext.	Ang.			5YR5/4	2,5Y6/0
5c9	0,62	3,5	3	10,5	B8					10YR	2,5YR5/4
5c10	0,74	3	1,2	3,6	B2	Ext	Ang.			10YR5/4	10YR5/4
Promedio	0,89	3,22	2,33	10							
Desvío Estándar	0,14	1,86	1,48	13,85							
CVS (%)	17,26	64	49,5	160							

Tabla 7.10: Características de la Cerámica de la Estructura 1 de Ramadas. Ang= Angular, Ext= Externa

Exceptuando el grosor de los tiestos, que es relativamente alto con una media de 0,89 cm y poco variable, con un CVS de 17%, vemos que el resto de las dimensiones del tamaño de los tiestos presentan también mucha variación. Considerando el tamaño modular de los tiestos y el grosor de las paredes, observamos que ambas variables no covarían, $r^2 = 0,01$. En general esperamos que los procesos de fractura que afectan al tamaño de los tiestos actúen principalmente en función del grosor de las paredes, una vez que los tiestos han sido descartados (Orton *et. al.* 1993). Como esto no se verifica, argumentamos que la depositación de tiestos ocurrió a partir del descarte de materiales ya muy fracturados. Además, salvo el caso del un borde – que se presentó remontando *in situ* - el resto de los fragmentos no puede ser atribuible a partes específicas de la vasija. Así, sugerimos que la entrada al registro arqueológico de estos materiales ocurrió una vez fracturados en los tamaños de hallazgo, y que su alteración posterior fue consecuencia de los procesos de enterramiento. Esta hipótesis cobra sustento teniendo en cuenta que la fractura original del 90% de los tiestos es angular, mientras que un solo fragmento presenta fracturas redondeadas, que se asocian principalmente con el rodamiento erosivo(Orton *et. al.* 1993).

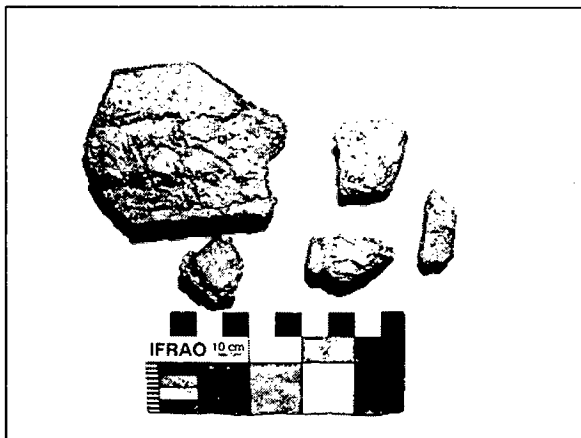


Foto 7.18: Fragmentos Cerámicos del Nivel 4 de RE-1.

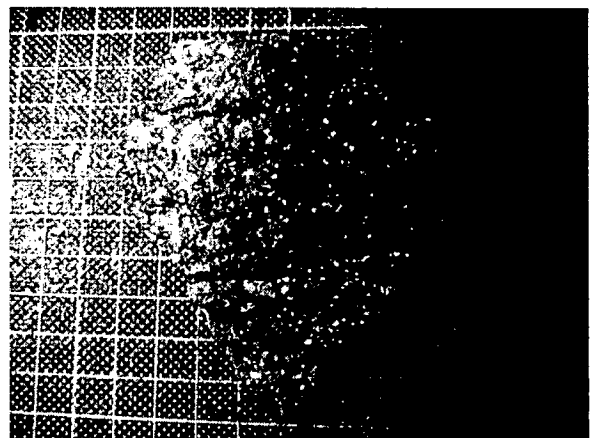


Foto 7.19: Borde Corrugado e Inciso, Partido en dos Fragmentos. Nótese el tamaño de las inclusiones de cuarzo blanco y de rocas sedimentarias blancas.

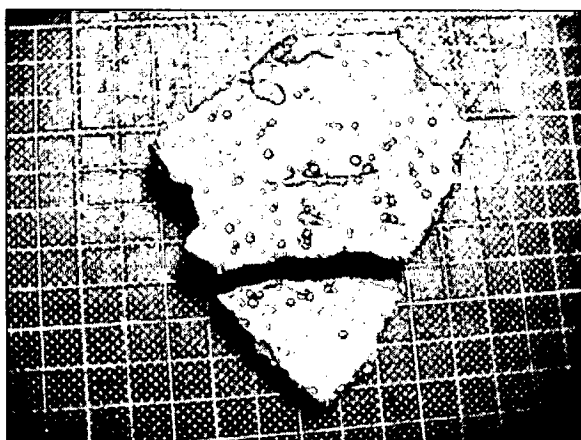


Foto 7.20: Vista de la Superficie Interna de los Dos Fragmentos del Borde Corrugado. Nótese el labio superior del borde, realizado por corrugado, y el alisado de la superficie que expone las inclusiones más grandes de cuarzo.



Foto 7.21: Vista del Grosor de la Pared del Fragmento Superior del Borde Corrugado. Nótese la distribución de las inclusiones y la ausencia de núcleo de cocción. La cara derecha es la superficie exterior

Las evidencias de descascarado de las paredes sólo se presentan en 2 fragmentos. Su localización en las paredes externas sugiere procesos que operaron descascarando los tiestos durante el uso de las vasijas. Más aún considerando que en todos los casos se tratan de tiestos de cerámica ordinaria. Sin embargo la evidencia de abrasión compromete al 30 % de la muestra, que sumado a la evidencia de rodamiento estaría indicando un registro expuesto a los agentes erosivos. A partir del conocimiento de cómo operan los procesos morfogenéticos en la escala regional, podemos identificar a la deflación como el agente que operó erosionando los tiestos. La deflación es el principal agente morfogenético que opera en los paisajes del fondo de cuenca (Vilela 1969, Aquater 1980).

El patrón de preservación de tiestos coincide con el patrón tafonómico de las arqueofaunas. Es sumamente notorio que ambos registros aparezcan a partir del mismo nivel. Esto sugiere que durante la formación de este registro tuvo lugar un lapso breve de exposición de huesos y artefactos a los agentes de meteorización y de erosión, y que posteriormente operaron episodios aluviales homogéneos, en el tipo de sedimento arrastrado, que dio origen a los niveles altamente consolidados, y que posteriormente ocurrieron eventos acumulativos de sedimentos arenosos, dando origen a los sedimentos de los niveles 2 y 3, mucho más sueltos. Esto habría generado un contexto de buena preservación global de los conjuntos cerámicos y arqueofaunísticos. Evaluando la posibilidad de intrusión de la cerámica por desplazamiento vertical desde el nivel de superficie, podemos resaltar tres argumentos en contra de esta hipótesis, además de la baja incidencia de la erosión en la muestra:

1) Considerando que la intrusión por gravedad actúa en función del peso de los materiales (Wood y Jhonson 1978) y dado que los fragmentos cerámicos son los de menor peso del conjunto total de artefactos, esperamos que su frecuencia sea máxima en los niveles superiores. Esto no se observa dado que la concentración de cerámica ocurre precisamente en los niveles inferiores, 4 y 5, mientras que los artefactos líticos más pesados tales como las grandes lascas corticales se presentan en todos los niveles, pero especialmente en los niveles 1 y 2. Es decir el patrón es inverso al esperado por la intrusión por gravedad. Sugerimos que esto es consecuencia de la muy alta compactación de la matriz sedimentaria que caracteriza al depósito a partir aproximadamente de los 25 cm desde la superficie.

2) Considerando que la intrusión de la cerámica pudo haber sido un efecto de los animales cavadores o de las raíces de la vegetación de superficie que hayan promovido su desplazamiento vertical, encontramos a esta hipótesis seriamente desfavorecida. Esto se debe a que solo en los niveles 1 y 2, y entre la acumulación superficial de rocas, se registra la incidencia de raíces de arbustivas. Más precisamente la extensión radicular de la vegetación de tolar nunca va más allá del nivel 2. Por otra parte tampoco hemos detectado cuevas de roedores en los niveles 3,4 y 5. La evidencia de roedores en los comienzos del nivel 3 sugeriría la presencia de esta fauna acotada a los sedimentos no cementados, es decir a la capa limo arenosa y al roquedal de superficie, y además nos permite inferir que su presencia en el registro arqueofaunístico es tafonómica.

3) Como notamos anteriormente en las inmediaciones de la Estructura 1 no hay materiales cerámicos en superficie, aunque si la hay en otros sectores del el fondo de cuenca de Ramadas, pero su frecuencia es muy baja y sus características son muy distintas. Por ejemplo en las cerámicas de superficie que hemos detectado en Ramadas no observamos nunca cerámica corruga o pulida, ni tampoco de cocción reductora completa. Por otra parte los hallazgos de cerámica superficial no ocurren en un radio de aproximadamente 100 mts en torno del sitio, y se localiza en los sectores más deprimidos del terreno, y no en la línea de terrazas donde se encuentran las estructuras 1 y 2.

Sobre la base de estos argumentos proponemos que todo el registro arqueológico de los niveles 3, 4, y 5 constituye un solo componente con una edad radiocarbónica de 3.617 ± 70 , BP, y una edad calibrada promedio de 2.032BC cal, $p= 68,2\%$. – Figura 7.21.

Como vemos la actividad radiocarbónica de la muestra tiene un gran ajuste con la distribución normal y bajas probabilidades para los extremos de la distribución en el primer y el segundo sigma. Destacamos este punto ya que la datación se efectuó con el agregado de la fauna del Nivel 4, que presentó buena disponibilidad de colágeno y permitió la datación convencional con 450 grs. de hueso.

Con respecto a las propiedades del componente, la tasa de depositación arqueológica del Nivel 4 de 411,6 Esp/m³ es indicativa del sector en la matriz sedimentaria, donde la tasa de descarte habría sido máxima. Debemos recordar que en la excavación no hemos llegado a niveles estériles por lo tanto es probable que pueda identificarse más de un componente en el sitio. La investigación futura y la replicación de fechados resolverán este aspecto.

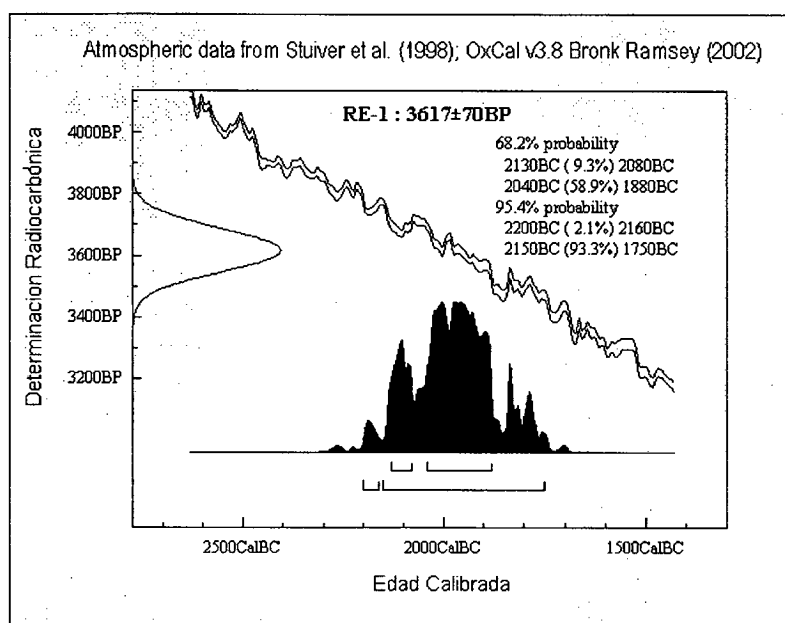


Figura 7.21: Determinación Radiocarbónica de Ramadas Estructura 1 y Distribución de Probabilidades de las Edades Calibradas.

Es notoria la antigüedad de este registro cerámico. Sin embargo sostenemos que probabilísticamente no es anómalo, con respecto al registro arqueológico de las cerámicas más antiguas del Noroeste de Argentina, y de los Andes Centro Sur, que en la región de Asana, en Quelcatani está fechada en 3660 ± 60 BP (Aldenderfer 1998). La Figura 7.22 ilustra la distribución en la curva atmosférica de Stuiver *et. al.* (1998) de las fechas calibradas de los conjuntos cerámicos más tempranos del NOA. El gráfico corresponde a la calibración de edades mediante el programa OXCAL V3.8 de las mediciones radiocarbónicas de Abra de Los Morteros (Fernández Distel 1988, 1994), Cueva Cristóbal (Fernández 1988), Inca Cueva Alero 1 (García 1988-1989), Tomayoc (García 1997) y Punta de la Peña (Aschero *et. al.* 1999, Aranibar *et. al.* 2001).

Nótese la superposición continua de probabilidades de las fechas calibradas de Ramadas Estructura 1 con los otros contextos. En ningún caso para 1 o 2 sigmas se presentan discontinuidades en la distribución de probabilidades de las fechas calibradas. Es decir que la muestra datada de RE-1, estando en el extremo más antiguo del registro cerámico del NOA, se ubica consistentemente en el rango de probabilidades de edades calibradas del registro arqueológico conocido de cerámica temprana del NOA. Por esta razón sugerimos que el fechado es probabilísticamente no anómalo.

En la distribución de edades calibradas los conjuntos de mayor antigüedad provienen tanto de la Puna Alta, son los casos de Ramadas y Punta de la Peña, como de las Tierras Bajas o *yungas*, es el caso de Abra de los Morteros. En este rango de probabilidades también encontramos las cerámicas surandinas más tempranas del Norte de Chile, caso Chiu Chiu 200 y Tulán 54, (ver revisión en Núñez 1994); y del Altiplano Boliviano *i.e.* Chiripa (Hastorf 1999), y como dijimos las del Asana.

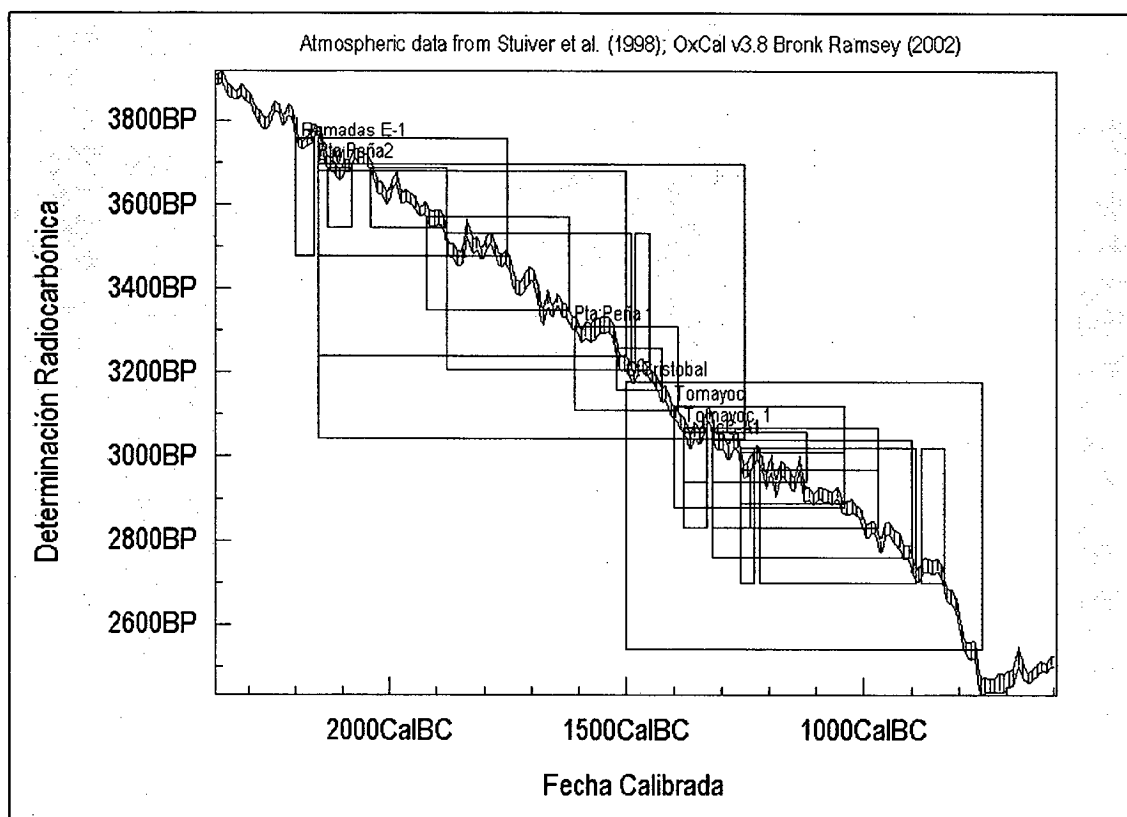


Figura 7.22: Rangos de Probabilidades de las Fechas Calibradas ^{14}C de los Sitios con Cerámica Temprana del Noroeste de Argentina. Abra de Los Morteros 3.460 ± 110 (GAK 9772), Cueva Cristóbal 2.860 ± 160 AP (Fernández 1988), Inca Cueva Alero 1 C5: 2.900 ± 70 (Beta 25116), Tomayoc 2950 ± 50 (Gif-8368); 3.000 ± 60 (Gif 7914) y Punta de la Peña 3.210 ± 50 (Aranibar *et. al.* 2001).

Es muy significativa la cerámica corrugada presente en RE-1, dado que a esta *clase* de alfarería se la ha localizado en los contextos tempranos del primer milenio BC, en Abra de los Morteros Fernández Distel (1998,1994), Cueva Cristóbal (Fernández 1988), y en Tulán –norte de Chile- entre 1.080 y 950 BC (Núñez 1994). La cerámica monocroma pulida en tonalidad gris también está presente en los contextos alfareros tempranos de Inca Cueva, y abra de los Morteros y es común en los sitios cerámicos más tempranos de la Puna (Aschero y Podestá 1991). Interesa remarcar la asociación con los diseños de puntas de proyectil de obsidiana pedunculada y bifaciales pequeñas con aletas salientes. Todos estos son diseños recurrentes en los sitios tempranos de aleros y cuevas con cerámica temprana en la Puna de Argentina, y también en la denominada fase Tilocalar del norte de Chile (Núñez 1994).

La evidencia arqueológica de la Estructura 1 de Ramadas sugiere el uso habitacional de esta estructura, particularmente por la alta densidad de artefactos, el procesamiento integral de las presas y la evidencia de una estructura de combustión. Sin embargo es muy llamativa la escasa dimensión de la superficie habitable, que es de alrededor de 2m^2 . Esto sugiere un uso habitacional no permanente.

Considerando que el aumento en la inversión en arquitectura residencial se vincula directamente con la disminución de la movilidad (Kelly 1992), proponemos que RE-1 es la señal arqueológica de poblaciones que hicieron un uso más intensificado del espacio, con una disminución de la movilidad residencial. La fecha radiocarbónica ubican a este registro en el lapso final del proceso de domesticación de camélidos (Aldenderfer 2001, Yacobaccio 2001a, Yacobaccio y Vilá 2001). Sin embargo debemos resaltar que no hemos detectado evidencias de corrales o de estructuras de cautiverio adosadas a la estructura excavada. Pero sí hemos localizado dos aleros pircados, con cimientos enterrados a más de 0,6 mts, distantes aproximadamente 200 mts de Ramadas Estructura 1, y emplazados sobre los comienzos de los piedemontes del extremo este del fondo de cuenca. Ambos presentan en superficie preformas lanceoladas, puntas de proyectil lanceoladas pequeñas pedunculadas y puntas de obsidiana pedunculadas. El sondeo de uno de estos aleros, mediante una cuadrícula de 50x50 cm, demostró la existencia en capa de materiales comparables con los de la Estructura 1 de Ramadas. Particularmente de fragmentos de puntas de obsidiana local y de un preforma bifacial también de obsidiana. Es importante destacar que ambos aleros se encuentran precisamente sobre los afloramientos de perlitas que incluyen las obsidianas de Ramadas. Es decir que *como hipótesis de trabajo* se puede vincular a RE-1 con estos aleros pircados, los cuales serían evidencia *indirecta* de prácticas pastoriles o de cautiverio de animales. La escasa dimensión del RE-1 puede ser tentativamente interpretable como una estructura habitacional no permanente, relacionada con actividades pastoriles llevadas a cabo en sectores de vega de alta productividad vegetal.

Con los datos actualmente disponibles no podemos decir nada acerca de las especies de camélidos presentes, debido a la falta de huesos apropiados para las mediciones y la determinación por osteometría. Pero las puntas de proyectil son indicadoras de actividades de caza, mediante tecnologías de arco y flecha. La cuestión de las estrategias económicas llevadas a cabo por estas poblaciones necesita investigación futura. No obstante la evidencia sugiere un uso intensivo de los camélidos, y un nicho de *caza-pastoralismo* –ver Capítulos 12 y Conclusiones.

Por otra parte la distribución espacial de las estructuras arquitectónicas de Ramadas, que comparten atributos superficialmente visibles, similares con RE-1, no se corresponde con un patrón de instalación aldeano –agrupado- sino con un patrón disperso; salvo el caso de las Estructuras 1 y 2 que son contiguas. Esto diferencia a este registro con los sitios de antigüedad comparable del Norte de Chile con prácticas pastoriles probadas. Más concretamente, no se corresponde con el patrón arquitectónico propuesto para la denominada fase Tilocalar, que comienza en torno de los 1.190 BC. y cuya escala espacial implica ambas vertientes andinas (ver Núñez 1992). No disponemos de evidencias para explicar esta divergencia, pero sugerimos que la variabilidad ecológica de macroescala puede estar en la base de la misma, además de la mayor antigüedad de Ramadas –ver Conclusiones. Esto propicia la investigación local de los procesos de intensificación económica que pudieron llevar a distintas trayectorias de evolución, correlacionadas con las diferencias ecológicas de los *patches habitats* ocupados en ambas vertientes de la Cordillera de los Andes. De tal manera sugerimos que el concepto de fase no es adecuado para describir el *mosaico* de adaptaciones locales que pudieron tener lugar durante la transición de la predación a la producción de alimentos (Muscio 2001).

Tampoco hemos registrado en RE-1 evidencias de instrumentos de molienda en el componente fechado. Pero sí hemos hallado un instrumento de molienda fracturado, localizado en superficie y directamente asociado con el cimiento de la estructura 1. Se trata de un artefacto de gran concavidad y regularidad, confeccionado en granito –Foto 7.21. Pensamos que al no haber otro registro de referencia para asociar a este hallazgo, su presencia se relacionaría con el componente fechado de RE-1 o con el registro de la Estructura 2 cuya antigüedad desconocemos. Sobre la base del total de la evidencia presentada, sugerimos que RE-1 señala la ocupación humana del Valle de SAC de poblaciones con nichos económicos que habrían intensificado las estrategias de obtención de alimentos.

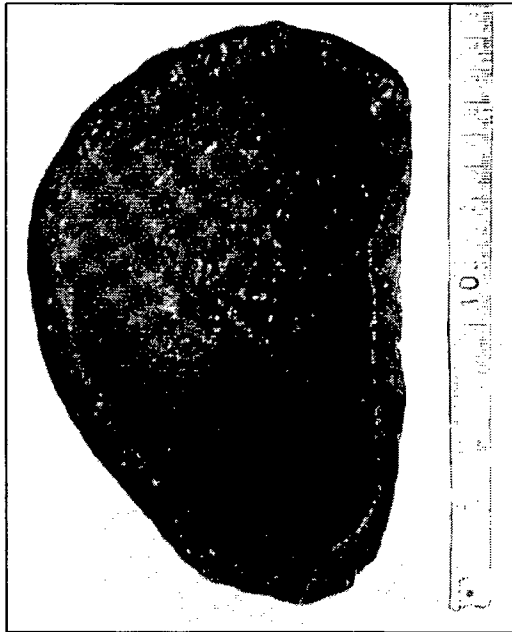


Foto 7.22: Artefacto de Molienda Asociado a la Estructura 1 de Ramadas. Nótese la concavidad de la pieza.

Sin embargo, aún no podemos inferir con certeza si se llevaron a cabo prácticas pastoriles, o de recolección y procesamiento intensivo de vegetales. Estos interrogantes demandan investigación futura. No obstante el contexto general sugiere que esto pudo haber ocurrido. El patrón disperso de estructuras es característico de las instalaciones pastoriles (Chang 1992, Chang y Tourtellote 1992), esto mismo muestra el trabajo actualístico en la Puna Norte (Yacobaccio *et. al.* 1998, Caracotche 2001). Como dijimos en este contexto, el tamaño pequeño de la estructura habitacional sugiere instalaciones residenciales no permanentes relacionadas con el pastoralismo, y el patrón de procesamiento integral de las presas, inferible del registro arqueofaunístico de RE-1 también apoyan esta línea de interpretación, marcando el rumbo de la investigación futura.

Por los datos que actualmente disponemos podemos inferir que la adopción de la alfarería en el Valle de SAC debió ser un proceso asociado con la intensificación económica por poblaciones de movilidad restringida que utilizaron ambientes de vegas altamente localizados y que al mismo tiempo aumentaron la inversión en arquitectura habitacional. Es interesante resaltar la posibilidad de la adopción de la cerámica en un contexto de aumento de la recolección vegetal, porque como vimos en el Capítulo 6 esta tecnología disminuye los costos de procesamiento de los recursos vegetales, al igual que las tecnologías de molienda. De tal manera no descartamos la hipótesis de que la evidencia de RE-1 represente la ocupación local del Valle de SAC por poblaciones de cazadores-pastores que adoptaron la tecnología cerámica. La evidencia arqueológica de obsidias no locales –de las fuentes de Tocomar y Cerro Zapaleri- sugiere interacciones sociales en un espacio de un radio cercano a 175 km. Esto permite plantear hipótesis acerca de conectividad demográfica de gran escala y la existencia de redes de interacción social que precisamente propician la transmisión cultural, favorecedora de la adopción selectiva de las innovaciones tecnológicas.

No iremos más allá con la interpretación de este sitio, debido a que el estudio de las principales líneas de evidencia está aún en proceso, como así también la replicación de los fechados. Simplemente concluimos que el registro arqueológico de RE-1 constituye para el Valle de SAC la evidencia más temprana del uso intensivo del espacio mediante la mayor inversión en arquitectura residencial, probablemente relacionada con el pastoralismo y lo suficientemente *perdurable* como para dejar una señal arqueológica de espacios de habitación al aire libre artificialmente construidos.

Nos referimos específicamente a la inversión en estructuras con cimientos de rocas excavados, que requieren una mayor inversión en trabajo. Este fenómeno claramente se diferencia con el registro del sitio RS-1, que también sugiere estrategias de movilidad residencial restringida, con muy altas tasas de depositación de artefactos en ambientes puntuales, pero sin la inversión en arquitectura de alta perdurabilidad temporal y sin la presencia de alfarería.

Es importante notar que este tipo de construcciones generan paisajes contruidos transgeneracionalmente hereditarios. Caracotche (2001) planteo el potencial de reutilización de las estructuras residenciales en escalas de largo plazo. En los próximos capítulos volveremos sobre este punto discutiendo su significado en los términos evolutivos del proceso de construcción de nichos.

En síntesis las excavaciones en el fondo de cuenca de Ramadas, permiten inferir un proceso de evolución local de incremento en la disminución de la movilidad, cuyo antecedente más antiguo es RS-1 con una edad en torno de los 5200 BP. Esta evidencia es interpretable en el marco más general de reducción de la movilidad residencial que tuvo lugar durante el altitermal Achero (1994). Precisamente la presencia de ambiente lagunares de alta productividad vegetal, asociada con registros de alta densidad y diversidad de artefactos apoyan esta hipótesis, mostrando que la ocupación humana tuvo lugar en un paisaje de alto contraste ecológico. En el Valle de SAC, este proceso se habría incrementado posteriormente, hacia los 3600 BP, vinculándose con economías más intensificadas, la adopción de tecnologías intensificadoras del retorno, como la cerámica, y probablemente el manejo de animales de rebaño. Además, bajo esta hipótesis podemos inferir que el poblamiento posterior del Valle de SAC vinculado con nichos que incluyeron a la agricultura, ocurrió en un entorno de escala regional modificado previamente por la ocupación humana que tuvo lugar en el límite Holceno Medio/Holoceno Tardío.

Finalmente, el conjunto de esta evidencia permite postular que la cronología de estos procesos de cambio en el uso de fauna silvestre y doméstica y de adopciones tecnológicas, es comparable a la de regiones de la Tierras Altas Surandinas como la cuenca del río Osmore, donde se localiza Asana, en el sur de Perú. Esta interpretación necesita de investigación futura, ya que de confirmarse el fechado de RE-1 indica, en la periodización regional, el inicio del Período Temprano. Queremos enfatizar el carácter inicial de esta interpretación, ya que si bien defendemos para Ramadas E-1 un contexto de asociación probado entre el evento fechado y el evento arqueológico, necesitamos replicar fechados y ampliar las excavaciones de ésta y de otras estructuras y corrales del fondo de cuenca; y desarrollar un programa de investigación paleoambiental en el marco de la geoarqueología, para avanzar en la discusión de cada una de las hipótesis aquí esgrimidas.

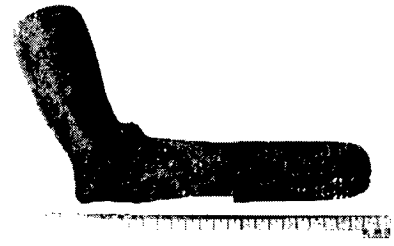
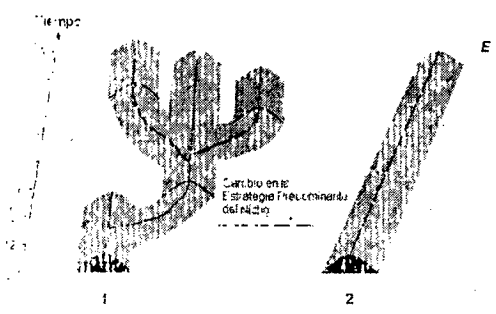
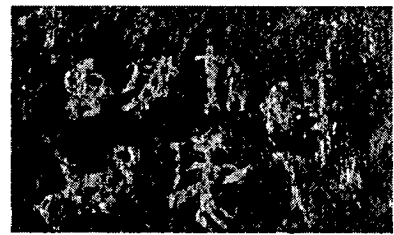
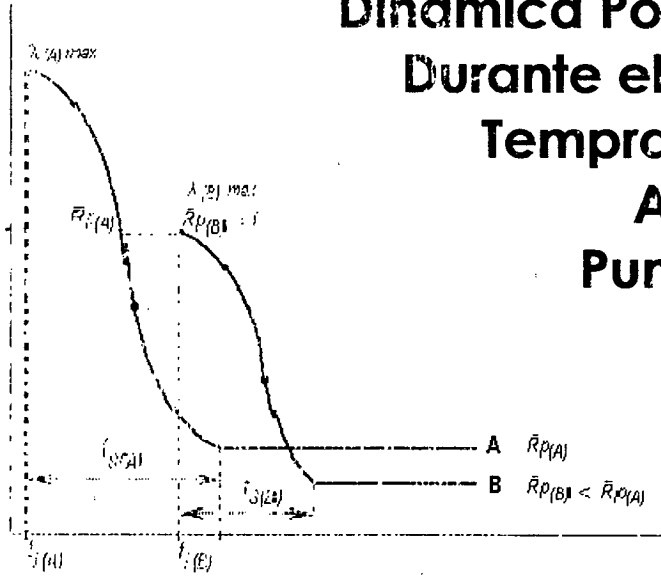
En el siguiente capítulo describiremos las excavaciones en las quebradas laterales del Valle de SAC, para las cuales tenemos una serie de fechados más abundante, y un marco cronológico de mayor resolución, que claramente ubican a este registro en el Período Temprano. Centraremos la discusión en la presentación de los contextos excavados que se relacionan directamente con las economías agropastoriles del Período Temprano del Valle de SAC.

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Dirección de Bibliotecas

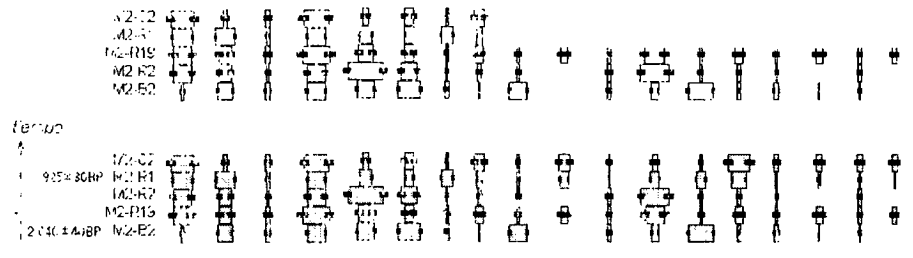
Tesis Doctoral

Dinámica Poblacional y Evolución Durante el Período Agroalfarero Temprano en El Valle de San Antonio de los Cobres, Puna de Salta, Argentina

Hernán Juan Muscio



Zaragoza Farauti, a



Orden de Conjuntos Maximizando Distribuciones Lentificadas
 Orden de Conjuntos Ascendente Con Reacción a la Medición ¹⁴C
 Escala 15 %



TOMO I

TESIS 10-8-8

v. 1

**Dinámica Poblacional y Evolución Durante el Período
Agroalfarero Temprano del Valle de San Antonio de los
Cobres, Puna de Salta Argentina**

Hernán Juan Muscio

**Director: Dr. Daniel Enzo Olivera
Codirector: Dr. José Luis Lanata**

**UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Dirección de Bibliotecas**

Tesis Para Optar al Grado de Doctor en Arqueología

**Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Buenos Aires
2004**

TESIS 10-8-8

v.1

A mis padres a quienes amo

CONTENIDOS

	<i>pág.</i>
Resumen	<i>VII</i>
Prefacio	<i>XX</i>
Agradecimientos	<i>XXI</i>
CAPÍTULO 1	1
Objetivos de Investigación, Marco Teórico y Espacial y Perspectiva Teórica	
1 El Tema de Investigación	1
2 Objetivos e Hipótesis de Investigación. Marco Espacial y Temporal	2
3 Fundamentación Teórica: Arqueología Evolutiva Darwiniana	5
CAPÍTULO 2	7
Antecedentes de la Investigación de las Primeras Sociedades con Producción de Alimentos en la Puna Argentina	
Introducción	7
1 Reseña Histórica de las Primeras Investigaciones Arqueológicas en la Puna	7
1.1 1890-1850	7
1.2 1950-1980	8
1.3 1980 Hasta la Actualidad	9
2 Síntesis del Conocimiento de las Primeras Sociedades Productoras de Alimentos en la Puna Argentina y Tierras Altas del NOA	11
CAPÍTULO 3	15
Aspectos Teóricos y Metodológicos de la Investigación en la Perspectiva Evolutiva	
1 Materialismo Darwiniano y Construcción de Datos en Arqueología Evolutiva	15
2 El Rol de las Unidades de Análisis en el Materialismo Darwiniano	16
3 Unidades Evolutivas, Adaptación y Procesos Evolutivos Anidados	17
4 Unidades Temporales de Segmentación del Cambio Cultural	19
5 La Noción de <i>Formativo</i>	20
6 El <i>Período Temprano</i> Como Unidad de Análisis Histórico Cultural	23
7 Unidades de Análisis en la Arqueología del Valle de SAC	25
8 Unidades Teóricas Básicas	26
8.1 Principales Características de las Unidades Teóricas	27
9 Taxonomía de Unidades Observacionales de la Arqueología del Valle de SAC	28
9.1 Principales Características de las Unidades Observacionales	30
10 La Arqueología Evolutiva No es una Versión Actualizada de la escuela Histórico Cultural	33
11 Acerca del Diseño y la Metodología de Investigación	35

CAPÍTULO 4	38
El Área de Estudio, Propiedades Físicas y Bióticas con Relación a las Adaptaciones Humanas Agrícolas y Pastoriles	
1 El Ambiente Desde la Perspectiva Evolutiva	38
2 La Puna Como un Bioma de Desierto de Altura	39
3 Historia Climática Reciente de la Puna	41
4 El Valle de San Antonio de los Cobres. Ubicación y Generalidades	44
5 Variabilidad Geoecológica del Valle de SAC	46
5.1 Heterogeneidad del Fondo de Cuenca	47
5.2 Heterogeneidad de las Quebradas Laterales	49
6 Factores Selectivos potenciales del Valle de SAC Para Poblaciones Humanas	50
6.1 Hipoxia	50
6.2 Distribución Espacial discreta de los Recursos Críticos	50
6.3 Variación de las Temperaturas y Frecuencia de Heladas	56
6.4 Estacionalidad	57
6.5 Fluctuación de las Precipitaciones	59
7 Calidad de Hábitats Para la Instalación Residencial en el Valle de SAC	61
CAPÍTULO 5	63
Modelos Seleccionistas para el Estudio De la Dinámica Evolutiva de Nichos Humanos con Producción de Alimentos	
Introducción	63
1 El Modelo de Nicho	64
2 Ecología del Comportamiento Humano y Nichos Económicos con Producción de Alimentos	66
2.1 Optimización del <i>Fitness</i> : Modelo de Beneficios Marginales Decrecientes y Costos Decrecientes	66
3 El Modelo de Amplitud de la Dieta en el Contexto de la Producción de Alimentos	70
4 Riesgo y Manejo Adaptativo de las Fluctuaciones	75
4.1 El Modelo ZScore	77
5 Teoría de la Transmisión Cultural: El Modelo de Herencia Dual y los Mecanismos de Transmisión Cultural	80
5.1 La Variación Guiada	83
5.2 La Transmisión Sesgada	85
5.3 Transmisión Cultural y Registro Arqueológico	87
6 Teoría de Metapoblaciones y Dinámica Poblacional	92
6.1 Dinámica Poblacional en la Escala Arqueológica Evolutiva: Modelo de Homogeneización de Espacial de la Calidad de los Hábitats Locales de una Metapoblación	99
6.2 Algunas Implicaciones del Modelo	102
6.3 Modelo de Metapoblación de dos Fracciones Desiguales con Hábitats de Calidad	104

Decreciente	
6.4 La Transición Agrícola en el Marco de la Teoría de las Metapoblaciones	107
6.5 Diferencias del Modelo de Dispersión De Innovaciones en Metapoblaciones Estructuradas con los Modelos de Difusión y Flujo Dérmico	111
7 Hipótesis de Investigación en la Arqueología del Valle de SAC	113
CAPÍTULO 6	115
Horticultores y Pastores Etnográficos de la Puna de Salta: Observaciones Actualísticas Para el Análisis ArqueológicoEvolutivo de la Producción de Alimentos en la Puna de Argentina	
Introducción	115
1 Contexto Sociecológico De las Sociedades Etnográficas Estudiadas	116
2 Comunidades Pastoriles de Santa Rosa de los Pastos Grandes	117
3 Horticultores y Pastores de la Quebrada de Matancillas	119
4 Utilidad y Valor Calórico de los Recursos del Valle de SAC	121
5 Inversión Temporal en la Producción Pastoril Etnográfica de la Puna de Salta	124
6 La Producción Doméstica y el Rendimiento Agrícola de las Comunidades Etnográficas de Matancillas	129
7 Manejo de Riesgo de la Producción Agrícola en Matancillas	132
7.1 Dispersión de los Campos de Cultivo y Manejo Adaptativo del Riesgo	140
7.2 Productividad Agrícola y Dispersión de los Campos	141
8 La Inversión Temporal y los Costos de las Actividades Agrícolas en Matancillas	145
9 Costos de Manejo de los Principales Recursos Económicos del Valle de SAC	151
9.1 Estimación de los Costos de Producción	154
9.2 Estimación de los Costos de Manejo Primario	155
9.3 Estimación de los Costos de Manejo Secundario y de los Costos de Manejo Final	164
9.4 Composición de los Costos de Manejo	171
10 Ranking de los Principales Recursos de Producción y Recolección en el Valle de SAC	175
11 El Rol de los Estudios Actualísticos de Sociedades Etnográficas en Arqueología Evolutiva	178
11. Transmisión Cultural en Sociedades Etnográficas de La Puna de Salta y Expectativas	180
1 Para las Trayectorias de Evolución en el Período Temprano	
CAPÍTULO 7	184
Prospecciones y Excavaciones Arqueológicas en el Valle de SAC	184
Parte A	
Prospecciones en el Valle de SAC y Patrones del Registro Arqueológico de Superficie	
Introducción	184
1 Relevamiento del Registro Arqueológico de Superficie en el Valle de SAC	185
1.1 Densidades de Artefactos del Paisaje Arqueológico Regional del Valle de SAC	188

1.2	Heterogeneidad Espacial en la Distribución Superficial de Artefactos del Valle de SAC	197
1.3	Patrones de Distribución de Estructuras Arquitectónicas en el Valle de SAC	201
	Parte B	209
	Excavaciones en el Fondo de Cuenca del Valle de SAC	
1	Los Sitios de Ramadas	209
1.1	Excavación de Ramadas 1 Sondeo 1 (R1S1)	211
2	Excavación de Ramadas Estructura 1 (RE1)	219
	CAPÍTULO 8	233
	Excavaciones en Las Quebradas Laterales del Valle de SAC: Los Casos de Matancillas y Urcuro	
	Introducción	233
1	Excavaciones en el Sitio Matancillas 1	235
1.1	Sondeos de Exploración Subsuperficial en Matancillas 1	238
1.2	Matancillas 1 Recinto 10 (M1R10)	243
1.3	Matancillas 1 Recinto 86 (M1R86)	245
1.4	Matancillas 1 Recinto 19 (M1R19)	247
1.5	Caracterización Temporal y Contextual del Sitio Matancillas 1	249
2	Excavaciones en el Sitio Matancillas 2	251
2.1	Matancillas 2 Transecta A (M2TA)	253
2.2	Excavación de Matancillas 2 Basural 2 (M2B2)	258
2.3	Excavación de Matancillas 2 Recinto 1 (M2R1)	261
2.4	Excavación de Matancillas 2 Cuadrícula 2 (M2C2)	265
2.5	Matancillas 2 Recinto 2 (M2R2)	265
2.6	Marco Cronológico del Sitio Matancillas 2 y de la Ocupación Humana durante el Período Temprano de la Quebrada de Matancillas	267
2.7	Patrones de Abundancia y Preservación Arqueológica de los Contextos Excavados de Matancillas 2	269
3	Excavaciones en la Quebrada de Urcuro	273
3.1	Excavación de Sondeos en Urcuro	274
3.2	Excavación de Urcuro Sondeo 11	276
	CAPÍTULO 9	281
	Subsistencia, Uso del espacio y Organización del Nicho Económico Humano Durante La Ocupación Temprana de la Quebrada de Matancillas	
	Introducción	281
1	La Evidencia de Producción Agrícola en el Período Temprano en la Quebrada de Matancillas	282
2	El Estudio de Patrones en las Arqueofaunas de Matancillas	286
2.1	Conjuntos Arqueofaunísticos Analizados, Metodología y Resultados	287
3	Tecnología Lítica, Patrones de uso de Materias Primas y Eficiencia del Nicho Económico	292

3.1	Metodología de Análisis, Conjuntos Analizados y Clasificación	292
3.2	Patrones de Diversidad de Clases de Artefactos	296
3.3	Uso de Materias Primas, Eficiencia Tecnológica y Obtención de los Recursos Líticos	301
3.4	Caracterización General de la Estrategia de Uso de Tecnologías Líticas	306
4	La Organización Espacial del Nicho Económico Durante la Ocupación de Matancillas	308
4.1	Organización del Nicho Económico de Matancillas en la Escala Local	308
4.2	Organización del Nicho en la Mesoescala	312
	CAPÍTULO 10	314
	Evolución de la Cerámica Temprana en el Valle de SAC	
	Introducción	314
	C10 PARTE A: Dinámica de Evolución de la Cerámica de Matancillas y Urcuro. Filogenia Cultural y Selección en el Nivel del Artefacto	315
1	Metodología de Construcción de Clases	316
2	Control de los Factores que Intervienen en la Frecuencia de Tiestos de los Conjuntos y en la Representación de Clases	321
3	La Cerámica de Matancillas y Su Relación con la Tradición Alfarera San Francisco (TASF)	325
3.1	Aspectos de la Variabilidad Formal de las Clases Matancillas Alisado y Matancillas Pulido	332
4	Patrones de Evolución de la Cerámica de Matancillas	336
4.1	Evolución Adaptativa y Tasas de Cambio	339
5	Patrones Emergentes de la Transmisión Cultural de la Cerámica Decorada de Matancillas	350
5.1	Metodología de Análisis y Variables Métricas	351
5.2	Variación Métrica del Conjunto de Bordes Decorados de Matancillas	354
5.3	Patrones de Correlación Entre las Variables Métricas de los Bordes Decorados de la Cerámica de Matancillas.	357
6	Conclusiones Acerca de la Evolución Local de la Cerámica de Matancillas	364
7	Descripción General de la Cerámica de Urcuro	365
8	Indicadores de Manufactura Local de la Cerámica en el Valle de SAC	368
	C10 PARTE B: Dinámica de Evolución de la Cerámica del Valle de SAC en la Mesoescala Espacial. Patrones de Cambio Por Selección Natural en el Nivel del Individuo	
9	Filogenia de la Cerámica del Período Temprano del Valle de SAC en el Nivel de la Metapoblación	374
10	Evolución Selectiva en el Nivel del Individuo de la Cerámica Temprana de la Puna Norte	380
11	Las Condiciones Para el Cambio Selectivo: Construcción de Nicho y Selección Natural.	383

CAPÍTULO 11	386
Sociabilidad y Expansión de la Frontera Agrícola Durante el Período Temprano en el valle de SAC	
Introducción	386
C11 PARTE A: El Orden Social de Las Poblaciones Humanas del Período Temprano en el Valle de SAC	
1 El Arte Rupestre de Matancillas: Aspectos Teóricos y Metodológicos	389
1.1 Características de las Representaciones Rupestres de Matancillas	390
1.2 Comportamiento Social y Representaciones Rupestres	395
1.3 Sociabilidad Intergrupala y Señalización del Espacio Mediante Representaciones Rupestres	396
1.4 Sociabilidad Intragrupal y Arte Rupestre	399
C11 PARTE B: Dinámica Poblacional y Expansión de la Frontera Agrícola en el Valle de SAC	
2 Las Causas de la Expansión de la Frontera Agrícola al Valle de SAC	407
3 Expansión de la Agricultura al Valle de SAC Por Expansión Poblacional Oportunista.	410
3.1 Persistencia de la Metapoblación Humana en la Puna Norte y Expansión de la Frontera Agrícola.	411
4 Sociabilidad y Expansión Agrícola	416
4.1 Juegos de Competencia: Invasores, Residentes y Robo Tolerado del Espacio	417
5 Expansión Agrícola Mutualista y Evolución de Sistemas Cooperativos Evolutivamente Estables	421
CAPÍTULO 12	428
Discusión de las Hipótesis de Investigación y Contribución Teórica para el Estudio de los Nichos Económicos del Período Temprano en el Valle de SAC	
Introducción	428
1 Discusión de las Hipótesis de Investigación	429
2 Estrategia Predominante del Nicho	433
2.1 Estrategias Predominantes y Producción de Variación	436
2.2 Estrategias Predominantes y Vulnerabilidad Demográfica	437
3 Dinámica Evolutiva de los Nichos Humanos Durante el Período Temprano en el Valle de SAC	438
3.1 Tempo y Modo En la Evolución de Conductas y Artefactos por la Dinámica del Nicho	440
3.2 Simbiosis entre Poblaciones con Nichos Económicos Divergentes	441
4 Modelo Seleccionista de Evolución y Poblamiento Durante el Período Temprano en el Valle de SAC	443
CONCLUSIONES	449
BIBLIOGRAFÍA	465
APÉNDICE	501

RESUMEN: Esta tesis, desde la perspectiva de la Arqueología Evolutiva, contribuye al estudio de los procesos de cambio ocurridos durante el poblamiento humano del Período Temprano en el Valle de San Antonio de los Cobres (Valle de SAC) – Puna de la Provincia de Salta, Argentina. A partir de los patrones del registro arqueológico superficial en la escala regional; y del análisis de la evidencia de excavación de sitios fechados entre ca 5200 y el 1500 BP, analizamos el cambio en los nichos humanos; enfatizando el estudio de los nichos agrícolas y pastoriles. Primero exponemos el trabajo actualístico realizado en la Puna de Salta, del cual generamos expectativas arqueológicas acerca de las presiones selectivas que actúan en los nichos con producción de alimentos en las Tierras Altas Surandinas. A partir de este trabajo presentamos el ranking óptimo de los recursos, la estructura de costos y beneficios de la agricultura y el pastoralismo, y la acción de la transmisión cultural en ambientes fluctuantes y de baja productividad ecológica; mostrando que en este entorno la Transmisión Vertical propicia la persistencia, en escalas evolutivas, de variación localmente adaptativa. Mediante el registro arqueológico de sitios del Holoceno Medio y del límite Holoceno Medio/Holoceno Tardío, presentamos evidencias de procesos de reducción de la movilidad residencial asociados con el Altitermal; y proponemos que la adopción de la cerámica ocurrió en el marco de la intensificación del uso del espacio, y durante la evolución del pastoralismo. Luego, mediante el registro de los sitios Matancillas 1 y 2, y Urcuro 1, pertenecientes al Período Temprano, estudiamos las conductas de uso del espacio y los recursos, las estrategias tecnológicas, y el comportamiento social, correspondientes a nichos agrícolas y pastoriles tempranos; presentado evidencia de la evolución de adaptaciones tecnológicas y sociales, resultantes de la selección optimizante que actuó en el nivel del individuo y en el nivel del artefacto. Argumentamos, que esto fue el resultado de presiones selectivas propias de los ecosistemas de altura, con distinta expresión local. Más generalmente sostenemos que estas presiones selectivas – derivadas de la baja productividad primaria, la estocasticidad ambiental y la alta heterogeneidad espacial de la distribución de los hábitats colonizables y de los recursos- explican el establecimiento más tardío de la agricultura en la Puna Norte de Argentina - con relación a otros ambientes del Área Andina Centro Sur - y la persistencia de nichos basados en el pastoralismo a lo largo del Período Temprano. Sobre la base de nuestra investigación teórica, desarrollada en el marco de la Teoría de las Metapoblaciones, proponemos que la Puna Norte durante el Período Temprano fue ocupada por una metapoblación espacialmente estructurada; caracterizada por altas tasas de extinción local, derivadas de la estocasticidad ambiental. Desde este marco formalizamos un modelo en el cual la expansión de la agricultura al Valle de SAC fue el resultado de un proceso de Expansión Poblacional Oportunista desde poblaciones vecinas. Mediante la evidencia de Matancillas contrastamos este modelo, sosteniendo que hacia el 2040 BP, en el Valle de SAC, la agricultura se dispersó al ritmo de la Tradición Alfarera San Francisco; y que este proceso fue el resultado de la selección natural favorecedora de la colonización oportunista de ambientes riesgosos, pero aptos para la agricultura. Además sostenemos que esta expansión fue un proceso dispersivo, de invasión poblacional de espacios ocupados por otras poblaciones con nichos económicos divergentes, biológicamente equivalente a la invasión del rango de una especie por otra especie; donde las poblaciones residentes -con nichos de pastoreo y caza - y las poblaciones invasoras -con nichos de horticultura y pastoreo y una mayor eficacia reproductiva- fueron las poblaciones interactuantes. Mediante la Teoría Evolutiva de Juegos formalizamos un modelo por el cual este fenómeno pudo ser factible, por un equilibrio Nash Evolutivamente Estable, basado en el mutualismo entre poblaciones simbióticas por el alto beneficio de la cooperación recíproca, derivado del intercambio adverso al riesgo. Sobre esta base proponemos que evolucionó una metapoblación mixta, y órdenes sociales basados en economías abiertas –no autosuficientes. Finalmente discutimos el resultado de nuestras investigaciones en el Valle de SAC, en el marco de la variabilidad de los procesos de cambio evolutivo asociada con la transición a las economías basadas en la producción de alimentos de las Tierras Altas del Área Andina Centro Sur.

ÍNDICE DE FOTOS

Foto	Pág.
6.1 Trabajo de Encuesta en Santa Rosa de Pastos Grandes	129
6.2 Cultivos del Sector Alto de Matancillas	144
6.3 Cultivos del Sector Medio de Matancillas	144
6.4 Canchones de Cultivo y Canales de Riego del Sector Medio de Matancillas	144
6.5 Quínoa Silvestre y Lajas Planas para la Molienda de Granos	157
6.6 Gramíneas Silvestres con Espigas y Granos Potencialmente Comestibles	157
6.7 Primera Experiencia de Matanza y Faenado de Llama	162
6.8 Segunda Experiencia de Matanza y Faenado de Llama	162
6.9 Cocción de Quínoa por Hervido	174
7.1 Aluviones Aterrazados del Valle de SAC	187
7.2 Aluviones No Aterrazados de Ramadas en el Valle de SAC	187
7.3 Quebradas Laterales al Valle de SAC	187
7.4 Desechos de Talla Laminares de las Concentraciones de Superficie de Ramadas	191
7.5 Preformas y Punta de Proyectoil Lanceolada de Ramadas	191
7.6 Artefactos Diversos de las Concentraciones de Superficie de Ramadas	191
7.7 Puntas de Proyectoil Completas y Fragmentadas de las Distribuciones de Superficie de la Quebrada de Matancillas	196
7.8 Vista del Sitio Morrito 1 de Los Patos	203
7.9 Vista y Localización del Extremo Oeste del Perfil Norte de Ramadas	213
7.10 Vista del Comienzo de la Capa de Turba Portadora de Material Arqueológico de R1-S1	213
7.11 Desechos de Tallas, Lascas Primarias y Secundarias de R1-S1, E2	216
7.12 Instrumentos Bifaciales de R1-S1,E2	216
7.13 Punta de Proyectoil Lanceolada de R1-S1,E2	216
7.14 Vista de la Ubicación de las Estructuras 1 y 2 de Ramadas	219
7.15 Cimientos de Rocas Alineadas de las Estructuras 1 y 2 de Ramadas	219
7.16 Comienzo del nivel 3 de RE-1	220
7.17 Artefactos líticos de Nivel 4 de RE-1	224
7.18 Fragmentos Cerámicos del Nivel 4 de RE-1	226
7.19 Borde Corrugado e Inciso Partido en dos Fragmentos	226
7.20 Vista de la Superficie Interna de los dos Fragmentos del Borde Corrugado	226
7.21 Vista del grosor de la Pared del Fragmento Superior del Borde Corrugado	226
7.22 Artefacto de Molienda Asociado a la Estructura 1 de Ramadas	231
8.1 Vista Frontal de la Localización del Sitio Matancillas 1	235
8.2 Vista Superior de la Localización del Sitio Matancillas 1	236
8.3 Concentraciones de Lascas de Obsidiana en la Base del Emplazamiento de M1	242
8.4 Cimientos de M1-R10	244
8.5 Excavación de M1-R10, Nivel 2	245

8.6	Excavación de M1-R6 en el Nivel de Cierre de la Estaca Sur	246
8.7	Muro Externo de M1-R19	248
8.8	Perfil y Nivel Final de la Excavación de M1-R19	248
	Vista del Emplazamiento de Matancillas 2 sobre las Laderas de Terrazas Aluviales del	
8.9	Sector Intermedio de la Quebrada	252
	Capa Carbonosa Presente en un Perfil Expuesto del Frente SE de M2, y Asociada con	
8.10	el Recinto 2	257
8.11	Capa Orgánica del Sondeo 4 de M2-TA Localizado en un Corral Arqueológico	257
8.12	Excavación de M2-B2	259
8.13	Asociación de Tiestos de la Excavación de M2-B2	260
8.14	Asociación de Artefactos Líticos y Arqueofaunas de la Excavación de M2-B2	260
8.15	Vista de la Excavación de M2-R1	262
8.16	Vista del Final de la Excavación de M2-R1	263
8.17	Asociación de Tiestos en el Sector 9 de M2-R1	264
8.18	Asociación de Tiestos y Mano de Moler en el Sector 10 de M2-R1	264
8.19	Excavación de M2-C2	265
8.20	Fragmentos de Vasijas Grandes del Sector E6 de M2-R2	266
8.21	Revoque Adherido a las Paredes de los Cimientos del Sector D2 de M2-R2	266
8.22	Localización de Urcuro 1 y de UR-S1 en la Quebrada de Urcuro	274
8.23	Localización de UR-S11 en el Interior de un Corral Actualmente en Uso	278
8.24	Detalle de UR-S11, Nivel 5	278
	Macrorrestos Carbonizados de Granos y Fracciones de Granos de <i>Chenopodium</i> de	
9.1	M2-B2.	282
9.2	Macrorrestos Carbonizados de <i>Zea Mays</i> , de M2-B2.	282
9.3	Artefactos de Molienda de Matancillas 2	283
9.4	Azadas Líticas de M2-B2 (superior) y M2-R1 (Inferior)	284
	Restos de Canal de Riego Arqueológico Delimitado Por Paredes de Doble Hilera de	
9.5	Lajas	285
	Canchón de Cultivo Actualmente Utilizado, Con Cimientos que Conservan Muros	
9.6	Arqueológicos	285
9.7	Cuentas de Valva (A), y Malaquita (B)	295
9.8	Lascas de Obsidianas de C.Zapaleri (A) y Tocomar (B y C)	295
9.9	Instrumento con Filo de Raedera, de Obsidiana	295
	Instrumentos Sobre Lascas de Obsidiana: Cuchillos sobre lascas corticales (A y B).	
9.10	Raedera sobre lasca secundaria (C)	295
9.11	Puntas de Proyectoil de M1 y M2: A y B	295
10.1	Asa con Aplicación Zoomorfa	318
10.2	Corrugado Simple	318
10.3	Corrugado Complicado	318
10.4	Asa Labio Adherida con Cinta Aplicada y Ungiculado (exterior) y Puntos Incisos	318

(interior)	
10.5 Asa con Decoración Geométrica, y Borde con Decoración no Geométrica.	327
10.6 Asas Con Decoración Geométrica (izq.) , y Modelaje (der.)	327
10.7 Fracción de Cuerpo con Modelaje Antropomorfo y Puntos Incisos	327
10.8 Fracción de Cuerpo Con Decoración Geométrica Escalonada	327
10.9 Borde Con Decoración No Geométrica, Interior Gris Bruñido	327
10.10 Borde Con Decoración Geométrica	327
10.11 Bordes Decorados y No Decorados de Matancillas 1 y 2	328
10.12 Pipa Angular con Decoración aplicada y con Puntos Incisos Procedente de M2-B2	329
10.13 Fragmentos de Tubos de Pipas de Matancillas 2	329
10.14 Modelado Antropomorfo con Rasgos Felínicos	330
10.15 Olla Globular Exterior Bruñido con Pintura Interior	330
10.16 Tiestos con Pintura Interior Roja	330
10.17 Borde Inciso con Pintura Postcocción Resaltando el Diseño Decorativo	330
10.18 Olla Asimétrica con base Convexa Revocada y expuesta al Fuego Directo	332
10.19 Escudilla de Perfil Compuesto y Base Plano Convexa, con Decoración Incisa	333
10.20 Olla Globular Con Asas en Cinta Incisas	333
10.21 Fragmentos de una Pieza Restringida de gran Tamaño con Cuello y Bordes evertidos	333
10.22 Escudilla Decorada con Base Plana	334
10.23 Olla Globular Bruñida	334
10.24 Jarra de Cuerpo Globular Cos Asas Incisas	334
10.25 Orificios de Reparación Presentes en una Vasija de la Clase Matancillas Alisado	362
10.26 Borde del Tipo San Pedro Negro Pulido de Ur-S11	367
10.27 Tiestos del Tipo San Pedro Negro Pulido de Ur-S11	367
10.28 Tiestos de la Clase 12 (Gris Bruñido) de Ur-S11	367
10.29 Borde Corrugado de Ur-S11	367
10.30 Pulidor Procedente de M2-R1	373
11.1 Representación Antropomorfa Con Máscara de M1	392
11.2 Representación Antropomorfa Con Tocado de M1	392
11.3 Representación Antropomorfa Con Detalles de Vestimenta de M1	392
11.4 Representaciones con Motivos de Pisadas y Círculos de MP2	392
11.5 Escena de Actividades Rituales con Personaje Central Portando Atributos de Prestigio de M1	392
11.6 Localización de Geoglifos y Petroglifos en el Acceso a la Quebrada de Matancillas (MG1,MP2)	393
11.7 Vista de MG1. 1 Camélido Adulto(1), Cría de Camélido (2)	394
11.8 Geoglifo Representando a Una Cría de Camélido en MG1	394
11.9 Escena de Ritual con Coito del Arte Rupestre de Matancillas 3	402
11.10 Rostro Felínico Modelado en Cerámica de Matancillas 1	402

11.11 Representación de Mujer Portando un Cuenco, de M1	404
11.12 Personaje Con Cabeza Alargada de M1	404

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pag.
Jerarquía de Agregados de Rasgos Fenotípicos Materiales con Expresión Arqueológica,	
3.1 en Orden Decreciente de Inclusividad	18
3.2 Taxonomía de las Unidades Observacionales de la Arqueología del Valle de SAC	29
Rango de Escalas Espaciales de los Paisajes Geoecológicos. Tomado de Hugget	
3.3 (1995:14)	29
4.1 Geoambientes del Valle de SAC en las dos Unidades Ambientales de Mayor Escala	46
Ranking Cualitativo de Para el Establecimiento Residencial Agrícola y Pastoril de los	
4.2 Sectores de Fondo de Cuenca y Quebradas Laterales del Valle de SAC	62
5.1 Terminología Básica de la Teoría de Dinámica de Metapoblaciones	94
Hipótesis de Investigación y Expectativas Arqueológicas del poblamiento Temprano del	
5.2 valle de SAC	114
6.1 Propiedades de los Recursos Alimenticios del Valle de SAC que Afectan su Elegibilidad	123
Tiempo Promedio Invertido en el Trabajo Pastoril de la Puna de Salta y Tamaño	
6.2 Promedio de los Rebaños	124
6.3 Inversión Temporal de la Producción Pastoril en La Puna de Salta	125
Rendimiento Productivo por Especie Cultivada del Ciclo Agrícola 2000-2001 en	
6.4 Matancillas	134
Productividad y Porcentajes de Siembra de los Principales Cultivos de la Quebrada de	
6.5 Matancillas	134
6.6 Estados Posibles de la Estructura Hídrica Local de Matancillas	138
Consumo de Kilocalorías Diarias de Diferentes Poblaciones de Cazadores Recolectores	
6.7 Etnográficos	140
Tiempo Invertido Estimado en la Producción Agrícola de la Quebrada de Matancillas y	
6.8 Calendario de Actividades	147
6.9 Costos de Trabajo en la Agricultura de Maíz, Papa y Quínoa de Matancillas	149
Estructura de Costos de Manejo de los Recursos y Equivalencias entre Recursos	
6.10 Silvestres y Domésticos	151
6.11 Inversión de Tiempo en Actividades de Preparación, Faenado y Matanza de Llamas	161
Modos de Procesamiento Precocción y Tiempos de Cocción de los Principales Recursos	
6.12 de la Puna de Salta	165
Matriz de Costos de Manejo de los Principales Recursos Alimenticios, Silvestres y	
6.13 Domésticos, de la Puna de Salta	171
Ranking en Kilocalorías por Hora de los Principales Recursos Silvestres y Domésticos de	
6.14 la Puna de Salta	175
Dimensiones y Estadística Descriptiva de las Transectas de Relevamiento del Registro	
7.1 Arqueológico Superficial del Valle de SAC	188
Superficie, Proporción y Frecuencias de Artefactos de los Distintos Ambientes de	
7.2 Depositación del Registro Arqueológico Superficial del Valle de SAC	200
Distribución de los Diferentes Ambientes Vegetacionales y de Depositación de Artefactos	
7.3 en el Valle de SAC	201
7.4 Frecuencia de Estructuras Arquitectónicas en los Tres Paisajes Principales del Valle de	204

SAC, y en los Tres Ambientes Vegetacionales	
Frecuencias Observadas y Esperadas de Estructuras Arquitectónicas en el Fondo de	
7.5	Cuenca y en Las Quebradas Laterales del Valle de SAC y Prueba X^2 206
7.6	Resumen de las Principales Características de la Extracción 2 de R1-S1. 215
7.7	Incidencia de la Meteorización en el Conjunto Óseo de la Extracción 2 de R1-S1 215
7.8	NISP del Conjunto Arqueofaunístico Total de RE-1 222
7.9	Incidencia de la Meteorización Sobre el NISP del Conjunto Arqueofaunístico de RE-1 222
7.10	Características de la Cerámica de la Estructura 1 de Ramadas 225
8.1	Características y Estadística Descriptiva de los Sondeos de Matancillas 1. 239
Matriz del Coeficiente de Correlación R entre las Principales Variables del Registro	
8.2	Arqueológico Enterrado de Matancillas 1 239
8.3	Principales Características Arqueológicas de los Recintos Excavados en Matancillas 1 249
8.4	Características y Propiedades Arqueológicas de los Sondeos de M2-TA 254
8.5	Resumen de las Principales Propiedades de las Unidades de Excavación de Matancillas 2 270
Matriz de Covariación r^2 de las Principales Variables Cuantitativas de las Unidades de	
8.6	Excavación de Matancillas 2 270
8.7	Resumen de las Principales Propiedades de los Sondeos Excavados en Urcuro 1 275
Cálculo del NISP en los Tres Conjuntos Arqueofaunísticos del Sitio Matancillas 2, Bajo un	
9.1	Criterio de Máxima Distinción Entre Unidades 289
Cálculo del NISP Para una Muestra en el Nivel del Componente del Sitio Matancillas 2,	
9.2	Siguiendo un Criterio de Mínima Distinción 289
9.3	Cálculo del NISP Para una Muestra en el Nivel del Componente del Sitio Matancillas 1 289
9.4	Estadios de Meteorización en Conjuntos Arqueofaunísticos de Matancillas 290
Cálculo del NISP Para la Muestra en el Nivel de la Ocupación de la Quebrada de	
9.5	Matancillas Siguiendo un Criterio de Mínima Distinción entre los Sitios M1 y M2 290
9.6	Materias primas Presentes en los Conjuntos Líticos de M1 y M2 296
Tamaño, Riqueza de Clases e Índice de Instrumentos por Desecho de Tallas de las	
9.7	Unidades Excavadas en M1 y M2 296
9.8	Frecuencia de Clases de Artefactos de M2-R2 y M2-R1 297
9.9	Frecuencia de Clases de Artefactos de M2-C2 y M2-B2 298
9.10	Frecuencia de Clases de Artefactos de M1-R19 298
Composición del Conjunto de Artefactos Líticos en de M1 y M2, en el Nivel de Máxima	
9.11	Agregación 300
Representación y Procedencia de las Materias Primas Líticas Presentes en el Conjunto	
9.12	Total de Artefactos de M2 y M1 302
Porcentaje de Especímenes con Restos de Corteza en los Desechos de Talla de	
9.13	Obsidiana Alóctona al Valle de SAC en el Conjunto Lítico M1-M2 306
Conjuntos de Tiestos Clasificados de las Excavaciones de Matancillas y	
10.1	Representatividad Porcentual de Cada Conjunto 319
10.2	Clases de Tiestos del Conjunto Total de Matancillas 1 y 2 320
10.3	Frecuencias de Tiestos Pertenecientes a las Clases Decoradas y No Decoradas de la 320

Cerámica de Matancillas 1 y 2

10.4	: Distribución de Tamaños de Tiestos y Riqueza de Clases Por Conjunto	321
10.5	Estadística Descriptiva del Grosor de los Tiestos de los Conjuntos Analizados de M1 y M2	323
10.6	Distribución de las Clases de Tiestos en los Conjuntos Excavados de Matancillas. Los conjuntos están ordenados de manera ascendente con respecto a su fecha ¹⁴ C.	336
10.7	Clases de Primer, Segundo y Tercer Nivel de Inclusividad de Caracteres	341
10.8	Frecuencias de Tiestos de las Clases del Segundo Nivel en los Conjuntos de M1 y M2	341
10.9	Frecuencias de Tiestos de las Clases de Tercer Nivel en los Conjuntos de M1 y M2	341
10.10	Muestra Analizada de Bordes Decorados de M1 y M2, Mediciones y Estadística Descriptiva	356
10.11	Residuales Estandarizados de la Regresión Lineal entre la Media y el Desvío Estándar de Todas las Mediciones de los Bordes Decorados de Matancillas	357
10.12	Matriz del Coeficiente de Correlación Lineal Entre las Variables de la Forma y La Decoración de los Bordes Decorados de M1 y M2	358
10.13	Matriz del Coeficiente de Determinación Entre las Variables de la Forma y La Decoración de los Bordes Decorados de M1 y M2	359
10.14	Estadística Descriptiva del Tamaño y el Grosor de los Tiestos de Ur-S11	365
10.15	Frecuencia y Riqueza de Clases de Ur-S11	366
10.16	Características Petrográficas de la Muestra de Cerámica Analizada de Ramadas, Urcuro y Matancillas	370
10.17	Componentes Arqueológicos Tempranos de la Puna Norte de Argentina Con Presencia de Cerámica y Matriz de Rasgos de Presencia y Ausencia	376
10.18	Componentes Arqueológicos con Cerámica Temprana de la Puna Norte de Argentina, Ordenados por la Seriación de Rasgos	377
10.19	Ocupaciones Arqueológicas con Cerámica Temprana de la Puna Norte de Argentina	378
10.20	Conjuntos Cerámicos Tempranos de la Puna Norte	381
11.1	Clases de Representaciones Rupestres de Matancillas y Características Generales, Según los Contexto de Uso y Replicación del Arte Rupestre	395
12.1	Hipótesis de Investigación y Evidencia Arqueológica, Derivadas de la Hipótesis A	431
12.2	Hipótesis de Investigación y Evidencia Arqueológica, Derivadas de la Hipótesis B	432
12.3	Causas, Restricciones, Contingencias y Resultados de los Procesos de Cambio Evolutivo	444
C1	Marco Cronológico y Periodización del Valle de SAC	450

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1.1 Área de Estudio, El Valle de San Antonio de Los Cobres, Puna de la Provincia de Salta	3
1.2 Marco Cronológico de Estudio, Edades 14C Calibradas	4
3.1 Diagrama de Flujo de los Procedimientos de Investigación Arqueológica Evolutiva en el Valle de SAC	36
4.1 Puna Argentina, Sectorización y Gradiente de Aridez Valle de San Antonio de los Cobres –Valle de SAC- Localización en la Puna Argentina y	40
4.2 Aspectos Físicos	45
4.3 Geoambientes de las Quebradas Laterales y el Fondo de Cuenca del Valle de SAC	47
4.4 Imagen Satelital del Valle de SAC, en Falso Color	51
4.5 Temperaturas y Heladas en el Valle de SAC	57
4.6 Distribución de Precipitaciones Mensuales Medias en el Valle de SAC	58
4.7 Patrones de las Precipitaciones Anuales de la Puna Argentina Modelo Seleccionista de Nicho y Principales Procesos de Cambio que lo Afectan en el	60
5.1 Tiempo Ecológico y Evolutivo	64
5.2 Modelo de Optimización de Tasa Beneficios Decrecientes y de Costos Crecientes	67
5.3 Dos Fenotipos Alternativos que Difieren en el Costo de sus Estrategias	68
5.4 Modelo de Amplitud Optima de la Dieta	70
5.5 Modelo de Amplitud de la Dieta y Estrategias de Producción de Alimentos	73
5.6 Modelo Básico de Sensibilidad Adaptativa al Riesgo	76
5.7 Modelo Z-Score	78
5.8 Dos Modos Principales de Transmisión Cultural	81
5.9 Tres Resultados Ideales de la Transmisión Cultural Selectiva	83
5.10 Efectos de la Variación Guiada Proporción de la Transmisión Social de Variantes de Comportamiento con Relación a los	84
5.11 Costos del Error y a los Costos del Aprendizaje	90
5.12 Modelo de Metapoblación Espacialmente Estructurada	95
5.13 Factores que Intervienen en la Persistencia de una Metapoblación y de Poblaciones Locales	97
5.14 Modelo de Homogeneización de la Calidad de los Hábitats Locales de una Metapoblación	102
5.15 Evolución de una Metapoblación Humana Espacial y Demográficamente Situación Geográfica de las Localidades de Matancillas y Santa Rosa de los Pastos Grandes	106
6.1 en la Puna de la Provincia de Salta	116
6.2 Histograma de Frecuencias del Tamaño de las Espigas de Maíz Cultivadas en Matancillas	122
6.3 Relación entre el Peso de la Espiga de Maíz, el Peso Total de sus Granos y el Peso del Marlo	122
6.4 Efectos del Tamaño Total de los Rebaños Sobre los Costos de Producción <i>per capita</i> en la Puna de Salta	127

Esquema de la Distribución de Campos de Cultivo y Facilidades de Pastoreo en la	
6.5 Quebrada de Matancillas	130
6.6 Planta de uno de los Huertos Utilizados en Matancillas	131
Variación en el Rendimiento de los Huertos Según su Localización en la Quebrada de	
6.7 Matancillas	136
Proyección de los Rendimientos Decrecientes en Kilocalorías Diarias Resultante de la	
6.8 Variación en la Proporción de Dispersión de los Campos de Cultivo	142
Modelo de Minimización de Riesgos de la Producción Agrícola en Matancillas por la	
6.9 Fluctuación Local de la Disponibilidad de Agua para el Riego	143
Composición del Costo Global de Manejo de los Principales Recursos Silvestres y	
6.10 Domésticos de la Puna de Salta y Contribución Relativa de los Distintos Costos de Manejo	172
6.11 Serie Ordenada de Recursos de Acuerdo a su Utilidad en Kilocalorías por Hora de Manejo	176
Índices de Transmisión Cultural y Aprendizaje Individual en Santa Rosa de los Pastos	
6.12 Grandes, Puna de Salta	182
Localización de la Transectas de Relevamiento Arqueológico de Superficie en el Valle de	
7.1 SAC	186
7.2 Densidad Artefactual Media de Cada Transecta en Función del Número de Celdas	189
7.3 Densidades Artefactuales de cada Transecta	190
Proporción de Artefactos Líticos y de Tiestos de las Distribuciones de Superficie de los	
7.4 Aluviones Aterrazados y los Aluviones No Aterrazados	193
7.5 Tamaño de los Tiestos de Superficie	194
Plano de Distribución de las Densidades de Artefactos por Transecta del Registro	
7.6 Arqueológico Superficial del Valle de SAC	198
Histograma de las Densidades de Artefactos (Art/m ²) con Respecto al Área total	
7.7 Prospectada, y Frecuencia Acumulada	198
Densidad de Artefactos en los Distintos Ambientes de Depositación Diferenciados por la	
7.8 Vegetación del Valle de SAC	199
Densidad Media de Artefactos de Cada Ambiente de Depositación Superficial del Valle de	
7.9 SAC	200
Proporción Estimada de los Diferentes Tipos de Vegetación en el Fondo de Cuenca y en las	
7.10 Quebradas Laterales del Valle de SAC	202
7.11 Frecuencia y Porcentaje de Estructuras Arquitectónicas Dispersas y Concentradas	205
Localización de los Sitios Excavados y de las Estructuras Arquitectónicas en la Planicie de	
7.12 Fondo de Cuenca del Valle de SAC	210
7.13 Estratigrafía del Sitio R1-S1 Extracción 2	212
7.14 Determinación Radiocarbónica de Ramadas 1 Sondeo 1 y Rango de Edades Calibradas	214
7.15 Frecuencia de Clases de Artefactos de las Extracción 2 de R1-S1	215
7.16 Topografía del Sector de Ramadas	217
7.17 Planta de la Estructura 1 de Ramadas	220
7.18 Perfil de la Excavación de la Estructura 1 de Ramadas	221
7.19 Frecuencia de Clases de Hallazgos por Nivel de la Excavación de RE-1	222

7.20	Planta de Excavación y Distribución de Hallazgos del Nivel 4 de RE-1	223
	Determinación Radiocarbónica de Ramadas Estructura 1 y Distribución de Probabilidades	
7.21	de las Edades Calibradas	228
	Rangos de Probabilidades de las Fechas Calibradas ¹⁴ C de los Sitios con Cerámica	
7.22	Temprana del Noroeste de Argentina	229
8.1	Ubicación de las Quebradas de Matancillas y Urcuro en el Valle de SAC	234
8.2	Planta del Sitio Matancillas 1	237
	Incidencia de la Pendiente del Terreno Sobre el Registro Arqueológico Enterrado de	
8.3	Matancillas 1	240
	Frecuencia y Porcentaje de las Clases de Artefactos de los Sondeos Excavados en	
8.4	Matancillas 1	241
	Distribución de Tiestos y Artefactos Líticos por Sondeo, y en Relación con la Pendiente de	
8.5	Matancillas 1	241
8.6	Planta y Sectores de Excavación de M1-R10	244
8.7	Planta de Excavación de M1-R86	246
8.8	Planta de Excavación de M1-R19	247
8.9	Perfil Estratigráfico de M1-R19	248
8.10	Patrones Principales de los Agregados Arqueológicos en Matancillas 1	250
8.11	Planta del Sitio Matancillas 2	253
	Gráficos de Dispersión de las Principales Mediciones Arqueológicas del Conjunto de	
8.12	Sondeos de M2-TA	255
8.13	Dependencia de la Frecuencia de Hallazgo de Artefactos (a) y de Especímenes óseos (b)	256
8.14	Serie de Perfiles de los Sondeos de M2-TA	256
8.15	. Perfil Estratigráfico y Área Excavada de M2-B2	259
	Ubicación del Recinto 1 (M2-R1) y de la Cuadrícula 2, y de sus Respetivos Sectores de	
8.16	Excavación	262
8.17	Perfiles de Los Cimientos de M2-R1	263
8.18	Perfiles de los Sectores 6 y 7 de M2-R1, y Posición de las Muestras ¹⁴ C.	264
8.19	Planta y Sectores de Excavación de M2-R2	266
8.20	Perfiles de los Sectores D6 y D7 de M2-R2	267
	Rango de Probabilidades de las Edades Calibradas ¹⁴ C de Matancillas 1 y 2 Para uno y 2	
8.21	Sigmas	268
8.22	Covariación entre Variables Cuantitativas de las Excavaciones de Matancillas 2	271
8.23	Planta del Sitio Urcuro 1 en la Quebrada de Urcuro	274
8.24	Densidad arqueológica de los Sondeos de UR-1	275
8.25	Planta de Excavación de UR-S11, Nivel 7	277
8.26	Perfil de UR-S11	278
	Distribución de Fechas ¹⁴ C Calibradas de los Sitios del Período Temprano del Valle de San	
8.27	Antonio de los Cobres	279

9.1	Taxonomía de Artefactos Líticos de Matancillas 1 y 2	293
	Frecuencias de las Tecnologías de Alto Costo y de Bajo Costo de la Ocupación de	
9.2	Matancillas, Excluyendo los Costos de Obtención de las Materias Primas	301
9.3	Rango Máximo de Aprovisionamiento de los Recursos Líticos Alóctonos al Valle de SAC	302
	Rango Máximo de Aprovisionamiento de los Recursos Líticos Locales Con un Radio de 8	
9.4	Kmts.	303
9.5	Frecuencias de Clases de Artefactos Líticos por Materia Prima del Conjunto Total M1-M2	304
9.6	Frecuencias de Clases de Instrumentos Líticos por Materia Prima del Conjunto Total M1-M2	304
	Curva de Crecimiento Exponencial del Valor del Terreno Cultivable en Relación con su	
9.7	Cantidad	311
10.1	Ejemplos de la Cerámica Decorada de Matancillas 1 y 2	318
	Histogramas de Frecuencias del Tamaño de los Tiestos de los Conjuntos Cerámicos de	
10.2	Matancillas 1 y 2	322
10.3	Tendencias Medias y Variación del Grosor de los Tiestos de los Conjuntos de M1 y M2	323
	Relación Entre la Varianza del Grosor y el Tamaño Medio de los Tiestos de los Conjuntos de	
10.4	M1y M2	323
	Frecuencias Absolutas de Tiestos por Clase Ordenada de Manera Ascendente del	
10.5	Subconjunto de Tiestos Pertenecientes al Cuerpo y Bases de las Vasijas	326
	Frecuencias Absolutas de Tiestos por Clase Ordenada de Manera Ascendente del	
10.6	Subconjunto de Asas	326
	Frecuencias Absolutas de Tiestos por Clase Ordenada de Manera Ascendente del	
10.7	Subconjunto de Bordes	326
	Proporción de la Decoración Geométrica y No Geométrica del Conjunto de Tiestos	
10.8	Decorados de Matancillas 1 y 2	331
	Formas del Extremo Superior de las Vasijas, Puntos de Inflexión y Forma de los Labios del	
10.9	Conjunto de la Cerámica de Matancillas	334
	Seriación de Frecuencias De Los Conjuntos Excavados de Matancillas. Los conjuntos estan	
10.10	ordenados cronológicamente	337
10.11	Seriación de Frecuencias de los Tiestos Decorados de M1 y M2	338
	Seriación de Frecuencias de los Conjuntos de Matancillas a Partir de las Clases de Segundo	
10.12	Orden de Inclusividad de Rasgos	342
10.13	Tasas de Crecimiento (t) de Algunas Clases de Tiestos de Matancillas 1 y 2	344
10.14	Coefficientes de Selección Transgeneracional de las Clases de la Cerámica de Matancillas	345
10.15	Seriación de Frecuencias de los Tipos Matancillas Alisado y Matancillas Pulido	346
	Seriación de Frecuencias de los Tipos San Francisco Pulido y San Francisco Ordinario en	
10.16	las Tierras Bajas del NOA	346
10.17	Tendencias de Evolución de los Tipos Matancillas Alisado y Matancillas Pulido	347
10.18	Tendencia de Evolución del Bruñido durante el Tiempo de Ocupación de Matancillas 1 y 2	348
10.19	Variables Métricas de la Decoración	351
10.20	Localización de los Puntos de Inflexión y de las Longitudes Medidas	353
10.21	Regresión Lineal entre la Media y el Desvío Estándar de Todas las Mediciones de los	355

Bordes Decorados de Matancillas	
Gráfico de Pareto de la Correlación Entre Los Pares de Variables de la Forma y la	
10.22 Decoración de los Bordes Decorados de M1 y M2	358
Dispersión Entre los Pares de Variables Métricas de los Bordes Decorados de M2, que	
10.23 Covarian de Manera más Significativa y Tendencias de Ajuste Óptimo	361
10.24 Variación del Grosor y el Módulo de Tamaño de los Tiestos de Ur-S11	365
10.25 Representatividad de los Elementos Litológicos de los Especímenes Analizados	371
10.26 Similitud con Respecto al Especimen Experimental de Fragmento de la Muestra Analizada	371
10.27 Agrupación de los Especímenes por la Disimilaridad de su Composición Litológica	372
Declinación Temporal del Grosor Medio de las Paredes de la Cerámica Más Temprana de la	
10.28 Puna Argentina	380
Evolución Temporal de la Frecuencia de Estructuras Arquitectónicas en el Valle de SAC, y	
10.29 su Relación con el Grosor Medio de las Paredes de la Cerámica	384
11.1 Geoglifo Representando a Una Cría de Camélido en MG1	394
Representatividad de las Representaciones Antropomorfas, Zoomorfas y de Pisadas en los	396
11.2 Diferentes Conjuntos de Arte Rupestre de Matancillas	
11.3 Paneles de Arte Rupestre de la Quebrada de Matancillas	397
11.4 Representaciones Individuales y Escenas en el Arte Rupestre de Matancillas	400
11.5 Escenas de Rituales y Otras Representaciones del Arte Rupestre de Matancillas	401
Historia Ocupacional en la Mesoescala, de la Puna Norte y su Borde a Partir de la	
11.6 Cronología ¹⁴ C Calibrada del Intervalo 3600-1200 años BP	412
Distribución de Fechados Radiocarbónicos de la Puna Norte y su Borde y del Intervalo 3600-	
11.7 1200 años BP en la Curva de Calibración	413
11.8 Modelo de Sharov y Liebhold de Expansión Poblacional	415
Función de Valor Marginal Decreciente del Espacio Productivo y Ubicación Asimétrica de	
11.9 los Fenotipos en Competencia	418
Relación entre Valor Marginal Decreciente del Espacio Productivo y el Beneficio Creciente	
11.10 de la Cooperación Mutua	421
11.11 Estructura del Juego de Robo Tolerado del Espacio y Mutualismo	424
Modelo Básico de Evolución y Estructura del Nicho de la Ocupación Temprana de	
12.1 Matancillas	434
12.2 Modelo de Paisaje Evolutivo de la Combinación de Dos Fenotipos	438
Patrones de Tempo y Modo en Evolución Emergentes del Cambio en la Estructura del	
12.3 Nicho, y la Acción de la Selección Natural	441
Modelo de Paisaje Evolutivo de Dos Fenotipos en Una Relación de Simbiosis Por Una	
12.4 Estrategia Evolutivamente Estable de Mutualismo	442
12.5 Componentes que Intervienen en los Procesos de Cambio Evolutivo	443
Modelo Seleccionista de Dinámica Poblacional y Evolutiva Durante el Período Temprano	
12.6 en el Valle de SAC	445

PREFACIO

La Puna es el ambiente más cercano al cielo que puedo imaginar. Allí aprendí a ser arqueólogo, y relegué mi interés por la paleontología y por la matemática, que a mi juicio tiene elegancia pero no belleza. Su paisaje lo descubrí en 1989, en mi primera campaña como estudiante de Daniel Olivera. En esa oportunidad lo vi a Daniel tratando de interpretar la complejidad de los Montículos de Casa Chávez, la secuencia de componentes era demasiado compleja para mí. Pero el cambio a lo largo del tiempo era claro. En el extremo superior la cerámica era distinta, más variada, y definitivamente la más parecida a la cerámica temprana de la Puna, como la que luego me enseñara Pedro Krapovickas. En ese entonces me fui con la intriga acerca de por qué cambiaban el registro arqueológico a lo largo del tiempo, y por qué se presentaban esas acumulaciones con intervalos de abandono y reocupación. Trabajé dos años con esa cerámica y me formé en este tema. El tiempo transcurrió también para mí, y diez años después sucedió que tuve a cargo mi propio proyecto de investigación en la Puna. Así me encontré en la misma situación que Daniel: rodeado de variación para explicar, y recordé las lecturas de Kent Flannery y David Clarke. El mensaje era claro: el trabajo empírico no puede ser independiente del trabajo teórico. La consecuencia era ineludible, necesitaba construir modelos y reconciliarme con la matemática.

Este trabajo se basa en investigación teórica y empírica que conduje en un intento de explicar la variabilidad y la complejidad del registro arqueológico del Valle de San Antonio de los Cobres. Particularmente durante el Período Temprano. Ambas líneas de investigación han ocupado los cinco años que llevó esta tesis. La Teoría de la Evolución Darwiniana me ha servido como marco. Recordando que desde esta perspectiva el cambio es continuo, estoy confiado que el futuro traerá cambios a muchos de los planteos que aquí he propuesto. Alguien dijo que no hay nada más bello que hacer aquello para lo cual evolucionamos. Por esta razón, seguramente no haya nada más placentero, para un homínido que evolucionó en el Pleistoceno Superior, que construir teorías acerca de cómo es el mundo. Si esto forma parte de mis instintos espero haberlos honrado.

AGRADECIMIENTOS

Son mucha las personas que distinta manera me ayudaron y me incentivaron a lo largo de los 5 años que tomó el trabajo de investigación de esta tesis. En primer lugar quiero agradecer a quienes de manera más directa se vincularon con el desafío de la investigación en la Puna de Salta, y que tomaron el proyecto como propio. Me refiero al Lic. Gabriel López, a Sebastián Frete –cebolla-, a Carolina Azcune –ojitos de llama -, a Mariana Gómez –monkey girl-, a Luciano Criscuolo, a Ulises Camino, a Roberto Tonarelli, a Cecilia Mercuri –la mejor jefa de cuadrícula- a Sebastián Abeledo –tanguito-, y a Marcelo Morales. Con ellos he compartido el trabajo de campo arqueológico y etnográfico; y el trabajo de laboratorio. También les agradezco a Ezequiel Prat y a Adriana- Jenniffer Gutiérrez, por su paciencia –remontando y analizando tiestos en el laboratorio – y a Marcelo Cardillo, por su constante apoyo a mi trabajo. Ellos han sido los mejores compañeros de ruta, y lo seguirán siendo.

Mi agradecimiento es infinito a Eulalia y Benito Arjona; quienes sin su ayuda en la Puna nada hubiera sido posible. También agradezco a Mirta Santoni por su ayuda incondicional en cada una de las campañas; y a Ana Lávaque por confiar en mi investigación, y haberme brindado la ayuda necesaria para que se lleve a cabo.

Agradezco, a L. A. Borrero, E. A. Smith y R Kelley por sus sugerencias y comentarios en ideas claves que se exponen en esta tesis; a J.L. Lanata por la lectura minuciosa del manuscrito, al Físico Rolando Lillo por su ayuda en el formalismo matemático, a Betty Meggers por su apoyo a mi línea trabajo, a Annete Aguerre por su afecto, su interés y su apoyo en cada tramo de mi carrera doctoral, a Alicia Fernández Dístel, a Felix Acuto por su amistad y a Marisa Lazzari por su amistad y su ayuda con el tema de las obsidianas; y fundamentalmente a mi director Daniel E. Olivera que con paciencia hizo lo imposible para que esta tesis pueda ser un hecho. También agradezco a mis compañeros de la Sección Arqueología, del Instituto de Ciencias Antropológica (FFyL-UBA), que brindaron todo su apoyo a mi proyecto de investigación, en especial a Hugo Yacobaccio y a Norma Pérez.

Finalmente agradezco a mis padres Juan y Rosalía Muscio, a mis hermanas Nora, Marcela y Cecilia, que me brindaron todo su amor paciencia y soporte en momentos difíciles de este trabajo, a mis amigos Gabriel Gagliardi, y a Loreley Ceriani por su apoyo; y a Rolando Lillo por haber estado a mi lado en cada tramo de mi trabajo.

CAPÍTULO 1

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN, MARCO TEMPORAL Y ESPACIAL Y PERSPECTIVA TEÓRICA

1- El Tema de Investigación.

En la escala global, el registro arqueológico de las transiciones económicas de nichos humanos basados en la predación hacia los de producción de alimentos, muestra que estos fenómenos comenzaron a partir del Holoceno (Harris 1996, Smith 2001). Salvo en ambientes muy secos o muy fríos y en la mayoría de los casos, estas transiciones se iniciaron con la intensificación económica –i.e., el incremento de la eficiencia por unidad de área- y culminaron con el predominio de la agricultura (Richerson et al. 2001). Desde un punto de vista evolutivo, la transición hacia la producción de alimentos y la expansión agrícola a casi todas las áreas del planeta potencialmente cultivables, implicó un cambio drástico en el rol ecológico homínido (Eldredge 1999). En términos tróficos esta trayectoria evolutiva se interpreta como el triunfo de la estrategia herbívora (Foley 1996:83). Como consecuencia de las transiciones, los humanos devinieron en super-herbívoros que disminuyeron la diversidad de fuentes de productividad primaria de sus hábitats a las especies comestibles, extinguieron competitivamente especies herbívoras y domesticaron a un conjunto de herbívoros especializados, para alimentarse de plantas inaccesibles directamente para los humanos.

El estudio arqueológico de las transiciones hacia economías productoras de alimentos requiere enfoques teóricos y empíricos tanto en escalas espaciales amplias –continentales, regionales- como más reducidas –locales- (Pearsal 1992, Harris 1996, Cavalli-Sforza 1996, Winterhalder y Goland 1997, Zvelevil 1996, Smith 2001). El trabajo en distintas escalas es necesario para una comprensión adecuada de los procesos de domesticación expansión de las estrategias agrícolas y pastoriles (Harris 1996). La evidencia arqueológica señala que Sudamérica fue uno de estos escenarios (Smith 1998). En efecto, al momento del contacto euroamericano el hemisferio presentaba un mosaico de nichos económicos humanos muy diverso, en el cual coexistían economías locales plenamente agropastoriles basadas en la agricultura, con adaptaciones donde la producción de alimentos era una estrategia secundaria o no utilizada (Pearsal 1992).

La historia evolutiva de las adaptaciones con economías de producción de alimentos en Sudamérica indica un patrón de correlación entre las especies domesticadas y el mosaico ambiental altitudinal, con disponibilidad diferencial de especies potencialmente domesticables y distintas limitaciones a los cultivos y al pastoralismo. Se destacan la existencia de:

- a) sistemas de baja altitud basados en el cultivo de tubérculos como la mandioca (*Manihot esculenta*), el maíz (*Zea mays*) y porotos *Canavalia*,
- b) sistemas andinos de mediana altitud caracterizados por el uso del maíz, el maní (*Arachis hypogaea*) y porotos *Phaseolus*, y
- c) sistemas de alta altitud dominados por los cultivos de papa (*Solanum tuberosum*), tuberosas varias, y quasicereales como la quinoa (*Chenopodium quinoa*).

Mediante la información arqueobotánica hemicontinental y considerando la distribución de ancestros silvestres en el gradiente altitudinal y latitudinal, se postulan diferentes regiones en las cuales ocurrieron procesos de domesticación, en diferentes tiempos (Smith 1998). Esto a su vez dio lugar a distintos procesos de dispersión agrícola en la historia cultural sudamericana, donde el maíz habría sido introducido ya domesticado (Pearsall 1992, Smith 1998). Por otra parte, en relación con el proceso de domesticación de los camélidos sudamericanos, éste tuvo lugar en las Tierras Altas Andinas (Browman 1989), donde el Centro Sur andino fue uno de los escenarios tempranos. Las evidencias del Sur de Perú, Norte de Chile y Noroeste Argentino son de crucial importancia para la comprensión de los distintos escenarios en los que se desarrolló este proceso (Aldenderfer 2001, Yacobaccio *et. al.* 1994, 1998, Yacobaccio 2001 a, b ; Yacobaccio y Vilá 2001).

De manera similar a lo ocurrido en otro continentes, las transiciones a economías dependientes de la producción de alimentos en Sudamérica evidencian variaciones de escala regional y local. Estas variaciones se expresan en la temporalidad, en los constituyentes tecnológicos y económicos, y en la dinámica sociocultural implicada (Smith 1998). Los trabajos de síntesis, de la distribución espacial de fechados, especies domesticadas y contextos de hallazgo pueden consultarse en Pearsall 1992, Castro y Tarragó 1994, Lagiglia 2001, Yacobaccio 2001-a, entre otros. La diversidad de procesos regionales y locales propicia la investigación de los factores causales de esta variabilidad desde la perspectiva evolucionista Darwiniana (Rindos 1984, 1985, O'Brien y Lyman 2000, 2002). Principalmente de los factores que pudieron controlar las tasas y los modos de las expansiones de las estrategias productivas, en la diversidad de ambientes particulares de Sudamérica. Este es el tema de investigación de este doctorado, analizando el caso del Valle de San Antonio de Los Cobres, Puna de la Provincia de Salta, Argentina.

En las Tierras Altas del Noroeste de Argentina, el registro arqueológico del poblamiento agropastoril se remonta a ca 2500 BP. (Raffino 1977, Berberian y Raffino 1992, Lagiglia 2001, Olivera 2001) y abarca el denominado Período Temprano (González 1977). La evidencia indica un cambio hacia el establecimiento de ocupaciones sedentarias con economías basadas en la agricultura, el pastoreo de llamas, la caza y la recolección, y el uso de tecnologías cerámicas y metalúrgicas. En la Puna Sur de Argentina la evidencia de ocupaciones aldeanas con producción de alimentos proviene de Antofagasta de la Sierra. Son los casos de Casa Chávez Montículos (Olivera 1991, 1997), Tebenquiche (Krapovickas 1955, Haber 1999) y Laguna Blanca (González 1977, Raffino 1988). En la Puna Norte, la evidencia abarca las ocupaciones más tempranas de Cerro Colorado 2 (Krapovickas 1987-1988) en el norte de la Puna de Jujuy, y de Cochinoca, en el río Las Burras, y Huancar de la región Sur de Susques (Fernandez Distel 1998, 1999). A estos registros de la Puna Norte se le suma la nueva información de las quebradas de Matancillas y Urcuru (Muscio 1999), localizadas en el Valle de San Antonio de los Cobres, Provincia de Salta. Esta evidencia constituye la principal fuente empírica de la presente tesis.

2- Objetivos e Hipótesis de Investigación. Marco Espacial y Temporal

El objetivo de esta tesis es el estudio del poblamiento y la evolución durante el Período Temprano en el Valle de San Antonio de los Cobres (SAC), localizado en la Puna de la Provincia de Salta, Figura 1-1. Para la región se obtuvo una serie de fechados radiocarbónicos que proporciona el marco cronológico de estudio. La Figura 1-2 presentan la distribución de estos datos calibrados. En este marco, enfatizamos el estudio del bloque 50 BC – 605 AD. Este objetivo de investigación los llevamos a cabo a partir de hipótesis de trabajo orientadas a esclarecer los aspectos adaptativos de las ocupaciones humanas con producción de alimentos, considerando las propiedades ecológicas del ambiente que pudieron estimular distintas respuestas conductuales, principalmente económicas y sociales; y también los aspectos histórico culturales de estas poblaciones.

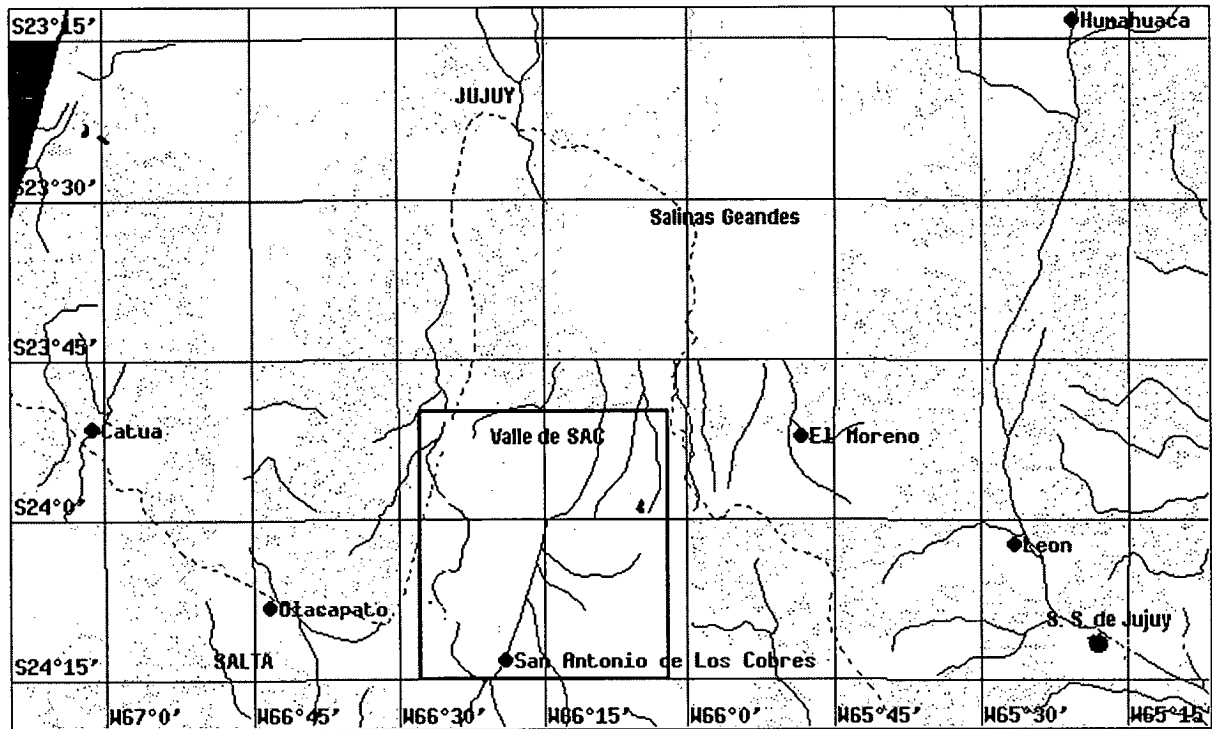


Figura 1.1: Área de Estudio, el Valle de San Antonio de los Cobres: Valle de SAC- en la Puna de la Provincia de Salta, Argentina.

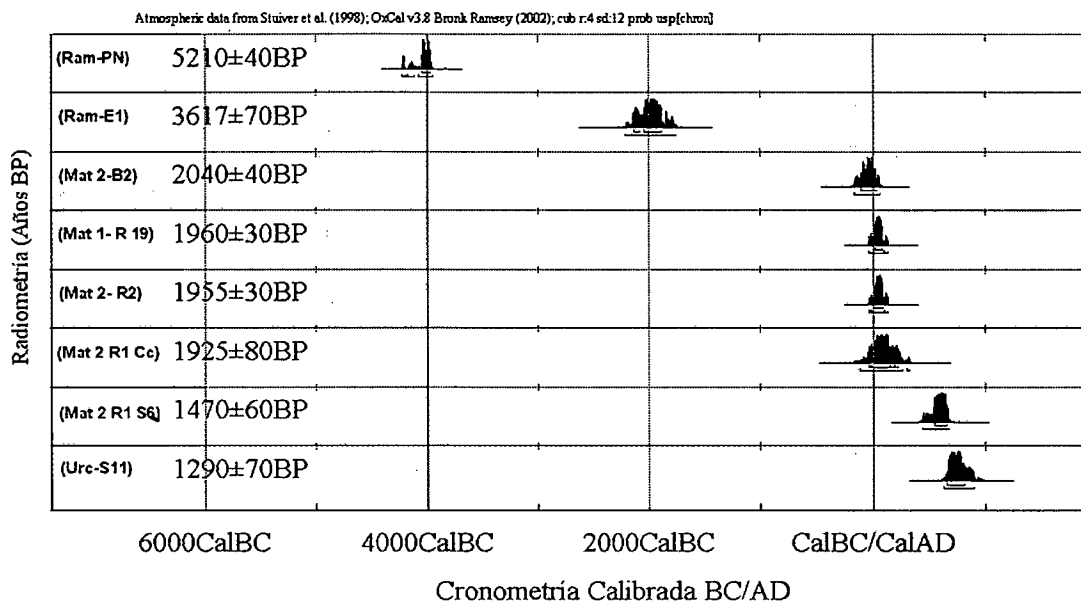
Paralelamente, desde modelos teóricos más generales de dinámica de metapoblaciones (Hansky y Gilpin 1997), analizamos las causas del proceso de poblamiento y de desocupación de ambientes locales. Esto último lo llevamos a cabo a partir de hipótesis derivadas de modelos de dispersión de poblaciones con producción de alimentos (Rindos 1980, 1984, 1985, Richerson *et al.* 2001), y considerando al riesgo (*sensu* Winterhalder y Lu 1999) como la principal presión de selección natural actuando tanto sobre el conjunto de las adaptaciones en la dispersión inicial, como en el despoblamiento de los ambientes locales ya colonizados.

Dos hipótesis generales guiaron el proceso de investigación de esta tesis:

A) Las poblaciones del Período Temprano del Valle de SAC presentaron un conjunto de adaptaciones económicas dependientes de: 1) la baja productividad primaria de la región, 2) la marcada heterogeneidad de hábitats apropiados para la instalación humana, y 3) las fluctuaciones ambientales que determinaron un entorno selectivo de riesgo.

B) El establecimiento de poblaciones con economías de producción de alimentos en el Valle de SAC fue un proceso oportunista, vinculado con la dinámica poblacional de áreas vecinas.

Marco Cronológico del Valle de San Antonio de los Cobres (SAC)



Designación	Identificación	Material	Determinación C ¹⁴	Calibración (p 68,2%)	Calibración (p 95,4%)	Media Calibrada
Ramadas Perfil Norte	UGA 8726	Turba	5210 ± 40	4045 BC-3965 BC	4220 BC-3950 BC	3997 BC
Ramadas Estructura 1	LP 1410	Hueso	3617 ± 70	2130 BC-1880 BC	2200 BC-1750 BC	1895 BC
Matancillas 2 Basural 2	UGA 8624	Carbón	2040 ± 40	110 BC - 30 AD	170BC - 60 AD	50 BC
Matancillas 1 Recinto 19	Poz-2736	Hueso*	1960 ± 30	0 AD - 80 AD	40 BC - 130 AD	75 AD
Matancillas 2 Recinto 2 Sector E6	Poz-2737	Hueso*	1955 ± 30	0 AD - 85 AD	30 BC - 130 AD	70 AD
Matancillas 2 Recinto 1 Capa C Sector 7	AC 1659	Carbón	1925 ± 80	40 BC - 220 AD	120 BC - 320 AD	130 AD
Matancillas 2 Recinto 1 Sector 5	LP 1363	Carbón	1290 ± 70	650 AD - 910 AD	620AD-900 AD	775 AD
Urcuro Sondeo 11, Nivel 7	GX-30399	Carbón	1470 ± 60	540 AD-650 AD	430AD-670 AD	605 AD

Figura 1-2: Marco Cronológico de Estudio: Edades Calibradas La media calibrada de cada datación es la correspondiente a un desvío (p= 68, 2 %).

A partir de estas hipótesis, el trabajo de investigación busca contrastar en los registros disponibles algunas de sus implicancias. De tal manera, a partir de la hipótesis A, se analizan los conjuntos arqueofaunísticos y arqueobotánicos para estudiar la toma de decisión con respecto al uso de recursos, partiendo de modelos orientados a la medición de la eficiencia económica de la adaptación (Grayson y Delpech 1998). En este caso se aplica el Modelo de Amplitud de la Dieta (Smith 1983, Stephens y Krebs 1986; Kelly 1995). También se evalúa la amplitud general del nicho económico en términos de modelos sensitivos del riesgo, en particular del modelo Z-Score de minimización de la varianza (Bettinger 1991, Winterhalder y Lu 1999). En la línea de los modelos de optimización se analiza la estrategia de tecnología lítica (Bousman 1993), con el fin de observar patrones relacionados a la estrategia de procura y uso de recursos alimenticios.

A partir de la hipótesis B se efectúa una serie de análisis orientados a establecer filogenia cultural en la tecnología cerámica y para reconocer probables mecanismos de transmisión cultural (Boyd y Richerson 1985). En esta instancia, se realiza la seriación de frecuencias (O'Brien y Lyman 2000) de los conjuntos excavados; y se efectúa el análisis de correlación de variables métricas de los bordes (Bettinger y Erkens 1997, O'Brien y Lyman 2002). Estos análisis se complementan con el análisis petrográfico de las cerámicas para probar en un nivel inicial que la producción fue local. El conjunto de esta información se discute en relación con hipótesis de dispersión, que consideran como unidades de análisis a la metapoblación y a la población local o *deme* (Hansky y Gilpin 1997), particularmente para aislar indicadores materiales (no biológicos) de conectividad entre poblaciones.

Finalmente, se desarrolla un trabajo de índole exclusivamente teórica orientado a la construcción de un modelo de interacciones sociales entre poblaciones con nichos económicos divergentes, que propicia la dispersión mutualista (Layton 2000). Para esto se formaliza un modelo en el marco de la Teoría Evolutiva de Juegos (Maynard Smith 1964, Smith y Winterhalder 1992, Gintis 2000), en el cual interactúan fenotipos invasores y fenotipos residentes de ambientes ya colonizados, en un marco de competencia *contest* (Boone 1992:316).

3- Fundamentación Teórica: Arqueología Evolutiva Darwiniana

Este trabajo de investigación está fundamentado en el marco de la Arqueología Evolutiva Darwiniana que consiste en la aplicación del principio de *selección* para explicar los fenómenos arqueológicos (Dunnell 1980, Bettinger 1991, Teltser 1995, Bettinger y Erkens 1997, O'Brien y Lyman 2000, 2002, Lyman y O'Brien 1998). Actualmente la investigación evolutiva en arqueología es una línea en expansión y crecimiento que congrega las distintas perspectivas Darwinianas del estudio del comportamiento humano, la cultura y sus residuos materiales. En este marco la diferenciación entre el Selecciónismo y la Ecología Evolutiva (Boone y Smith 1998, Lyman y O'Brien 1998), característica de los comienzos de la aplicación del paradigma evolutivo en arqueología, actualmente empieza a ser superada, a la luz de los avances en la Teoría de la Transmisión Cultural (ver O'Brien y Leonard 2001, O'Brien y Lyman 2002) y más generalmente de la epistemología de la Teoría de la Evolución (Wilson y Sober 1994, Dennet 1995, Dickens 2000). Entre las perspectivas seleccionistas complementarias (Smith 2001) se destacan La Ecología del Comportamiento Humano (Smith y Winterhalder 1992), la Teoría de la Transmisión Cultural (Boyd y Richerson 1985, Durham 1991) y la Sicología Evolutiva (Tooby y Cosmides 1992). En Argentina el desarrollo de la Arqueología Evolutiva es un terreno fecundo, que desde sus comienzos implicó una agenda de investigación pluralista en cuanto a los mecanismos potencialmente explicativos de la variabilidad arqueológica (Borrero 1993, Lanata y Borrero 1994, Lanata 1996, 1997, 2002, Lanata y Neff 1999, Muscio 1996, 1999, 2002, Scheinshon 2001, 2002). Esto ha permitido avanzar en un marco teórico Darwiniano inclusivo en arqueología de las variadas perspectivas seleccionistas, orientado al estudio de diferentes

mecanismos de heredabilidad y cambio fenotípico (Muscio 2002). Es importante en este marco teórico, el desarrollo de metodologías y de análisis orientados al estudio de filogenia y transmisión cultural. Entre estas se destacan la seriación de frecuencias, el análisis cladístico (Neiman 1995, O'Brien y Lyman 2000, Lyman y O'Brien 2000, Jordan y Shennan 2002, Tehrani y Collard 2002, O'Brien 2002, O'Brien et al. 2002) y el análisis de la variación y la correlación entre atributos (Bettinger y Eerkens 1997, O'Brien y Lyman 2002). También son centrales las metodologías para el estudio de comportamiento óptimo y toma de decisión en registros promediados, arqueofaunísticos y artefactuales (Bettinger 1991, Edwards y O'Connell 1995, Grayson y Delpech 1998, Bousman 1993, Ugan et al. 2003). Estas metodologías, en conjunto, permiten acceder a marcos explicativos basados en la historia como *herencia* -filogénesis- y en la diversificación de linajes culturales como evolución, y no como transformación (Rindos 1989). Precisamente de la vinculación entre los aspectos filogenéticos y de los aspectos adaptativos, desarrollados en las explicaciones de la variabilidad del registro arqueológico, resulta un marco teórico fundamentalmente materialista (Dunnell 1981). Esto es importante de remarcar dado que al centrarse en la dimensión materialista de la evolución, sobre la base de modelos que especifican las consecuencias en términos de fitness de conductas o artefactos, la agenda de investigación Darwiniana se diferencia sustantivamente del esencialismo de la escuela Histórico Cultural Americanista, que también se interesó en el estudio de la filogenia artefactual, pero sobre la base de mecanismos de cambio no materialistas (ver Lyman et al. 1997, O'Brien y Lyman 2000)

Una de las premisas fundacionales de la Arqueología Evolutiva es que tanto conductas y artefactos forman parte del fenotipo humano (Dunnell 1980, O'Brien y Holland 1992, O'Brien et al. 1994). La principal consecuencia de este planteo es que el registro arqueológico puede servir para el estudio de procesos evolutivos en donde la selección natural y la adaptación fenotípica tienen un rol explicativo en distintos niveles de análisis (Wilson 1999). Esto no implica que otros mecanismos de cambio, tales como la evolución neutral y la deriva, no sean de crucial importancia en esta perspectiva (Shennan 2000).

La aplicación de la teoría Darwiniana de la evolución al registro arqueológico no es directa, sino que implica el desarrollo de modelos particulares (*sensu* Winterhalder 2001) acerca de las causas y los mecanismos del cambio, basados en la lógica seleccionista (Smith y Winterhalder 1992, Cronk et al. 2000, O'Brien y Lyman 2000). En este punto los modelos de optimización son ejemplificadores por su potencial analítico. Otra línea de modelos son los concernientes al *tempo* y *modo* del cambio evolutivo y los de transmisión cultural aplicados al registro arqueológico (ver O'Brien y Lyman 2000, Lyman 2001, Neff 2001).

Finalmente es importante señalar que la perspectiva teórica Darwiniana expandida de las variadas disciplinas evolucionistas al estudio de la conducta humana, no implica un compromiso inherente con el individualismo ni con el colectivismo metodológico. En cada caso la cuestión acerca de donde residen las causas del cambio y cuáles fueron las unidades en las que operaron los procesos de cambio -genes, artefactos, individuos o grupos- se transforma en una cuestión empírica (Boyd y Richerson 1985, Soltis et al. 1995, Wilson 1999, Shennan 2002).

En el siguiente capítulo exponemos una síntesis del desarrollo de la investigación arqueológica de las primeras sociedades con producción de alimentos de la Puna Argentina. Para esto efectuamos una reseña histórica de estas investigaciones y del estado actual del conocimiento.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN DE LAS PRIMERAS SOCIEDADES CON PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN LA PUNA ARGENTINA

Introducción

Con referencia a los objetivos de esta tesis, los antecedentes de investigación remiten al estado actual de la discusión, en arqueología, de la diversidad de los fenómenos de poblamiento agropastoril temprano en las tierras altas del Noroeste de Argentina. Los mismos se encuadran en los procesos de evolución y diversificación de las economías de producción de alimentos en el área Surandina (Olivera 2001). Aquí ofrecemos una breve reseña histórica de los primeros trabajos de investigación llevados a cabo en la Puna de Argentina, los cuales desde sus comienzos plantearon debates acerca del origen y la antigüedad de las primeras poblaciones agroalfareras prehispánicas y que por lo tanto se vinculan con nuestra investigación. Esta síntesis se lleva a cabo distinguiendo los principales períodos en los cuales se realizaron distintos aportes en la arqueología de esta región, a la par que se producían cambios en los marcos teóricos de la arqueología en Argentina y en el resto del mundo, y que marcaron las agendas y los interrogantes de investigación. Estos períodos son 1890-1950; 1950-1980, y 1980 hasta la actualidad. Luego se reseña el estado actual del conocimiento de las primeras poblaciones humanas con sistemas de subsistencia basados en la producción de alimentos en la Puna Argentina y Tierras altas del NOA.

1- Reseña Histórica de las Primeras Investigaciones Arqueológicas en La Puna

1890 – 1950

Este período de las investigaciones en la Puna de Argentina se caracterizó, en su etapa inicial, por el trabajo de naturalistas y viajeros, cuyos intereses respondieron básicamente a la búsqueda y descripción de hallazgos, en el ámbito de la creación de las instituciones culturales de Argentina, como estado emergente. Esto se expresó en los viajes y las expediciones orientadas al acopio de colecciones de antigüedades e información geográfica del territorio nacional. Es el caso de las expediciones de M. Uhle, G. Guerling, E.A. Holmberg y J.B. Ambrosetti. En este marco las investigaciones carecieron de rigor científico, y los debates se centraron en los orígenes y la antigüedad de la ocupación Prehispánica de la Puna. Posteriormente esto se complementó con algunos elementos de la Escuela Americanista Histórico Cultural, la cual estaba emergiendo en los Estados Unidos.

En este período tuvo lugar la expedición sueca, en la que participó E. Nordenskjöld, E. Boman y E. von Rosen; y la expedición francesa, en la cual el relevamiento del sector altiplánico argentino estuvo cargo E. Boman. Estos tempranos trabajos, especialmente la síntesis de Boman (1908), expusieron una serie de sitios con estructuras arquitectónicas y diversos conjuntos de evidencias artefactual, incluyendo cerámica y restos bioarqueológicos, indicativos de su poblamiento prehispánico por culturas alfareras. Desde los comienzos de estas investigaciones, las interpretaciones adujeron una temporalidad tardía para estas sociedades y debatieron la asignación cultural Calchaquí, según la interpretación de Ambrosetti (1901) o Atacameña, vinculadas con el norte de Chile según Boman (1908). Estos enfoques resaltaron el carácter desértico y despoblado de la región. Ambrosetti (1901) caracterizó su poblamiento a partir de una cultura del desierto comparable a los indios Pueblo de

suroeste de los Estados Unidos. Estos trabajos propiciaron una imagen homogénea de la Puna, que la caracterizó como un espacio marginal para el poblamiento humano agropastoril. Sobre estas líneas de debate, centradas en las adscripciones étnicas, siguieron los posteriores trabajos de Serrano (1935) Vignati (1936) y Latcham (1938); y las excavaciones de Casanova (1939, 1946) y Márquez Miranda (1937, 1942). Palavecino (1948) consideró que el núcleo de la cultura altoandina de la Puna argentina se hallaba en la vertiente andina chilena, por lo cual las culturas de la vertiente puneña de Argentina serían marginales de esta región. Bennet *et al.* (1948), sobre la base de los conocimientos acerca de la cerámica del norte de Chile y sus vinculaciones con Tiahuanaco, consideraron que al carecer de esta cerámica el "Complejo de la Puna" era tardío.

1950 –1980

El marco conceptual de homogeneidad cultural, poblamiento tardío y sector marginal para el establecimiento de sociedades agroalfareras, debido al ambiente de desierto, fue desafiado por los trabajos de Krapovickas (1955). Este autor advirtió acerca de la heterogeneidad del paisaje puneño y del potencial agrícola de los sistemas de cuencas y de los oasis de altura en las quebradas protegidas, como lo demostraba el sitio Tebenquiche en la Puna de la provincia de Catamarca (Krapovickas 1968). El período de investigaciones comprendido entre 1950-1980 fue clave en el reconocimiento de la posibilidad de una historia de poblamiento humano puneño de largo alcance temporal, a partir del planteo de ocupaciones "precerámicas", esgrimido sobre evidencias de conjuntos líticos de superficie acerámicos (Menghin 1953, Cigliano 1962, 1965). Efectivamente, bajo esta perspectiva de historia de poblamiento de largo alcance se formuló el trabajo de síntesis para la arqueología de Salta, que incluyó la región de la Puna (Serrano 1963).

Sobre la base de una historia evolutiva de largo alcance para el poblamiento de la Puna y de la excavación con control radiocarbónico, Rex González (1963) llamó a una agenda científica de investigación para el estudio de la transición hacia las economías de producción de alimentos, de la variabilidad local, y del establecimiento de filogenia cultura a partir de las secuencias conocidas en otras subáreas del noroeste argentino, del norte de Chile y del altiplano boliviano. Esto fue el resultado de su propio trabajo de periodización basado en las secuencias arqueológicas de otras áreas del Noroeste de Argentina tales como la de los valles de Tafí -Tucumán-, Hualfin y Abaucán -Catamarca- entre otros trabajos. El marco teórico adoptado fue la Escuela Americanista Histórico Cultural, que estaba en pleno auge en los Estados Unidos, y que con variantes de enfoques, dominó la agenda de investigación del Noroeste de Argentina hasta 1980. Sobre esta base se orientaron las investigaciones en la Puna norte y sur y en los espacios circundantes de la Quebrada del Toro (Cigliano *et al.* 1972, 1976) y el sector norte del Valle Calchaquí (Tarragó 1980). La investigación en la Puna se enriqueció mediante los trabajos con control cronoestratigráfico en cuevas y aleros de altura del sector de la Quebrada de Humahuaca (Aguerre *et al.* 1973, 1975, Fernández Distel 1974) Estos trabajos aportaron evidencias de ocupaciones de cazadores recolectores del Holoceno Temprano y Medio, lo cual inauguró en la Puna de Argentina el estudio del cambio hacia la producción de alimentos mediante registros cronoestratigráficos. Esto se hizo en el marco de la transición Arcaico-Formativo Al mismo tiempo se llevó a cabo un refinamiento del marco cronológico sobre el cual se asentaba la investigación, y una mayor preocupación por la teoría, incorporando elementos del materialismo histórico marxista para la revisión de los conceptos teóricos básicos (Tarragó 1968, 1977, Núñez Regueiro 1973, Núñez Regueiro y Tarragó).

El panorama general que emergió durante este período de investigaciones en la Puna argentina, y más generalmente en el NOA, fue uno en el cual los desarrollos socioculturales locales eran manifestaciones marginales de los procesos de cambio ocurridos de los Andes Centrales (Gonzalez 1977,1979). Sobre esta base, se plantearon modelos difusionistas para explicar el

surgimiento de las primeras sociedades aldeanas, principalmente desde el Altiplano boliviano (Ponce 1970, Núñez 1972). Los patrones monticulares de las primeras aldeas de la Puna y la Prepuna fueron los principales elementos considerados en esta propuesta, ya que se los consideraron comparables con los de Wankarani (Cigliano *et al.* 1972, 1976, entre otros). Esta propuesta se enmarcó en el estudio del Formativo Surandino. A partir de la distribución de los estilos cerámicos se propusieron conexiones entre las sociedades de la Puna de Argentina, con sociedades de las yungas y del Norte de Chile, desde el comienzo de Formativo Puneño. De tal manera tomó sustento la concepción de la Puna Argentina, como un lugar de tránsito de ideas, recursos y poblaciones, que desde mucho antes del Formativo había funcionado como un espacio que unía a las diversas poblaciones del área "circumpuneña" (Tarragó 1980).

1980 – Hasta la Actualidad

La investigación arqueológica en las Tierras Altas del Noroeste de Argentina, desde finales de la década de 1970, se expandió con la adopción de la perspectiva teórica de la Nueva Arqueología, desarrollada en los Estados Unidos e Inglaterra (ver Raffino 1988). Esto se materializó incorporando el estudio de la adaptación ecológica a los ambientes puneños, a partir de la Teoría de Sistemas y de la Ecología Cultural, (Yacobaccio 1983-1985, 1984) y desarrollando nuevos campos de investigación, tales como la etnoarqueología (Haber 1990, 1991, 1992, García 1993, Yacobaccio *et al.* 1998 y referencias), el estudio de los procesos de formación del registro arqueológico (Yacobaccio y Madero 1988, 2001, Olivera y Nasti 1988, Elkin y Mondini 2001, Mondini 2001 entre otros) y fundamentalmente una mayor preocupación por la calidad de los procedimientos de construcción de datos y explicaciones. En el Noroeste de Argentina la Puna fue el sector en el cual esta agenda de investigación, también denominada "procesual", se operativizó con mayor intensidad, siendo el paradigma dominante en la actualidad. Desde el marco procesual la investigación afianzó la perspectiva de historia larga del poblamiento de la Puna, a partir de la secuencia de ocupaciones holocénicas de Antofagasta de la Sierra (Aschero y Podestá 1986) y del estudio de su poblamiento por cazadores recolectores, durante la interfase Pleistoceno Holoceno, integradamente con las secuencias del Norte de Chile y la Quebrada de Humahuaca (Yacobaccio 1991).

La nueva perspectiva teórica se orientó principalmente al estudio de la variabilidad del registro arqueológico para generar marcos explicativos basados explícitamente en el método hipotético deductivo. En esta tarea se dio prioridad al estudio del proceso de domesticación de los camélidos y emergencia del pastoralismo, y a la caracterización de los patrones de asentamiento y uso de recursos de las sociedades con economías agrícolas y pastoriles, focalizando el estudio de la adaptación ecológica (Olivera 1988, Olivera y Elkin 1994, García y Carrión 1992, García 1999)

En consecuencia la investigación en la Puna y Prepuna a partir de finales de la década de 1970, mediante nuevas estrategias de muestreo y planteo de problemas, derivados de la perspectiva procesual, generó una gran cantidad de nuevas evidencias, con respecto al establecimiento y desarrollo de las primeras sociedades sedentarias con estrategias productivas, y al uso de nuevas tecnologías como la cerámica. Durante este período se estudiaron los patrones de instalación de las Cuevas (Raffino 1988), Casa Chavez Montículos y Tebenquiche. En el sector Norte de la Puna se determinaron nuevas cronologías para conjuntos cerámicos, ubicando estas evidencias en el 3.000 BP (Fernández 1988, García 1988-1989, 1997), y se dieron a conocer nuevos sitios como resultado del trabajo de prospección de regiones no conocidas desde lo arqueológico. Es el caso de Susques (Yacobaccio *et al.* 1993), Castro Tolar Fernández Distel (1998) y San Antonio de Los Cobres (Acuto *et al.* 1993 Muscio *et al.* 1993, 1999 Muscio 1996, 2000a, Nasti *et al.* 1993).

Así, particularmente desde mediados de 1980 hasta la actualidad, se estudiaron los aspectos adaptativos de las tecnologías, los patrones de uso de los recursos y las interacciones sociales (Pintar 1995, Escola 1990,1991,1996,1999, Escola *et al.* 1997), y se remarcó la importancia de los estudios paleoambientales para enmarcar la dinámica sociocultural surandina (Pintar 1995, Yacobaccio 1997, Yacobaccio *et al.* 2001 entre otros). En síntesis la agenda de investigación procesual en la Puna, abandonó los análisis de filogenia cultural y favoreció la construcción de modelos sistémicos para explicar la variación en términos funcionales y adaptativos.

El panorama que comenzó a tomar forma a partir de estos trabajos, fue uno en el cual los procesos de cambio en las Tierras Altas Surandinas no fueron simplemente desarrollos marginales de los procesos de los Andes Centrales, sino fenómenos resultantes también de la dinámica sociocultural local. El modelo de difusión altiplánica del pastoralismo y del poblamiento aldeano fue cuestionado por las evidencias de la aldea Tulán -TU-54. Estas sugieren el desarrollo surandino del proceso de domesticación de camélidos, el surgimiento de asentamientos complejos y permanentes, y el inicio de una complejización social temprana. En estos procesos también habría participado la vertiente argentina de los Andes (Aldenderfer 1994, 1998, 2001 Núñez 1994, Yacobaccio *et al.* 1998).

Posteriormente se planteó a la domesticación de los camélidos sudamericanos y a la emergencia del pastoralismo como un proceso de largo plazo, que comenzó en sociedades de cazadores recolectores complejos (Yacobaccio 2000). En esta perspectiva la Puna de Argentina fue uno de los escenarios de escala local de un proceso surandino. Es muy importante remarcar el cambio, durante esta etapa, hacia el planteo del estudio *local* de los procesos de domesticación de camélidos silvestres y desarrollo de complejidad social, debido a que significó un desafío a la perspectiva difusionista.

Considerando el desarrollo del pastoralismo en una historia larga de cambio cultural, se planteó que la adopción de la agricultura fue un proceso posterior, y se orientó la investigación a la construcción de modelos para el estudio de los aspectos ecológicos relacionados con la instalación de las primeras aldeas agropastoriles en ambientes particulares (Olivera 1988, 1992). Paralelamente se robustecieron los estudios acerca de los aspectos estilísticos y funcionales del arte rupestre, relacionados con los cambios socioeconómicos (Aschero *et al.*1991, Aschero y Korstanje 1995, Aschero 1996, 2000, Olivera y Podestá 1995), y los estudios de interacción social e intercambio a partir de los análisis de procedencia de obsidias (Scattolin y Lazzari 1998, Yacobaccio *et al.* 2001, 2002). Estos trabajos reforzaron la noción de la Puna como un espacio geográfico de gran interacción entre sociedades, tanto de la vertiente occidental como oriental de los Andes, desde los comienzos de la transición hacia la producción de alimentos.

Actualmente, la investigación en la Puna de Argentina, está atravesando un proceso de enriquecimiento teórico, a partir de la aplicación de nuevas perspectivas, tales como el Evolucionismo Darwiniano (Muscio 1996, 2001b, Muscio 2002 y la Teoría Social (Lazzari 1999a y b, Haber 2001a y b, Delfino 2001), y también a partir del replanteo de las unidades de análisis y periodificación (Hernández Llosas 2000, 2001,2002, Muscio 2001a). Al mismo tiempo distintos equipos de trabajo amplían el rango de evidencias incorporando nuevas regiones de estudio y robusteciendo los marcos cronológicos. Es importante destacar que tanto la perspectiva Evolucionista como la Teoría Social, son superadoras de la dicotomía procesualismo-posprocesualismo, a partir de una gama de intereses teóricos compartidos, basados en la dinámica sociocultural abordable desde la cultura material (Shennan 1988, Muscio 2002).

2- Síntesis del conocimiento de las Primeras Sociedades Productoras de Alimentos en la Puna Argentina y Tierras Altas del NOA

La transición económica a la producción de alimentos en las Tierras Altas del Noroeste de Argentina fue parte de los procesos transicionales que ocurrieron en la escala continental (Pearsall 1992, Smith 2001). La domesticación de los camélidos y de vegetales de tierras altas -papa y quínoa- ocurrió en los ambientes altoandinos, donde probablemente ambos fueron temporalmente sincrónicos. En cambio, el uso de especies vegetales originarios de tierras más templadas y bajas, i.e. maíz, calabazas y variedades de porotos, es explicado por dispersión (Lagiglia 2001). En este marco se plantea la posibilidad de múltiples centros de domesticación de especies vegetales, distribuidos en el mosaico ambiental sudamericano (Pearsall 1992).

El conocimiento actual de la arqueología de la Puna argentina indica que las tempranas sociedades agropastoriles surandinas establecieron estrategias de uso del espacio sedentarias y una variabilidad local amplia de conductas de manejo de camélidos y cultígenos (Mengoni 1998, Tarragó 1980a, Castro y Tarragó 1994). En Argentina las evidencias arqueológicas de la transición económica de la caza y la recolección a la producción de alimentos provienen mayormente de la Puna y de los sectores de prepuna de la franja circumpuneña.

En las Tierras Altas del Noroeste de Argentina, el registro arqueológico de sociedades pastoriles, con uso de nuevas tecnologías como la cerámica se remonta a los 3.000 BP (García 1998, Lavalée y García 1992), aunque la evidencia de uso de vegetales cultivados es anterior y en contextos de caza recolección (Lagiglia 2001). Recién hacia los 2.500 BP la evidencia muestra ocupaciones permanentes de tipo aldeano, con sistemas económicos basados en la agricultura, el pastoreo de camélidos, la caza y recolección, cambios en la organización económica y social, y el uso más diversificado de tecnologías cerámicas y metalúrgicas (Cigliano *et al.* 1976, Tarragó 1996, Olivera 1998, 2001).

En la Prepuna, la Quebrada de Las Cuevas subsidiaria de la Quebrada del Toro en Salta, proporciona la evidencia más temprana – ca 2.500 BP- del desarrollo de poblados sedentarios, con una economía agrícola-ganadera y una alta proporción de presas de caza en un ambiente prepuneño (Raffino 1977, Raffino *et al.* 1977). En la Puna sur, los sitios Tebenquiche, Laguna Blanca y Casa Chávez evidencian el desarrollo de asentamientos aldeanos tempranos (Krapovickas 1955, Olivera 1991, Haber 1999). En Casa Chávez hay registro de ocupaciones desde los 2.120 a los 1.530 BP, que muestran una predominancia de la ganadería, prácticas agrícolas y estrategias de caza de camélidos silvestres.

En el sector superior del Valle Calchaquí, Salta, los asentamientos Tempranos son de base monticular y compuestos por la agrupación de varias viviendas circulares. Aquí Aldeas como Campo Colorado, Huasa Ciénaga, Pozo Bravo, Salvatierra, Jaime y Las Pailas se localizan en espacios favorables para la agricultura, y con un acceso a la explotación de distintos ambientes ecológicos en diferentes cotas. Según la interpretación de Tarragó (1996) el patrón de asentamiento y localización sugiere un crecimiento poblacional desigual, con algunas aldeas más pobladas que otras.

Las primeras evidencias de sociedades agroalfareras en la Quebrada de Humahuaca se identificaron en Antupa (Hernández Llosas *et al.* 1985), El Alfarcito (Madrado 1969, Zaburlín *et al.* 1994) y Estancia Grande (Palma y Olivera 1993). Estas consisten en recintos aislados o en pequeños grupos generalmente de planta circular y directamente asociados o distribuidos en los campos de cultivo (Olivera y Palma 1996). En el sitio Pukara de Volcán -sector meridional y transicional de prepuna- existen evidencias de ocupaciones agropastoriles tempranas con alfarería de tradición San Francisco (Dougherty 1977) con una cronología de 1.940 BP (Cremonte y Fumagalli 1996, 2001). A partir de esta evidencia se planteó la

expansión de sociedades desde Tierras Bajas hacia sectores de mayor altitud y la interacción entre sociedades de distintos ambientes (Cremonte y Fumagalli 2001, Fumagalli 2003).

Sobre la base de la información arqueológica disponible, resulta claro que el establecimiento y la evolución de las estrategias de producción de alimentos en las Tierras Altas de la Puna y en la franja circumpuneña no fue un proceso homogéneo. En el Norte de Chile, en San Pedro de Atacama, luego del establecimiento del pastoralismo -el caso Tulán 54- (Núñez 1994), hay cambios en los sistemas de instalación relacionados con la adopción de la agricultura (Llagostera y Costa 1999). En Argentina la evidencia indica que en ciertas regiones, como Susques, la transición habría sido de la *caza-pastoreo* al *pastoreo-caza* sin agricultura local ni un patrón de instalación de tipo aldeano, hasta momentos tardíos (Yacobaccio *et al.* 1998). Sin embargo, en la misma región, las excavaciones de los sitios de Cochinoca, sugieren una base económica en donde la agricultura de baja escala -horticultura- fue importante desde ca. 2000 BP (Fernández Distel 1998) con instalaciones permanentes y agrupadas. Este también es el caso de la Quebrada de Matancillas, en la Puna de Salta (Muscio 2000). Por otra parte en la Puna sur de Antofagasta de la Sierra la transición habría sido de *caza-pastoreo*, con agricultura temprana desde los comienzos de las ocupaciones (Olivera y Elkin 1994, Yacobaccio *et al.* 1998). Sin embargo, las ocupaciones de Casa Chávez evidencian al pastoralismo como la principal estrategia, mientras que en la Quebrada de Tebenquiche se sostiene el rol más destacado de la agricultura (Krapovickas 1955, Haber 2001b).

El estudio en la Puna de Argentina de las interrelaciones entre las variables ambientales y la *organización* de las economías prehistóricas agrícolas y pastoriles, es una vía de análisis en desarrollo. En relación con la agricultura son pioneros los trabajos de Otonello y Krapovickas (1973), Raffino (1975), Otonello y Ruthsaz (1986) y Albeck (1994). Respecto del pastoralismo existe más información dada la mayor atención que ha recibido esta problemática tanto desde lo arqueológico como lo actualístico (ver Olivera 1998, 1991, Olivera y Elkin 1994, Haber 1990, 1991, 1992, Yacobaccio *et al.* 1988, Yacobaccio y Madero 1992, Yacobaccio *et al.* 1998a; Yacobaccio *et al.* 1998b; Escola 1996; Caracotche 1995; Göbel 1994, 2000, entre otros).

Los primeros trabajos en la Quebrada del Toro evidencian una logística orientada tanto al pastoreo y el cultivo como a la caza y la recolección, explotando una alta diversidad de ambientes. Esto también se da en la mayoría de los sitios tempranos de la Puna y de quebradas altas (Olivera 1998) y en las aldeas del Alto Valle Calchaquí (Tarragó 1980b, 1988, 1996, 1999). Según Olivera (1991, 1998) la logística de los pastores y agricultores tempranos de la Puna de Antofagasta se habría organizado para la explotación de diferentes ecozonas con una oferta diferencial de recursos en el ciclo anual, y estructurada a partir de la variación en la oferta de pasturas para los camélidos domésticos. Sobre esta base se planteó para las ocupaciones del Temprano de Antofagasta de la Sierra, Puna meridional de Catamarca, un modelo de *Sedentarismo Dinámico*, donde la movilidad estacional y logística esta orientada a explotar diferentes ecozonas de la región (Olivera 1998).

Con respecto a la demografía Raffino (1988) ha planteado que durante la primera etapa del poblamiento agrialfarero redundo en un aumento poblacional, evidenciado por el aumento en el número y en la densidad de ocupación de los sitios. Por otra parte los trabajos en el alto Valle Calchaquí permitieron plantear que por la distribución espacial concentrada y la densidad de viviendas de las aldeas, se habría desarrollado un proceso de crecimiento desigual de poblaciones, donde algunas aldeas se habrían hecho más densas que otras. El resultado de este proceso habría sido la emergencia de nuevos poblados debido a la fisión y segregación. De este modo, en los primeros siglos AD habría funcionado un sistema de aldeas vinculadas entre sí por lazos económicos y sociales en el sector norte del Valle Calchaquí, formados por grupos agrícolas pequeños (Tarragó 1996).

Las sociedades agropastoriles tempranas del NOA participaron en redes de interacción social e intercambio de escala espacial muy amplia, que incluyó los valles y quebradas, la Puna argentina y boliviana, las Selvas occidentales, y los valles transversales y la costa del Océano Pacífico del norte de Chile (Albeck 2001). Para el estudio de estas interacciones se ha postulado un modelo basado en el intercambio caravanero, que conectó distintas aldeas de la vertiente oriental y occidental de los Andes (Núñez y Dilehay 1977). Se ha propuesto que el intercambio de alucinógenos fue uno de los factores integradores más destacables, aparte de otros bienes y recursos (Gollán y Albeck 1995). En el marco de estas interacciones se ha señalado a la Puna como un espacio particularmente apropiado para el flujo de estos bienes entre los distintos sectores circumpuneños (Tarragó 1988), mediante diferentes medios que no necesariamente implicaron siempre el caravaneo (Haber 2001a).

Las evidencias de redes de interacción durante este período agroalfarero inicial entre el norte de Chile y el NOA son varias. En el Alto Valle Calchaquí, las pipas de San Pedro de Atacama sugieren intercambio (Tarragó 1996). Por otra parte ha sido hallado en el sitio Turi 2, cuenca del Loa superior, Chile, cerámica Vaquerías-Cerro Colorado con procedencia del NOA, junto con cerámica Condorhuasi, Candelaria y San Francisco (Castro *et al.* 1994). Para la Quebrada de Humahuaca la evidencia de interacciones socioeconómicas incluye piezas San Pedro Negro Pulido en Calahoyo (Fernández 1978) y en Casabindo (Albeck 1994), piezas Negro-Rojo características de Til-22 en tumbas de San Pedro de Atacama (Tarragó 1989) y moluscos de la selva en Til-22 (Rivolta y Albeck 1991).

Las interacciones entre poblaciones de distintas áreas son también evidentes en las redes de obtención y distribución de obsidiana. La información disponible indica que estas interacciones que pueden remontarse al Holoceno Temprano- incluyeron la circulación de estos recursos líticos desde los valles templados hasta la alta Puna, detectándose la explotación de seis fuentes localizadas en las Tierras Altas, que sirvieron para el abastecimiento en distintas áreas de la puna y la circumpuna (Scattolin y Lazzari 1998, Yacobaccio *et al.* 1999, 2001).

Por otra parte la distribución de los diversos estilos cerámicos tempranos en las distintas subáreas del NOA también se interpretan en relación a la interacción social entre poblaciones de ámbitos geográficos distantes, que incluyen a la Puna (Tarragó 1984, 1988, Olivera 2001). La cerámica de la tradición San Francisco, los tipos corrugados, gris pulido, incisos, toscos, y modelados con aplicaciones (Dougherty 1977) se han relacionado a la fase Tilocalar del Norte de Chile (Núñez 1994). La cerámica de Tebenquiche presenta afinidades estilísticas con la cerámica del norte de Chile, de los valles del NOA y con Candelaria en las tierras bajas (Krapovickas 1955). El sitio ha sido postulado como un punto importante en las vías de interacción que conectaron los oasis de Atacama -Chile- con Laguna Blanca y Hualfin (Tarragó 1984). La cerámica de Laguna Blanca también presenta elementos de los valles del NOA, alfarerías Ciénaga y Condorhuasi, y tipos negro pulido relacionados a Candelaria y al área atacameña (González 1960, Albeck y Scattolin 1984). En Las Cuevas, la cerámica es monocroma gris o roja pulida o con improntas de cestería en las capas más antiguas. Por encima de este nivel, la cerámica se diversifica, presentando tipos grises finos, bruñidos, pintados tricolor -Las Cuevas Tricolor o Vaquerías-, relacionadas a la cerámica Condorhuasi- y tipos incisos relacionados con la cerámica de las yungas del NOA, (Cigliano *et al.* 1976, Raffino 1977). Casa Chávez también presenta cerámica monocroma gris-negra y Roja a veces pulida en su componente inferior. Esta ocupación sugiere, para este primer componente una mayor influencia del Norte de Chile. Posteriormente en el componente superior aparecen en los conjuntos tipos relacionados con los valles del Noroeste de Argentina, lo cual marca influencias desde esa dirección para este segundo componente (Olivera 1991, 1998, 2001). Por otra parte, en Campo Colorado, Norte del Valle Calchaquí, la cerámica es monocroma gris, parda o negra, con un tipo presentando decoración con técnicas de pulido en líneas y afinidades con la cerámica puneña de Tebenquiche (Tarragó 1980b, 1996). En el resto de los sitios del alto Valle Calchaquí se recuperaron fragmentos Vaquerías y bordes de cuenco Negro-Grabado San Francisco, piezas Negro Pulido San Pedro de Atacama, y diseños Candelaria (Tarragó 1996).

Finalmente, con respecto a la organización social de las primeras poblaciones puneñas con producción de alimentos, se plantea una estructura no jerarquizada y articulada a partir de sistemas de parentesco. La evidencia del arte rupestre sugiere la existencia de culto a los ancestros en un ideología doméstica y cuyos referentes fueron principalmente microregionales (*sensu* Aschero 1999). En la Puna, no se han registrado fenómenos cúlticos, como los defendidos por Tartusi y Regueiro (1993,2001) para el área valliserrana y relacionados con especialistas en estas actividades rituales. Sin embargo sí se ha planteado la posible existencia de especializaciones económicas, particularmente en relación con la metalurgia y el pastoralismo. Sobre esta base se ha sugerido el desarrollo de complejidad social en los momentos tempranos del poblamiento surandino, por sociedades con producción de alimentos (Núñez 1994).

En el NOA el desarrollo sociopolítico de las primeras sociedades agropastoriles no fue un proceso espacialmente homogéneo, debido a que el sector septentrional no habría participado del posterior proceso de integración *Aguada*, de lo que sí existe evidencia en el sector central y meridional (Tarragó 1977, Gollán y Bonnin 1995). La base empírica que sirve para este planteo es principalmente la distribución de estilos cerámicos (Tarragó y Scattolin 1999). Tarragó (1996) postula que una de las razones para esto fenómeno debió haber sido la presencia de enclaves atacameños, tanto en los bordes de la Puna salteña como en la jujeña, que impidieron la expansión al norte de *Aguada*.

Todas estas evidencias de interacciones y recurrencias de rasgos culturales, y emergencia de diferenciación social son de crucial importancia para el estudio de los modos de dispersión poblacional, y de la evolución y persistencia de poblaciones humanas y artefactos. Precisamente este registro material proporciona una línea de evidencias adecuada para discutir transmisión cultural y evolución neutral –no adaptativa- (Shennan 2.000). En este marco, es factible el estudio evolutivo de la dinámica poblacional en la Puna, atendiendo tanto a los factores ecológicos que se traducen en diferentes presiones de selección natural y adaptación como a la historia filogenética de la variación. Estos aspectos se abordan en esta tesis mediante unidades analíticas derivadas de la investigación evolutiva. El capítulo siguiente trata la cuestión de la construcción de estas unidades.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN DE LAS PRIMERAS SOCIEDADES CON PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN LA PUNA ARGENTINA

Introducción

Con referencia a los objetivos de esta tesis, los antecedentes de investigación remiten al estado actual de la discusión, en arqueología, de la diversidad de los fenómenos de poblamiento agropastoril temprano en las tierras altas del Noroeste de Argentina. Los mismos se encuadran en los procesos de evolución y diversificación de las economías de producción de alimentos en el área Surandina (Olivera 2001). Aquí ofrecemos una breve reseña histórica de los primeros trabajos de investigación llevados a cabo en la Puna de Argentina, los cuales desde sus comienzos plantearon debates acerca del origen y la antigüedad de las primeras poblaciones agroalfareras prehispánicas y que por lo tanto se vinculan con nuestra investigación. Esta síntesis se lleva a cabo distinguiendo los principales períodos en los cuales se realizaron distintos aportes en la arqueología de esta región, a la par que se producían cambios en los marcos teóricos de la arqueología en Argentina y en el resto del mundo, y que marcaron las agendas y los interrogantes de investigación. Estos períodos son 1890-1950; 1950-1980, y 1980 hasta la actualidad. Luego se reseña el estado actual del conocimiento de las primeras poblaciones humanas con sistemas de subsistencia basados en la producción de alimentos en la Puna Argentina y Tierras altas del NOA.

1- Reseña Histórica de las Primeras Investigaciones Arqueológicas en La Puna

1890 – 1950

Este período de las investigaciones en la Puna de Argentina se caracterizó, en su etapa inicial, por el trabajo de naturalistas y viajeros, cuyos intereses respondieron básicamente a la búsqueda y descripción de hallazgos, en el ámbito de la creación de las instituciones culturales de Argentina, como estado emergente. Esto se expresó en los viajes y las expediciones orientadas al acopio de colecciones de antigüedades e información geográfica del territorio nacional. Es el caso de las expediciones de M. Uhle, G. Guerling, E.A. Holmberg y J.B. Ambrosetti. En este marco las investigaciones carecieron de rigor científico, y los debates se centraron en los orígenes y la antigüedad de la ocupación Prehispánica de la Puna. Posteriormente esto se complementó con algunos elementos de la Escuela Americanista Histórico Cultural, la cual estaba emergiendo en los Estados Unidos.

En este período tuvo lugar la expedición sueca, en la que participó E. Nordenskjöld, E. Boman y E. von Rosen; y la expedición francesa, en la cual el relevamiento del sector altiplánico argentino estuvo cargo E. Boman. Estos tempranos trabajos, especialmente la síntesis de Boman (1908), expusieron una serie de sitios con estructuras arquitectónicas y diversos conjuntos de evidencias artefactual, incluyendo cerámica y restos bioarqueológicos, indicativos de su poblamiento prehispánico por culturas alfareras. Desde los comienzos de estas investigaciones, las interpretaciones adujeron una temporalidad tardía para estas sociedades y debatieron la asignación cultural Calchaquí, según la interpretación de Ambrosetti (1901) o Atacameña, vinculadas con el norte de Chile según Boman (1908). Estos enfoques resaltaron el carácter desértico y despoblado de la región. Ambrosetti (1901) caracterizó su poblamiento a partir de una cultura del desierto comparable a los indios Pueblo de

suroeste de los Estados Unidos. Estos trabajos propiciaron una imagen homogénea de la Puna, que la caracterizó como un espacio marginal para el poblamiento humano agropastoril. Sobre estas líneas de debate, centradas en las adscripciones étnicas, siguieron los posteriores trabajos de Serrano (1935) Vignati (1936) y Latcham (1938); y las excavaciones de Casanova (1939, 1946) y Márquez Miranda (1937, 1942). Palavecino (1948) consideró que el núcleo de la cultura altoandina de la Puna argentina se hallaba en la vertiente andina chilena, por lo cual las culturas de la vertiente puneña de Argentina serían marginales de esta región. Bennet *et al.* (1948), sobre la base de los conocimientos acerca de la cerámica del norte de Chile y sus vinculaciones con Tiahuanaco, consideraron que al carecer de esta cerámica el "Complejo de la Puna" era tardío.

1950 –1980

El marco conceptual de homogeneidad cultural, poblamiento tardío y sector marginal para el establecimiento de sociedades agroalfareras, debido al ambiente de desierto, fue desafiado por los trabajos de Krapovickas (1955). Este autor advirtió acerca de la heterogeneidad del paisaje puneño y del potencial agrícola de los sistemas de cuencas y de los oasis de altura en las quebradas protegidas, como lo demostraba el sitio Tebenquiche en la Puna de la provincia de Catamarca (Krapovickas 1968). El período de investigaciones comprendido entre 1950-1980 fue clave en el reconocimiento de la posibilidad de una historia de poblamiento humano puneño de largo alcance temporal, a partir del planteo de ocupaciones "precerámicas", esgrimido sobre evidencias de conjuntos líticos de superficie acerámicos (Menghin 1953, Cigliano 1962, 1965). Efectivamente, bajo esta perspectiva de historia de poblamiento de largo alcance se formuló el trabajo de síntesis para la arqueología de Salta, que incluyó la región de la Puna (Serrano 1963).

Sobre la base de una historia evolutiva de largo alcance para el poblamiento de la Puna y de la excavación con control radiocarbónico, Rex González (1963) llamó a una agenda científica de investigación para el estudio de la transición hacia las economías de producción de alimentos, de la variabilidad local, y del establecimiento de filogenia cultura a partir de las secuencias conocidas en otras subáreas del noroeste argentino, del norte de Chile y del altiplano boliviano. Esto fue el resultado de su propio trabajo de periodización basado en las secuencias arqueológicas de otras áreas del Noroeste de Argentina tales como la de los valles de Tafí -Tucumán-, Hualfin y Abaucán -Catamarca- entre otros trabajos. El marco teórico adoptado fue la Escuela Americanista Histórico Cultural, que estaba en pleno auge en los Estados Unidos, y que con variantes de enfoques, dominó la agenda de investigación del Noroeste de Argentina hasta 1980. Sobre esta base se orientaron las investigaciones en la Puna norte y sur y en los espacios circundantes de la Quebrada del Toro (Cigliano *et al.* 1972, 1976) y el sector norte del Valle Calchaquí (Tarragó 1980). La investigación en la Puna se enriqueció mediante los trabajos con control cronoestratigráfico en cuevas y aleros de altura del sector de la Quebrada de Humahuaca (Aguerre *et al.* 1973, 1975, Fernández Distel 1974) Estos trabajos aportaron evidencias de ocupaciones de cazadores recolectores del Holoceno Temprano y Medio, lo cual inauguró en la Puna de Argentina el estudio del cambio hacia la producción de alimentos mediante registros cronoestratigráficos. Esto se hizo en el marco de la transición Arcaico-Formativo Al mismo tiempo se llevó a cabo un refinamiento del marco cronológico sobre el cual se asentaba la investigación, y una mayor preocupación por la teoría, incorporando elementos del materialismo histórico marxista para la revisión de los conceptos teóricos básicos (Tarragó 1968, 1977, Núñez Regueiro 1973, Núñez Regueiro y Tarragó).

El panorama general que emergió durante este período de investigaciones en la Puna argentina, y más generalmente en el NOA, fue uno en el cual los desarrollos socioculturales locales eran manifestaciones marginales de los procesos de cambio ocurridos de los Andes Centrales (Gonzalez 1977, 1979). Sobre esta base, se plantearon modelos difusionistas para explicar el

surgimiento de las primeras sociedades aldeanas, principalmente desde el Altiplano boliviano (Ponce 1970, Núñez 1972). Los patrones monticulares de las primeras aldeas de la Puna y la Prepuna fueron los principales elementos considerados en esta propuesta, ya que se los consideraron comparables con los de Wankarani (Cigliano *et al.* 1972, 1976, entre otros). Esta propuesta se enmarcó en el estudio del Formativo Surandino. A partir de la distribución de los estilos cerámicos se propusieron conexiones entre las sociedades de la Puna de Argentina, con sociedades de las yungas y del Norte de Chile, desde el comienzo de Formativo Puneño. De tal manera tomó sustento la concepción de la Puna Argentina, como un lugar de tránsito de ideas, recursos y poblaciones, que desde mucho antes del Formativo había funcionado como un espacio que unía a las diversas poblaciones del área "circumpuneña" (Tarragó 1980).

1980 – Hasta la Actualidad

La investigación arqueológica en las Tierras Altas del Noroeste de Argentina, desde finales de la década de 1970, se expandió con la adopción de la perspectiva teórica de la Nueva Arqueología, desarrollada en los Estados Unidos e Inglaterra (ver Raffino 1988). Esto se materializó incorporando el estudio de la adaptación ecológica a los ambientes puneños, a partir de la Teoría de Sistemas y de la Ecología Cultural, (Yacobaccio 1983-1985, 1984) y desarrollando nuevos campos de investigación, tales como la etnoarqueología (Haber 1990, 1991, 1992, García 1993, Yacobaccio *et al.* 1998 y referencias), el estudio de los procesos de formación del registro arqueológico (Yacobaccio y Madero 1988, 2001, Olivera y Nasti 1988, Elkin y Mondini 2001, Mondini 2001 entre otros) y fundamentalmente una mayor preocupación por la calidad de los procedimientos de construcción de datos y explicaciones. En el Noroeste de Argentina la Puna fue el sector en el cual esta agenda de investigación, también denominada "procesual", se operativizó con mayor intensidad, siendo el paradigma dominante en la actualidad. Desde el marco procesual la investigación afianzó la perspectiva de historia larga del poblamiento de la Puna, a partir de la secuencia de ocupaciones holocénicas de Antofagasta de la Sierra (Aschero y Podestá 1986) y del estudio de su poblamiento por cazadores recolectores, durante la interfase Pleistoceno Holoceno, integradamente con las secuencias del Norte de Chile y la Quebrada de Humahuaca (Yacobaccio 1991).

La nueva perspectiva teórica se orientó principalmente al estudio de la variabilidad del registro arqueológico para generar marcos explicativos basados explícitamente en el método hipotético deductivo. En esta tarea se dio prioridad al estudio del proceso de domesticación de los camélidos y emergencia del pastoralismo, y a la caracterización de los patrones de asentamiento y uso de recursos de las sociedades con economías agrícolas y pastoriles, focalizando el estudio de la adaptación ecológica (Olivera 1988, Olivera y Elkin 1994, García y Carrión 1992, García 1999)

En consecuencia la investigación en la Puna y Prepuna a partir de finales de la década de 1970, mediante nuevas estrategias de muestreo y planteo de problemas, derivados de la perspectiva procesual, generó una gran cantidad de nuevas evidencias, con respecto al establecimiento y desarrollo de las primeras sociedades sedentarias con estrategias productivas, y al uso de nuevas tecnologías como la cerámica. Durante este período se estudiaron los patrones de instalación de las Cuevas (Raffino 1988), Casa Chavez Montículos y Tebenquiche. En el sector Norte de la Puna se determinaron nuevas cronologías para conjuntos cerámicos, ubicando estas evidencias en el 3.000 BP (Fernández 1988, García 1988-1989, 1997), y se dieron a conocer nuevos sitios como resultado del trabajo de prospección de regiones no conocidas desde lo arqueológico. Es el caso de Susques (Yacobaccio *et al.* 1993), Castro Tolar Fernández Distel (1998) y San Antonio de Los Cobres (Acuto *et al.* 1993 Muscio *et al.* 1993, 1999 Muscio 1996, 2000a, Nasti *et al.* 1993).

Así, particularmente desde mediados de 1980 hasta la actualidad, se estudiaron los aspectos adaptativos de las tecnologías, los patrones de uso de los recursos y las interacciones sociales (Pintar 1995, Escola 1990,1991,1996,1999, Escola *et al.* 1997), y se remarcó la importancia de los estudios paleoambientales para enmarcar la dinámica sociocultural surandina (Pintar 1995, Yacobaccio 1997, Yacobaccio *et al.* 2001 entre otros). En síntesis la agenda de investigación procesual en la Puna, abandonó los análisis de filogenia cultural y favoreció la construcción de modelos sistémicos para explicar la variación en términos funcionales y adaptativos.

El panorama que comenzó a tomar forma a partir de estos trabajos, fue uno en el cual los procesos de cambio en las Tierras Altas Surandinas no fueron simplemente desarrollos marginales de los procesos de los Andes Centrales, sino fenómenos resultantes también de la dinámica sociocultural local. El modelo de difusión altiplánica del pastoralismo y del poblamiento aldeano fue cuestionado por las evidencias de la aldea Tulán -TU-54. Estas sugieren el desarrollo surandino del proceso de domesticación de camélidos, el surgimiento de asentamientos complejos y permanentes, y el inicio de una complejización social temprana. En estos procesos también habría participado la vertiente argentina de los Andes (Aldenderfer 1994, 1998, 2001 Núñez 1994, Yacobaccio *et al.* 1998).

Posteriormente se planteó a la domesticación de los camélidos sudamericanos y a la emergencia del pastoralismo como un proceso de largo plazo, que comenzó en sociedades de cazadores recolectores complejos (Yacobaccio 2000). En esta perspectiva la Puna de Argentina fue uno de los escenarios de escala local de un proceso surandino. Es muy importante remarcar el cambio, durante esta etapa, hacia el planteo del estudio *local* de los procesos de domesticación de camélidos silvestres y desarrollo de complejidad social, debido a que significó un desafío a la perspectiva difusionista.

Considerando el desarrollo del pastoralismo en una historia larga de cambio cultural, se planteó que la adopción de la agricultura fue un proceso posterior, y se orientó la investigación a la construcción de modelos para el estudio de los aspectos ecológicos relacionados con la instalación de las primeras aldeas agropastoriles en ambientes particulares (Olivera 1988, 1992). Paralelamente se robustecieron los estudios acerca de los aspectos estilísticos y funcionales del arte rupestre, relacionados con los cambios socioeconómicos (Aschero *et al.*1991, Aschero y Korstanje 1995, Aschero 1996, 2000, Olivera y Podestá 1995), y los estudios de interacción social e intercambio a partir de los análisis de procedencia de obsidias (Scattolin y Lazzari 1998, Yacobaccio *et al.* 2001, 2002). Estos trabajos reforzaron la noción de la Puna como un espacio geográfico de gran interacción entre sociedades, tanto de la vertiente occidental como oriental de los Andes, desde los comienzos de la transición hacia la producción de alimentos.

Actualmente, la investigación en la Puna de Argentina, está atravesando un proceso de enriquecimiento teórico, a partir de la aplicación de nuevas perspectivas, tales como el Evolucionismo Darwiniano (Muscio 1996, 2001b, Muscio 2002 y la Teoría Social (Lazzari 1999a y b, Haber 2001a y b, Delfino 2001), y también a partir del replanteo de las unidades de análisis y periodificación (Hernández Llosas 2000, 2001,2002, Muscio 2001a). Al mismo tiempo distintos equipos de trabajo amplían el rango de evidencias incorporando nuevas regiones de estudio y robusteciendo los marcos cronológicos. Es importante destacar que tanto la perspectiva Evolucionista como la Teoría Social, son superadoras de la dicotomía procesualismo-posprocesualismo, a partir de una gama de intereses teóricos compartidos, basados en la dinámica sociocultural abordable desde la cultura material (Shennan 1988, Muscio 2002).

2- Síntesis del conocimiento de las Primeras Sociedades Productoras de Alimentos en la Puna Argentina y Tierras Altas del NOA

La transición económica a la producción de alimentos en las Tierras Altas del Noroeste de Argentina fue parte de los procesos transicionales que ocurrieron en la escala continental (Pearsall 1992, Smith 2001). La domesticación de los camélidos y de vegetales de tierras altas -papa y quínoa- ocurrió en los ambientes altoandinos, donde probablemente ambos fueron temporalmente sincrónicos. En cambio, el uso de especies vegetales originarios de tierras más templadas y bajas, i.e. maíz, calabazas y variedades de porotos, es explicado por dispersión (Lagiglia 2001). En este marco se plantea la posibilidad de múltiples centros de domesticación de especies vegetales, distribuidos en el mosaico ambiental sudamericano (Pearsall 1992).

El conocimiento actual de la arqueología de la Puna argentina indica que las tempranas sociedades agropastoriles surandinas establecieron estrategias de uso del espacio sedentarias y una variabilidad local amplia de conductas de manejo de camélidos y cultígenos (Mengoni 1998, Tarragó 1980a, Castro y Tarragó 1994). En Argentina las evidencias arqueológicas de la transición económica de la caza y la recolección a la producción de alimentos provienen mayormente de la Puna y de los sectores de prepuna de la franja circumpuneña.

En las Tierras Altas del Noroeste de Argentina, el registro arqueológico de sociedades pastoriles, con uso de nuevas tecnologías como la cerámica se remonta a los 3.000 BP (García 1998, Lavalée y García 1992), aunque la evidencia de uso de vegetales cultivados es anterior y en contextos de caza recolección (Lagiglia 2001). Recién hacia los 2.500 BP la evidencia muestra ocupaciones permanentes de tipo aldeano, con sistemas económicos basados en la agricultura, el pastoreo de camélidos, la caza y recolección, cambios en la organización económica y social, y el uso más diversificado de tecnologías cerámicas y metalúrgicas (Cigliano *et al.* 1976, Tarragó 1996, Olivera 1998, 2001).

En la Prepuna, la Quebrada de Las Cuevas subsidiaria de la Quebrada del Toro en Salta, proporciona la evidencia más temprana – ca 2.500 BP- del desarrollo de poblados sedentarios, con una economía agrícola-ganadera y una alta proporción de presas de caza en un ambiente prepuneño (Raffino 1977, Raffino *et al.* 1977). En la Puna sur, los sitios Tebenquiche, Laguna Blanca y Casa Chávez evidencian el desarrollo de asentamientos aldeanos tempranos (Krapovickas 1955, Olivera 1991, Haber 1999). En Casa Chávez hay registro de ocupaciones desde los 2.120 a los 1.530 BP, que muestran una predominancia de la ganadería, prácticas agrícolas y estrategias de caza de camélidos silvestres.

En el sector superior del Valle Calchaquí, Salta, los asentamientos Tempranos son de base monticular y compuestos por la agrupación de varias viviendas circulares. Aquí Aldeas como Campo Colorado, Huasa Ciénaga, Pozo Bravo, Salvatierra, Jaime y Las Pailas se localizan en espacios favorables para la agricultura, y con un acceso a la explotación de distintos ambientes ecológicos en diferentes cotas. Según la interpretación de Tarragó (1996) el patrón de asentamiento y localización sugiere un crecimiento poblacional desigual, con algunas aldeas más pobladas que otras.

Las primeras evidencias de sociedades agroalfareras en la Quebrada de Humahuaca se identificaron en Antupa (Hernández Llosas *et al.* 1985), El Alfarcito (Madrado 1969, Zaburlín *et al.* 1994) y Estancia Grande (Palma y Olivera 1993). Estas consisten en recintos aislados o en pequeños grupos generalmente de planta circular y directamente asociados o distribuidos en los campos de cultivo (Olivera y Palma 1996). En el sitio Pukara de Volcán -sector meridional y transicional de prepuna- existen evidencias de ocupaciones agropastoriles tempranas con alfarería de tradición San Francisco (Dougherty 1977) con una cronología de 1.940 BP (Cremonte y Fumagalli 1996, 2001). A partir de esta evidencia se planteó la

expansión de sociedades desde Tierras Bajas hacia sectores de mayor altitud y la interacción entre sociedades de distintos ambientes (Cremonte y Fumagalli 2001, Fumagalli 2003).

Sobre la base de la información arqueológica disponible, resulta claro que el establecimiento y la evolución de las estrategias de producción de alimentos en las Tierras Altas de la Puna y en la franja circumpuneña no fue un proceso homogéneo. En el Norte de Chile, en San Pedro de Atacama, luego del establecimiento del pastoralismo -el caso Tulán 54- (Núñez 1994), hay cambios en los sistemas de instalación relacionados con la adopción de la agricultura (Llagostera y Costa 1999). En Argentina la evidencia indica que en ciertas regiones, como Susques, la transición habría sido de la *caza-pastoreo* al *pastoreo-caza* sin agricultura local ni un patrón de instalación de tipo aldeano, hasta momentos tardíos (Yacobaccio *et al.* 1998). Sin embargo, en la misma región, las excavaciones de los sitios de Cochinoca, sugieren una base económica en donde la agricultura de baja escala -horticultura- fue importante desde ca. 2000 BP (Fernández Distel 1998) con instalaciones permanentes y agrupadas. Este también es el caso de la Quebrada de Matancillas, en la Puna de Salta (Muscio 2000). Por otra parte en la Puna sur de Antofagasta de la Sierra la transición habría sido de *caza-pastoreo*, con agricultura temprana desde los comienzos de las ocupaciones (Olivera y Elkin 1994, Yacobaccio *et al.* 1998). Sin embargo, las ocupaciones de Casa Chávez evidencian al pastoralismo como la principal estrategia, mientras que en la Quebrada de Tebenquiche se sostiene el rol más destacado de la agricultura (Krapovickas 1955, Haber 2001b).

El estudio en la Puna de Argentina de las interrelaciones entre las variables ambientales y la *organización* de las economías prehistóricas agrícolas y pastoriles, es una vía de análisis en desarrollo. En relación con la agricultura son pioneros los trabajos de Otonello y Krapovickas (1973), Raffino (1975), Otonello y Ruthsaz (1986) y Albeck (1994). Respecto del pastoralismo existe más información dada la mayor atención que ha recibido esta problemática tanto desde lo arqueológico como lo actualístico (ver Olivera 1998, 1991, Olivera y Elkin 1994, Haber 1990, 1991, 1992, Yacobaccio *et al.* 1988, Yacobaccio y Madero 1992, Yacobaccio *et al.* 1998a; Yacobaccio *et al.* 1998b; Escola 1996; Caracotche 1995; Göbel 1994, 2000, entre otros).

Los primeros trabajos en la Quebrada del Toro evidencian una logística orientada tanto al pastoreo y el cultivo como a la caza y la recolección, explotando una alta diversidad de ambientes. Esto también se da en la mayoría de los sitios tempranos de la Puna y de quebradas altas (Olivera 1998) y en las aldeas del Alto Valle Calchaquí (Tarragó 1980b, 1988, 1996, 1999). Según Olivera (1991, 1998) la logística de los pastores y agricultores tempranos de la Puna de Antofagasta se habría organizado para la explotación de diferentes ecozonas con una oferta diferencial de recursos en el ciclo anual, y estructurada a partir de la variación en la oferta de pasturas para los camélidos domésticos. Sobre esta base se planteó para las ocupaciones del Temprano de Antofagasta de la Sierra, Puna meridional de Catamarca, un modelo de *Sedentarismo Dinámico*, donde la movilidad estacional y logística esta orientada a explotar diferentes ecozonas de la región (Olivera 1998).

Con respecto a la demografía Raffino (1988) ha planteado que durante la primera etapa del poblamiento agrialfarero redundo en un aumento poblacional, evidenciado por el aumento en el número y en la densidad de ocupación de los sitios. Por otra parte los trabajos en el alto Valle Calchaquí permitieron plantear que por la distribución espacial concentrada y la densidad de viviendas de las aldeas, se habría desarrollado un proceso de crecimiento desigual de poblaciones, donde algunas aldeas se habrían hecho más densas que otras. El resultado de este proceso habría sido la emergencia de nuevos poblados debido a la fisión y segregación. De este modo, en los primeros siglos AD habría funcionado un sistema de aldeas vinculadas entre sí por lazos económicos y sociales en el sector norte del Valle Calchaquí, formados por grupos agrícolas pequeños (Tarragó 1996).

Las sociedades agropastoriles tempranas del NOA participaron en redes de interacción social e intercambio de escala espacial muy amplia, que incluyó los valles y quebradas, la Puna argentina y boliviana, las Selvas occidentales, y los valles transversales y la costa del Océano Pacífico del norte de Chile (Albeck 2001). Para el estudio de estas interacciones se ha postulado un modelo basado en el intercambio caravanero, que conectó distintas aldeas de la vertiente oriental y occidental de los Andes (Núñez y Dilehay 1977). Se ha propuesto que el intercambio de alucinógenos fue uno de los factores integradores más destacables, aparte de otros bienes y recursos (Gollán y Albeck 1995). En el marco de estas interacciones se ha señalado a la Puna como un espacio particularmente apropiado para el flujo de estos bienes entre los distintos sectores circumpuneños (Tarragó 1988), mediante diferentes medios que no necesariamente implicaron siempre el caravaneo (Haber 2001a).

Las evidencias de redes de interacción durante este período agroalfarero inicial entre el norte de Chile y el NOA son varias. En el Alto Valle Calchaquí, las pipas de San Pedro de Atacama sugieren intercambio (Tarragó 1996). Por otra parte ha sido hallado en el sitio Turi 2, cuenca del Loa superior, Chile, cerámica Vaquerías-Cerro Colorado con procedencia del NOA, junto con cerámica Condorhuasi, Candelaria y San Francisco (Castro *et al.* 1994). Para la Quebrada de Humahuaca la evidencia de interacciones socioeconómicas incluye piezas San Pedro Negro Pulido en Calahoyo (Fernández 1978) y en Casabindo (Albeck 1994), piezas Negro-Rojo características de Til-22 en tumbas de San Pedro de Atacama (Tarragó 1989) y moluscos de la selva en Til-22 (Rivolta y Albeck 1991).

Las interacciones entre poblaciones de distintas áreas son también evidentes en las redes de obtención y distribución de obsidiana. La información disponible indica que estas interacciones que pueden remontarse al Holoceno Temprano- incluyeron la circulación de estos recursos líticos desde los valles templados hasta la alta Puna, detectándose la explotación de seis fuentes localizadas en las Tierras Altas, que sirvieron para el abastecimiento en distintas áreas de la puna y la circumpuna (Scattolin y Lazzari 1998, Yacobaccio *et al.* 1999, 2001).

Por otra parte la distribución de los diversos estilos cerámicos tempranos en las distintas subáreas del NOA también se interpretan en relación a la interacción social entre poblaciones de ámbitos geográficos distantes, que incluyen a la Puna (Tarragó 1984, 1988, Olivera 2001). La cerámica de la tradición San Francisco, los tipos corrugados, gris pulido, incisos, toscos, y modelados con aplicaciones (Dougherty 1977) se han relacionado a la fase Tilocalar del Norte de Chile (Núñez 1994). La cerámica de Tebenquiche presenta afinidades estilísticas con la cerámica del norte de Chile, de los valles del NOA y con Candelaria en las tierras bajas (Krapovickas 1955). El sitio ha sido postulado como un punto importante en las vías de interacción que conectaron los oasis de Atacama -Chile- con Laguna Blanca y Hualfín (Tarragó 1984). La cerámica de Laguna Blanca también presenta elementos de los valles del NOA, alfarerías Ciénaga y Condorhuasi, y tipos negro pulido relacionados a Candelaria y al área atacameña (González 1960, Albeck y Scattolin 1984). En Las Cuevas, la cerámica es monocroma gris o roja pulida o con improntas de cestería en las capas más antiguas. Por encima de este nivel, la cerámica se diversifica, presentando tipos grises finos, bruñidos, pintados tricolor -Las Cuevas Tricolor o Vaquerías-, relacionadas a la cerámica Condorhuasi- y tipos incisos relacionados con la cerámica de las yungas del NOA, (Cigliano *et al.* 1976, Raffino 1977). Casa Chávez también presenta cerámica monocroma gris-negra y Roja a veces pulida en su componente inferior. Esta ocupación sugiere, para este primer componente una mayor influencia del Norte de Chile. Posteriormente en el componente superior aparecen en los conjuntos tipos relacionados con los valles del Noroeste de Argentina, lo cual marca influencias desde esa dirección para este segundo componente (Olivera 1991, 1998, 2001). Por otra parte, en Campo Colorado, Norte del Valle Calchaquí, la cerámica es monocroma gris, parda o negra, con un tipo presentando decoración con técnicas de pulido en líneas y afinidades con la cerámica puneña de Tebenquiche (Tarragó 1980b, 1996). En el resto de los sitios del alto Valle Calchaquí se recuperaron fragmentos Vaquerías y bordes de cuenco Negro-Grabado San Francisco, piezas Negro Pulido San Pedro de Atacama, y diseños Candelaria (Tarragó 1996).

Finalmente, con respecto a la organización social de las primeras poblaciones puneñas con producción de alimentos, se plantea una estructura no jerarquizada y articulada a partir de sistemas de parentesco. La evidencia del arte rupestre sugiere la existencia de culto a los ancestros en un ideología doméstica y cuyos referentes fueron principalmente microregionales (*sensu* Aschero 1999). En la Puna, no se han registrado fenómenos cúlticos, como los defendidos por Tartusi y Regueiro (1993,2001) para el área valliserrana y relacionados con especialistas en estas actividades rituales. Sin embargo sí se ha planteado la posible existencia de especializaciones económicas, particularmente en relación con la metalurgia y el pastoralismo. Sobre esta base se ha sugerido el desarrollo de complejidad social en los momentos tempranos del poblamiento surandino, por sociedades con producción de alimentos (Núñez 1994).

En el NOA el desarrollo sociopolítico de las primeras sociedades agropastoriles no fue un proceso espacialmente homogéneo, debido a que el sector septentrional no habría participado del posterior proceso de integración *Aguada*, de lo que sí existe evidencia en el sector central y meridional (Tarragó 1977, Gollán y Bonnin 1995). La base empírica que sirve para este planteo es principalmente la distribución de estilos cerámicos (Tarragó y Scattolin 1999). Tarragó (1996) postula que una de las razones para esto fenómeno debió haber sido la presencia de enclaves atacameños, tanto en los bordes de la Puna salteña como en la jujeña, que impidieron la expansión al norte de *Aguada*.

Todas estas evidencias de interacciones y recurrencias de rasgos culturales, y emergencia de diferenciación social son de crucial importancia para el estudio de los modos de dispersión poblacional, y de la evolución y persistencia de poblaciones humanas y artefactos. Precisamente este registro material proporciona una línea de evidencias adecuada para discutir transmisión cultural y evolución neutral –no adaptativa– (Shennan 2.000). En este marco, es factible el estudio evolutivo de la dinámica poblacional en la Puna, atendiendo tanto a los factores ecológicos que se traducen en diferentes presiones de selección natural y adaptación como a la historia filogenética de la variación. Estos aspectos se abordan en esta tesis mediante unidades analíticas derivadas de la investigación evolutiva. El capítulo siguiente trata la cuestión de la construcción de estas unidades.

CAPÍTULO 3

ASPECTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN EN LA PERSPECTIVA EVOLUTIVA

1- Materialismo Darwiniano y Construcción de Datos en Arqueología Evolutiva

La construcción de datos científicos no es una actividad neutra, independiente de los marcos teóricos de referencia (Klimosky 1985,1998). En la construcción de teoría arqueológica desde el evolucionismo, esto fue claramente expuesto por O'Connell (1995) en su crítica a la construcción de teoría del registro arqueológico basada en generalizaciones empíricas construidas a partir de observaciones actualísticas del comportamiento humano. También fue reconocido por Dunnell (1992,1995) en su discusión acerca de los marcos conceptuales que subyacen a la definición y utilización de unidades y criterios para la segmentación espacial y temporal del registro arqueológico.

En la investigación arqueológica evolucionista, la Teoría Darwiniana está en el núcleo de todos los procedimientos de construcción de datos (Dunnell 1989). En este marco se ha destacado el rol de la lógica materialista, propia de la epistemología Darwiniana, que guía la construcción de las observaciones, los datos y las interpretaciones (Dunnell 1995, O'Brien y Lyman 2000). Esta lógica implica que las entidades sujetas a evolución se hallan en estado de cambio permanente y que no poseen una esencia inherente que las autodefine, o que les imprime direccionalidad a sus dinámica de cambio (Dunnell 1987, O'Brien y Lyman 2000). Esta es la principal diferencia con la ontología esencialista o tipológica (Lewontin 1974). En el materialismo Darwiniano el tiempo y el espacio son las dos dimensiones cruciales en el estudio de los procesos de cambio evolutivo. Bajo esta lógica los problemas de investigación son fundamentalmente históricos. Esto no ocurre en el esencialismo, que al asignar propiedades inherentes y causalidad intrínseca a los fenómenos estudiados, se independiza de tiempo y espacio, y proporciona explicaciones de naturaleza ahistóricas *-timeless-* (ver Dunnell 1989).

La Arqueología Evolutiva basa su programa de investigación en el Método Hipotético Deductivo, que consiste en tratar de contrastar hipótesis mediante consecuencias observacionales, estableciendo la falsedad de una proposición, pero no su verdad (Klimovsky 1985). Es importante destacar que bajo este método las hipótesis se derivan deductivamente de las teorías, que en este caso es la Teoría Evolutiva, principalmente basada en la Evolución Darwiniana por Selección Natural. Bajo este marco la deducción de las consecuencias observacionales de las hipótesis, constituye el fundamento lógico del método.

Es muy importante señalar que el rol de la deducción en la Arqueología Evolutiva no se corresponde con el modelo Hempeliano de ciencia deductiva, predictivo y basado en leyes, que fue el pilar de la Nueva Arqueología (Redman y Le Blanc 1979). Esto se fundamenta en la ontología de las explicaciones Darwinianas, que como señaló Dunnell (1988,1995) implican un modelo de ciencia en la cual los fenómenos a explicar ocurren sobre cosas que cambian permanentemente y son contingentes con la historia. En este modelo no hay lugar para leyes o procesos inmanentes que gobiernan la historia de los organismos y la cultura.

En evolución la contingencia histórica implica que un fenómeno que tiene lugar en un momento D está condicionado por lo que ocurrió en los momentos previos C, B y A (Durham 1991, O'Brien y Lyman 2000). La lógica materialista Darwiniana no admite leyes invariables de la historia, porque no existen términos constantes con las cuales escribir tales leyes (Popper 1963 en Dunnell 1995:34). Como más arriba

se desarrolló, lo inverso de esto es el esencialismo, basado en explicaciones en donde el tiempo no cuenta. No obstante sí es posible derivar generalizaciones acerca de mecanismos de cambio, que funcionan como modelos de procesos de evolución, tales como la deriva, el flujo genético, la adaptación ecofenotípica y diversas formas de selección –direccional, estabilizadora, disruptiva- entre otros (ver Durham 1991 para una discusión exhaustiva).

El rol del método hipotético deductivo en Arqueología Evolutiva es el de asegurar un programa de ciencia mecanicista (Neff 2000) basado en modelos generales de cambio evolutivo, que para fenómenos históricamente contingentes, establecen las causas, restricciones, contingencias y las consecuencias de un proceso de evolución (Foley 1995). Debido a esto, los modelos mecanicistas de la Ecología del Comportamiento Humano (Smith y Winterhalder 1992, Winterhalder 2001), no tienen el estatus de leyes inmanentes acerca de la conducta humana, sino el de herramientas analíticas derivadas del principio de selección natural, para discutir el comportamiento pasado contingente con las propiedades del entorno adaptativo y la historia. Ellos proporcionan hipótesis a contrastar acerca de aspectos funcionales de las adaptaciones humanas pasadas, y no algoritmos interpretativos (Grayson y Delpech 1995, Muscio 1999, 2002). Lo mismo es válido para los estudios de ingeniería o *performance* de artefactos (O'Brien *et al.* 1994, Lyman y O'Brien 1998, O'Brien *et al.* 1998, Schiffer 1999).

2- El Rol de las Unidades de Análisis en el Materialismo Darwiniano

Desde la perspectiva evolucionista la construcción de clases para caracterizar a las entidades evolutivas de cualquier nivel –genes, individuos, grupos, artefactos- y de unidades para medir su variación espacial y temporal, es un producto estrictamente intelectual, directamente relacionado con el problema de investigación abordado. La lógica materialista demanda la distinción y el uso de *unidades fenomenológicas*: elementos empíricos concretos; y *unidades ideacionales*: herramientas creadas para medir determinados aspectos de las unidades fenomenológicas. Estas sirven a los efectos de particionar y analizar, con fines explicativos, la variabilidad arqueológica en términos evolutivos (O'Brien y Lyman 2000). Las unidades ideacionales son claves para detectar patrones de cambio temporal o espacial y para la medición de la diversidad arqueológica, con el fin de discutirlos a la luz de hipótesis particulares (Dunnell 1995). Estos procedimientos permiten la construcción de *narrativas evolutivas*, que son los argumentos explicativos del proceso de evolución estudiado (Lyman y O'Brien 1998, O'Brien y Lyman 2000). Más importante, las unidades ideacionales son las herramientas para identificar *que es lo que evoluciona*.

Distintos teóricos evolucionistas han señalado la importancia de concebir a los procesos de cambio evolutivo operando sobre múltiples unidades (Hull 1980, Vrba y Eldredge 1984, Vrba y Gould 1986, Eldredge 1989, Sober y Wilson 1994, Boehm 1996, Gould y Lloyd 1999, Wilson 1999, entre otros). La evolución selectiva, en este marco, es conceptualizada como un proceso que puede operar sobre diferentes entidades, ordenadas en una jerarquía de entidades evolutivas, con distintos niveles de inclusión, tal como el genoma, los organismos individuales, las poblaciones de organismos y las especies.

Esta es la Perspectiva Seleccionista Multinivel, según la cual la selección natural opera a partir de las diferencias de *fitness* entre las entidades de cada nivel (Wilson 1999). El *fitness* es un concepto probabilístico, definido como el diseño efectivo para la supervivencia reproductiva en un ambiente selectivo particular (Durham 1991:13, Smith y Winterhalder 1992:27). Las diferencias de *fitness* resultan de la interacción de las entidades evolutivas con el ambiente, que incluye unidades de su misma clase (Wilson y Sober 1994, Wilson 1999). En este marco la evolución selectiva se concibe como un proceso que tiene lugar entre *interactores* definidos en cualquier escala de inclusividad por sus diferencias de *fitness* (Hull 1980, Wilson y Sober 1994, Wilson 1998). Como Dunnell (1995) ha destacado estas entidades no son reales en términos fenomenológicos, sino unidades ideacionales aplicadas para particionar la variación biológica y

también la cultural, y porque se definen explícitamente siguiendo criterios teóricos que especifican las propiedades a las que deben atenerse para constituirse en unidades de selección Darwiniana (ver Lewontin 1970, Dunnell 1995).

La Arqueología Evolutiva adopta esta perspectiva y expande el dominio de la selección Darwiniana a entidades no biológicas. En esta dirección Hurt *et al.* (2001), han planteado una jerarquía de rasgos fenotípicos *conductuales* y *materiales*, que constituyen potenciales niveles de cambio evolutivo arqueológicamente abordables, -Tabla 2.1. Estas unidades pueden estar sujetas a variación, herencia y selección natural; y organizadas en poblaciones. Las diferencias de *fitness* entre las entidades no biológicas ocurre a partir del éxito replicativo de estas unidades en su interacción con el entorno (Leonard y Jones 1987, Durham 1991, Neff 2001), o por su impacto en el éxito reproductivo de distintas unidades de agregación biológica, tales como el individuo o el grupo (Wilson 1998, Muscio 2002, Shennan 2002). Sobre esta base, en cualquier nivel de selección, la *variación funcional* es aquella que afecta el *fitness* de las unidades -tanto por medio del éxito reproductivo o el éxito replicativo-, y la *variación neutral* es aquella que no tiene efectos detectables en el *fitness*, en contextos selectivos particulares (Dunnell 2001). Por convención a la variación neutral se la denomina *estilo*, en la dicotomía estilo-función (Dunnell 1977, 2001).

3- Unidades Evolutivas, Adaptación y Procesos Evolutivos Anidados

La Perspectiva Seleccionista Multinivel y las diferentes escalas que pueden reconocerse en los constituyentes fenotípicos -ver Tabla 3.1- permite estudiar los efectos de la selección y la adaptación, en distintas unidades de análisis. Desde un punto de vista evolutivo Darwiniano la adaptación es un resultado de la selección natural operando en poblaciones de organismos (Durham 1991).

En el nivel del organismo individual la *adaptación ecofenotípica* es la expresión particular en un ambiente de un diseño morfológico o de un repertorio de conductas, basados en la flexibilidad fenotípica del organismo, su "norma de reacción" (Bonne y Smith 1998), que a su vez es un producto de la selección natural pasada en la historia evolutiva de la especie. De esta manera la selección es la *causa última* de la adaptación en estos casos. La manera o mecanismos que explican el "como" se desarrolla la adaptación son las *causas próximas* (Winterhalder y Smith 1992).

El razonamiento seleccionista implica el estudio de la adaptación en términos mecanicistas, a partir de las diferencias de *fitness*, y no de transformaciones tendientes a la adecuación (Timbergen 1979). Las adaptaciones somáticas, tales como el tamaño corporal, el metabolismo basal, o la producción de melanina, son ejemplos de caracteres ambientalmente controlados por factores que operan durante la ontogenia, pero derivados de la flexibilidad fenotípica de los organismos, selectivamente fundada (Durham 1991). En ambientes extremos, como es el caso de la Puna -ver capítulo 4- los mecanismos de aclimatización somática -causas próximas- pueden sobrepasar la plasticidad del organismo y como consecuencia deviene su muerte. Las explicaciones del comportamiento en términos de causas próximas y causas últimas son propias de la Ecología Evolutiva (Krebs y David 1991).

Sin embargo, la explicación evolutiva de la conducta humana -y sus expresiones arqueológicas- va más allá de los argumentos basados en la flexibilidad fenotípica, derivada de los procesos selectivos que dieron origen a la especie humana (Neff 2001). Esto es consecuencia de concebir a la selección natural como un proceso continuo -aunque variante en *tempo* y *modo*- y que opera a partir de diferentes *mecanismos selectivos* (O'Brien y Lyman 2000, Bettinger *et al.* 1995). Los principales son la toma de decisión racional y los sesgos adaptativos transmitidos culturalmente o genéticamente (Durham 1991, Boyd y Richerson 1995, 2000, Smith 2000). Estos operan selectivamente sobre distintos componentes del fenotipo humano. Lo importante es que debido a la acción de cualquiera de estos mecanismos, o

combinaciones de ellos, la herencia diferencial de las opciones más ventajosas produce cambio acumulativo en escalas poblacionales, y en consecuencia cambio evolutivo en sentido estricto (ver Winterhalder y Goland 1997:159, Durham 1991).

En resumen, la acción humana, ya sea a partir de sesgos adaptativos genéticos o culturales, genera procesos selectivos en varios niveles de los constituyentes fenotípicos, controlando el éxito replicativo de los mismos: su *fitness*. El reconocer que la evolución selectiva requiere únicamente de: la existencia de variación -independientemente de cómo sea generada, y la ocurrencia de transmisión -independientemente de los mecanismos-, brinda un marco Darwiniano integrador de las variadas vertientes seleccionistas al estudio del comportamiento humano (Muscio 2002). Esto otorga a los modelos de la Ecología del Comportamiento Humano un rol explicativo en Arqueología Evolutiva que es fundamental, porque predicen los sesgos, optimizantes, que puede operar sobre las estrategias económicas y tecnológicas (Bousman 1993), por ejemplo en la replicación diferencial de tecnologías. En estos casos la función de *fitness* está definida en el nivel del artefacto o de agregados de artefactos.

Por otra parte, una consecuencia importante de considerar múltiples niveles de selección y unidades evolutivas, es la posibilidad de explicar fenómenos que afectan la representación diferencial de las unidades y que no dependen del *fitness* de las mismas, es decir de su propio diseño efectivo para la supervivencia y proliferación. Estos son resultados de procesos anidados en la jerarquía. Sintéticamente, el cambio evolutivo en un nivel, por cualquier mecanismo incluyendo la selección, puede traer aparejado cambios en otro nivel. El concepto de *sorting* se aplica a estos fenómenos (*sensu* Vrba y Eldredge 1984, Vrba y Gould 1986).

Es importante remarcar que por la naturaleza jerárquica de la taxonomía evolutiva resultan asimétricas, de modo que procesos que operan en niveles superiores se trasladan a niveles inferiores, pero procesos que afectan a niveles inferiores no necesariamente se manifestaran como cambios en niveles superiores. Aquí están implicados los conceptos de causalidad ascendente y descendente, que como fueron planteados en Paleobiología (Vrba y Eldredge 1984) son totalmente pertinentes en Arqueología Evolutiva (Muscio 1996). Por ejemplo el cambio selectivo en el nivel de los grupos de artefactos, basado en las diferencias de *fitness* de estas unidades (Neff 2001), afecta la representación de clases particulares de artefactos y atributos de artefactos por *sorting* y no por diferencias de *fitness* en estos niveles. Pero procesos que operan en el nivel del atributo de los artefactos, por ejemplo producidos por transmisión cultural, o selección natural, no necesariamente afectarán la representación diferencial de clases particulares de artefactos. En términos seleccionistas, la variación en este nivel focal es neutral. De tal manera, la categorización funcional o neutral de la variación es enteramente dependiente tanto de la dinámica de los contextos de selección natural, como de los niveles en el cual se manifiestan las diferencias de *fitness*.

Constituyentes Fenotípicos
Grupos de Artefactos Funcionalmente Integrados
Artefactos Funcionalmente Integrados
Artefactos
Atributos de los Artefactos

Tabla 3.1: Jerarquía de Agregados de Rasgos Fenotípicos Materiales con Expresión Arqueológica, en Orden Decreciente de Inclusividad. Cada uno de estos niveles pueden resultar unidades de evolución selectiva. Tomado de Hurt *et al.* 2001:57

Es muy importante enfatizar que las entidades, biológicas o culturales, propuestas como unidades evolutivas son siempre unidades ideacionales. Se reconocen dos clases de unidades ideacionales: las

descriptivas utilizadas solo con el fin de describir una propiedad o una cosa en particular, y las *teóricas*, creadas para fines analíticos precisos y que tienen contenido explicativo (O'Brien y Lyman 2000:190).

La investigación en Arqueología Evolutiva, requiere de la utilización de unidades específicamente diseñadas para describir y explicar la variación arqueológica, en los términos de la Teoría Evolutiva Darwiniana. De tal modo, el trabajo en la construcción de estas unidades es prioritario. Sin unidades arqueológicas, observacionales y teóricas apropiadas, no es posible discutir en casos concretos de estudio los diferentes procesos de cambio evolutivo. Resulta claro que la validez de las narrativas evolutivas esgrimidas como explicaciones, depende de la confiabilidad y la adecuación de las unidades de análisis para la solución de un problema de investigación concreto, especialmente de las unidades ideacionales teóricas -ver discusión en Ramenofsky y Steffen (1998). Por esta razón el resto de este capítulo está dedicado a esta cuestión.

A continuación presentamos las principales unidades de investigación utilizadas en este trabajo. Estas fueron especificadas para abordar las hipótesis de investigación, en el marco más general de la agenda de investigación evolutiva que se lleva a cabo en el Valle de SAC (Muscio 2000, Muscio y López 2003). Para esto, primero se discuten las unidades de segmentación temporal utilizadas para enmarcar el estudio de la emergencia y las características de las primeras sociedades con producción de alimentos, en el Noroeste Argentino. Luego se hace una crítica teórica, basada en el marco evolutivo, a la noción de *Formativo* y a sus intentos de resignificación. Sobre esta base, brevemente se exponen las razones por las cuales no adoptamos al *Formativo* como unidad de análisis, sosteniendo que esta noción funciona como una unidad ideacional, teórica esencialista. A continuación, se justifica la adecuación del término *Período Temprano*, definido por Alberto Rex González (1977) para el Noroeste de Argentina, para hacer referencia de la *unidad ideacional descriptiva* más inclusiva, utilizada en la periodización y segmentación de la historia cultural, del poblamiento humano inicial con economías estructuradas en la producción de alimentos de la Puna de Salta. Finalmente, este capítulo concluye con la presentación de las unidades observacionales utilizadas en el Valle de SAC y con la discusión sintética de los fundamentos del diseño de investigación y construcción de los datos bajo el cual se realizó este trabajo.

4- Unidades Temporales de Segmentación del Cambio Cultural.

El Área Andina Centro Sur, los actuales norte de Chile, Sur de Bolivia y Noroeste de Argentina, fue escenario de una serie de cambios económicos, tecnológicos y políticos, vinculados con la expansión de las economías humanas basadas en la agricultura y la ganadería (Tarragó 1999). A partir del 3.500 BP el registro arqueológico presenta evidencias de cambios en las estrategias de uso del espacio y asentamientos, con una disminución de la movilidad residencial, mayor estabilidad de las ocupaciones y, conforme el paso del tiempo, el uso de nuevas tecnologías como la cerámica y la metalurgia, diferenciaciones estilísticas, y la expansión de las redes de interacción social de mediana y larga distancia (Aschero 1996, Núñez y Dillehay 1979, Tarragó 1999).

En la escala global, los procesos de evolución cultural asociados a las transiciones económicas del Holoceno, presentan patrones convergentes en las tasas de cambio evolutivo. Particularmente en aquellas áreas del mundo donde se llevó a cabo la domesticación de especies vegetales y la dispersión y establecimiento de economías productivas, como en el Área Andina Meridional. En estos casos la tendencia es de un aumento en las velocidades del cambio, como por ejemplo en la adopción de las innovaciones tecnológicas o en la evolución de ordenes sociales más complejos (Boyd y Richerson 2001).

Desde la perspectiva de la Arqueología Evolutiva, el estudio de la temporalidad y la heterogeneidad de estos procesos de evolución cultural requieren el manejo de unidades de análisis arqueológicas

sensibles de la variación temporal y espacial. Particularmente para el estudio de la heterogeneidad de procesos locales. Estas incluyen a las unidades utilizadas en las periodizaciones arqueológicas, ya que de acuerdo a como son definidas condicionan las posibilidades para estudiar esta heterogeneidad, y pueden propiciar descripciones tendientes a la homogeneidad.

En los Andes Meridionales la unidad temporal de mayor escala de inclusividad, corrientemente utilizada en las periodizaciones para designar y estudiar las primeras sociedades con economías de producción de alimentos, es el Formativo. Debido a que el contenido ideacional de esta unidad de análisis se fundamenta en el evolucionismo unilineal, su aplicación implícitamente propicia una agenda de investigación imbuida en esta perspectiva. Por esta razón el Formativo constituye una unidad ideacional y teórica. Esto se manifiesta en las argumentaciones teleológicas esgrimidas para explicar los cambios, basadas en el progreso o en la adaptación como vectores guiando la dinámica de evolución. Esto responde a la lógica esencialista, por la cual las narrativas evolutivas devienen en narrativas transformacionistas, explicadas por las propiedades inherentes de la unidad utilizada para caracterizar al cambio.

El principal defecto del Formativo como unidad taxonómica de periodización, es la concepción progresivista y adaptacionista del cambio sociocultural sobre la que se basa, lo cual se traslada directamente a las explicaciones acerca de las causas de los cambios detectados en el registro arqueológico. Esto último es lo más importante para destacar como crítica. En el apartado siguiente se expande esta argumentación.

5- La Noción de Formativo

Toda unidad de análisis es una construcción, derivada de un cuerpo de ideas o de teorías más o menos formalizadas (Ramenofsky y Steffen 1998). El Formativo no escapa a esto, así como tampoco las otras unidades definidas por Willey y Phillips (1958) y que inspiraron, en gran medida, las periodizaciones surandinas corrientemente en uso.

Desde lo teórico, el Formativo fue definido como un *estadio* del desarrollo de las sociedades humanas. En estos términos delimita un estado particular en el desarrollo sociocultural en una secuencia unilineal de evolución, con un recorrido escalonado, desde lo más simple a lo más complejo o desarrollado. La idea rectora es la evolución Spenceriana, que es la noción de evolución como progreso, más específicamente como progreso adaptativo (Rindos 1985, Dickens 2000). Esto es claro cuando se atiende a la historia de este concepto relacionada con la clasificación de las "Grandes Civilizaciones" de Mesoamérica y Perú. En este marco, el Formativo describe un estadio intermedio entre el Arcaico, cuya escala de complejidad es menor, y el Clásico, un estadio posterior con un aumento en la dirección hacia la complejidad sociopolítica. En tal esquema el Formativo constituye un estadio de desarrollo en el cual se establecen las bases y se "forma" -de allí su nombre- el Clásico, denotado por una "civilización" compleja en términos de jerarquías políticas, desarrollo económico, y adaptación al entorno.

Por otra parte, cada una de estas unidades de periodización tiene un dominio fenomenológico (*sensu* Dunnell 1971), que define el contenido empírico de la unidad. En el esquema unilineal esto se expresa, por ejemplo, en los sistemas de obtención y uso de energía tendientes a la eficiencia (White 1943, 1959). También en los ordenes sociales que caracterizan a cada uno de los estadios, y que constituyen organizaciones humanas "típicas", cada una con rasgos bien diferenciados de clasificación esencialista (Nielsen 1995). Estas unidades sociopolíticas son principalmente las bandas, las tribus, las jefaturas, y los estados.

En la arqueología surandina, precisamente a la transición Arcaico-Formativo se le suele plantear también como una transición de las sociedades de bandas a las tribales (Raffino 1988). Así el dominio empírico del Formativo resulta un conglomerado de rasgos culturales, tales como la presencia de cerámica, la agricultura y el asentamiento aldeano, y de órdenes sociales igualitarios de baja escala de complejidad social con tendencia al progreso. La identificación de tal conglomerado en una secuencia arqueológica se discute luego en términos de cambios en etapas de desarrollo.

Como surge de las definiciones de Willey y Phillips (1958), en el esquema general, cada unidad de periodización representa una transformación sociocultural más o menos abrupta, en una lógica de cambio que presupone una tendencia inherente al progreso. Los defectos del Formativo en cuanto a su contenido empírico, expresados cuando no se halla el conglomerado típico, o cuando no tienen lugar transformaciones hacia estadios comparables con el Clásico, fueron señalados por Meggers (1961) Ford (1969) y Flannery (1976a y b), entre otros. No obstante, estas críticas no resaltaron su inadecuación teórica para el estudio de la variabilidad en la perspectiva de la evolución Darwiniana.

A pesar de sus limitaciones, el Formativo es utilizado como modelo conceptual para el estudio de las sociedades surandinas, comparable al Neolítico del Viejo Mundo. Debido a sus particularidades histórico culturales, en los Andes Meridionales se denominó "Formativo Regional Surandino o Subandino", para diferenciarlo del Formativo de los Andes Centrales, del cual su comienzo y finalización difieren (Berberian y Raffino 1992). De esta manera el término Formativo se constituyó en una unidad de análisis arqueológica, que aún con diferencias en cuanto a su definición y alcances es aceptada. Esta unidad proporcionó tanto un modelo como un término para las periodizaciones regionales y locales de las sociedades aldeanas productoras de alimentos, con baja complejización sociopolítica (Núñez Regueiro 1973).

En el Noroeste de Argentina la noción de Formativo, y sus segmentaciones en unidades menores, varía según el marco teórico desde el cual es abordado (ie Núñez Regueiro 1973, Raffino 1988, Berberian y Raffino 1992, Tarragó 1996, Olivera 2001). Sin embargo, a pesar de las diferencias teóricas de los enfoques, los contenidos ideacionales y fenomenológicos fundacionales del Formativo no fueron sustancialmente cuestionados. Tarragó (1999:302) señaló este punto, exponiendo el consenso existente en torno al uso del concepto de Formativo para dar cuenta de las transformaciones que ocurrieron en el seno de las sociedades aldeanas iniciales, como producto de la transición económica. En este aspecto el Formativo se constituye como una *unidad ideacional teórica esencialista*, que domina el estudio de las sociedades tempranas con producción de alimentos en el Noroeste Argentino. Con todos sus defectos, hay que destacar que esta unidad ha servido para la investigación arqueológica de esta problemática, que sin dudas ha proporcionado información valiosa. Pero el cambio hacia intereses de investigación, basados en el materialismo evolucionista, demanda nuevas unidades para la segmentación del tiempo en la arqueología del Noroeste de Argentina, que privilegien la contingencia histórica de los procesos de evolución (Muscio 2001).

En un esfuerzo por adecuar la noción de Formativo a un programa de investigación procesual, Olivera (1988, 1991a y b), utilizó el término para caracterizar a un sistema adaptativo que implica estrategias económicas productivas. Esta redefinición, hecha desde la perspectiva de la ecología cultural que caracterizó a la Nueva Arqueología, sirvió para exponer variables claves que pueden afectar a la evolución de las poblaciones humanas con economías productivas de baja escala. En particular se enfatizó el análisis de la disponibilidad de los recursos, la densidad de población, la tecnología disponible y el uso del espacio regional, configurando sistemas adaptativos diversos. No obstante, los contenidos ideacionales inherentes a la noción de Formativo no fueron superados por esta propuesta y, lateralmente, fue fortalecido su dominio fenomenológico. Así al expandir los constituyentes adaptativos de base ecológica, la agenda de investigación sistémica expandió el

contenido empírico de esta unidad de análisis. Más tarde y advirtiendo las inconsistencias de la noción de Formativo para el desarrollo de un programa de investigación centrado en el estudio de la variabilidad, Olivera (1992, 2001) planteó la posibilidad de abandonar este término.

Debido a que la Arqueología Evolutiva prioriza el estudio de las causas y mecanismos que explican la diversidad de los patrones temporales y espaciales del cambio cultural, las unidades analíticas que desatienden a la variación no son adecuadas (O'Brien y Lyman 2000). Y este es el caso del concepto de Formativo. Como unidad de análisis su uso suprime la variación arqueológica, ya que implica la identificación de un conglomerado típico de rasgos característicos. Metodológicamente, esto se expresa en la búsqueda de agrupaciones de rasgos homotaxiales -tecnológicos, económicos, de patrones de asentamiento- que son independientes de la cronología (Núñez Regeiro 1973, Raffino 1988, Raffino y Beberían 1992, Olivera 2001).

Precisamente la independencia del conglomerado de rasgos que definen al Formativo de la cronología, descubre la naturaleza esencialista y fundamentalmente ahistórica de esta unidad. Estos rasgos constituyen las recurrencias que definen a la etapa de desarrollo. Tal procedimiento clasificatorio tiene por efecto dejar en un segundo plano, o aún tomar indistinguibles, a las variaciones arqueológicas que caen fuera del dominio ideacional y empírico de la unidad clasificatoria. Este es el caso, por ejemplo, de las variaciones en la elección de hábitats humanos, en la diversidad estilística, en los cambios en las amplitudes de las dietas, en la preponderancia de una estrategia agrícola o una pastoril, o en la adopción de nuevas tecnologías, cuyas causas son contingentes con la historia cultural y el contexto adaptativo de las poblaciones humanas, y no son inherentes a una etapa de desarrollo (Richerson y Boyd 1992).

Más aún, la noción direccional del cambio, que cuando ocurre es irreversible - implícita en el concepto de estadio y de etapa de desarrollo - excluye la posibilidad de estudiar *oscilaciones* en las estrategias económicas o *reversiones*. Por ejemplo, fenómenos contingentes de abandono de las estrategias productivas, por contextos selectivos favorecedores de la predación y no de la producción. Layton (2001) expone ejemplos de estas oscilaciones que trascienden la escala de observación etnográfica, tal como el caso de los Basarwa de Kalahari, con estrategias alternantes entre la predación y el pastoralismo, dependientes de las fluctuaciones en las precipitaciones. Estos fenómenos que pueden presentarse en una secuencia arqueológica pueden no ser detectados ni investigados si se emplea la noción de Formativo, ya que su agenda de investigación no los admite.

En síntesis debido a su carácter esencialista, la noción de Formativo, como unidad analítica, dificulta el estudio de la heterogeneidad y diversidad arqueológica, punto central en una agenda de investigación evolutiva. En particular esta noción es inadecuada para la construcción de narrativas evolutivas basadas en el materialismo histórico Darwiniano. Por estas razones esta unidad de periodización y sus segmentaciones, no es utilizada en este trabajo.

En su propuesta de abandonar el uso de esta unidad de análisis Olivera (2001:87) encuentra la dificultad de no disponer de una unidad de segmentación temporal de mayor adecuación, para describir en términos procesuales la diversidad de cambios ocurridos con la emergencia de sociedades productoras de alimentos en el Noroeste de Argentina. Sin embargo, aquí se sostiene que la noción de Período Temprano (González 1977) es una unidad adecuada de periodificación para dar cuenta de los procesos de evolución que ocurrieron entre las primeras poblaciones humanas con economías basadas en la producción de alimentos en el Noroeste de Argentina. Este argumento se expande en el siguiente apartado.

6- El Período Temprano Como Unidad de Análisis Histórico Cultural.

En desacuerdo con el contenido ideacional de los sistemas de periodización vigentes en la arqueología del Noroeste de Argentina, Hernández Llozas (2001, 2002) propuso un sistema de segmentación del tiempo basado en bloques temporales, en donde cada bloque representa una unidad de análisis temporal, arbitrariamente delimitada en el "continuo temporal". Esta propuesta, en una perspectiva evolutiva no es útil, debido a que precisamente las unidades de segmentación no pueden ser totalmente arbitrarias, sino dictadas a resolver problemas teóricamente guiados, tal como la medición de la velocidad de cambio de los estilos de arte rupestre y las causas últimas del cambio. En este caso la segmentación del continuo temporal a partir de unidades ideacionales para las que se ha demostrado que cubren un lapso temporal discreto y filogenéticamente relacionadas con otras, son las unidades arqueológicas adecuadas (Teltser 1995).

En evolución esta es una expresión de la paradoja materialista: cuando todo lo observable se encuentra en estado de cambio continuo, las herramientas para estudiar este cambio deben ser unidades ideacionales especialmente diseñadas para cumplir esta función (Dunnell 1995). En este aspecto las unidades son arbitrarias sólo en el sentido de que son construcciones del investigador, y en consecuencia no tienen existencia "real", fenomenológica. Pero estas unidades son enteramente dependientes del principal interés de la investigación evolutiva: el estudio del cambio hereditario de las formas, en tiempo y espacio, y el estudio de los mecanismos responsables de tales cambios, incluyendo la adaptación fenotípica tendiente a la convergencia (Richerson y Boyd 1992, Smith y Winterhalder 1992). En este aspecto las unidades requeridas no son arbitrarias (Dunnell 1995, Lyman y O'Brien 1999, O'Brien y Lyman 2000).

El trabajo arqueológico, en la perspectiva evolutiva, necesita de unidades de segmentación del tiempo que posibiliten el discernimiento de la variación heredada –homóloga-, de la variación convergente –análoga. En consecuencia estas deben ser unidades teóricas, creadas para estos fines analíticos precisos. Los tipos históricos, aquellas clases de artefactos para las cuales se ha demostrado que ocupan un segmento temporal continuo y discreto en un linaje cultural, son unidades de análisis apropiadas. Estas unidades no son solo cronómetros, sino principalmente unidades filogenéticas, que permiten el estudio de la transmisión cultural (Neiman 1995, Lyman y O'Brien 1999, O'Brien y Lyman 2000). El trabajo de seriación de Tarragó (1988) es aleccionador en este punto, y brinda un ejemplo de la clase de unidades requeridas para el estudio de filogenia cultural- nos estamos refiriendo exclusivamente a los tipos históricos cerámicos construidos por la autora.

Sin embargo en escalas espaciales y temporales muy extensas, las unidades de periodización requeridas son aquellas que minimizan las asunciones acerca de los factores causales de la variación y maximizan la caracterización de la heterogeneidad. Es decir, aquí requerimos categorías principalmente orientadas a la descripción y la medición de la diversidad arqueológica, en donde la dimensión temporal sí cuenta, en los términos de narrativa histórica. Se trata de unidades ideacionales descriptivas de la contingencia histórica de la variación. Esto responde a que los argumentos explicativos se deben desprender de teorías y modelos, más o menos generales, y son externos a las unidades de análisis. Este punto es central y marca la diferencia con las unidades esencialistas, independientes del tiempo (O'Brien y Lyman 2000:193), tales como las etapas de desarrollo.

Afortunadamente la arqueología del Noroeste de Argentina cuenta con esta clase de unidades. En efecto, el concepto de *Período Temprano*, introducido por González (1977) en la periodización de la historia cultural del Noroeste de Argentina, cumple con estas condiciones. La definición de esta unidad de periodización refiere al segmento temporal más antiguo del poblamiento agrícola pastoril y alfarero, en la escala del Noroeste de Argentina y en el marco de la historia cultural Andina. En esta escala

espacial su finalización ocurre con la difusión de “rasgos culturales” del denominado horizonte Tiahuanaco. El bloque temporal que abarca el Período Temprano incluye toda la dinámica de evolución biológica y cultural de las poblaciones humanas con economías basadas en la producción de alimentos entre ca. 3.000 BP – 1.600 BP de los ambientes puneños, prepuneños, valliserranos y de tierras bajas o yungas. La segmentación histórico cultural que sustenta la periodización de González tiene una serie de ventajas importantes:

- 1) Su elaboración se derivó de observaciones empíricas teóricamente orientadas, que aunque se enmarcó dentro del paradigma Histórico Cultural permiten el estudio de la variación, la diversidad y la dinámica cultural en espacio y tiempo, a partir de perspectivas teóricas diferentes, como la evolucionista. Esta es la razón por la cual constituye una clasificación ideacional, donde las unidades utilizadas para medir el paso del tiempo en el espacio, son construcciones creadas bajo el dominio teórico para medir la variación empírica.
- 2) Su perspectiva teórica trata de delinear relaciones y cambio. De esta manera hay claves para el estudio de filogenia y evolución cultural desde la perspectiva aquí propuesta. Este es el caso de las secuencias de los valles de Tafi -Tucumán-, Hualfin y Abaucán -Catamarca- entre otros trabajos, y de los tipos históricos basados en la variación estilística, que aún cuando fueron construidos inductivamente, muchos de ellos se comportan como cronómetros y contienen señales filogenéticas (ver González 1992)
- 3) La periodización de González, ni en su totalidad ni en las unidades de segmentación, tiene connotaciones teleológicas o de direccionalidad inherentes –aunque muchas veces se la utilice de esta manera. En este sentido refleja solamente una segmentación temporal, cuyas unidades carecen de contenido explicativo y donde predomina la narrativa histórica acerca de la variación arqueológica. En esta estructura la causalidad está circunscripta al ámbito de lo teórico. En consecuencia el Período Temprano es una unidad ideacional descriptiva.
- 4) La arquitectura de la periodización es apropiada para la segmentación de cada una de sus unidades, de acuerdo a intereses particulares de investigación, en unidades menores. Además, y esto es muy importante, no asume homogeneidad espacial en escalas amplias, lo cual propicia el estudio de la diversidad en estas escalas y la construcción de secuencias locales (González 1979).
- 5) El uso del término Temprano está extendido en la arqueología del Noroeste de Argentina, particularmente por los acercamientos teóricos basados en el materialismo histórico, como el marxismo y el evolucionismo Darwiniano. Por lo tanto proporciona un lenguaje compartido, que carecería cualquier innovación terminológica en materia de periodización.

En síntesis el concepto de Período Temprano constituye una unidad adecuada para la periodización histórica cultural, cuyo contenido ideacional y fenomenológico promueven los análisis de la variación arqueológica. Esta es la principal diferencia con respecto al Formativo. Por esta razón el Período Temprano es aquí utilizado como la unidad temporal de referencia de mayor escala, para el estudio evolutivo de la arqueología de las primeras sociedades humanas con economías de producción de alimentos en la Puna de Salta. La segmentación de esta unidad en fracciones temporales menores, por bloques radiométricos discretos evolutivamente significativos, basados en secuencias de cambio ambiental, o en la persistencia de tradiciones culturales particulares, es un segundo aspecto a destacar en este programa de investigación. Esto tiene por objetivo el estudio de las particularidades de la dinámica evolutiva

humana en diferentes escalas espaciales. En efecto, este procedimiento hace posible el estudio de aspectos tales como las *tasas* de evolución los modos y los mecanismos del cambio evolutivo.

Precisamente el avance en los estudios de las distintas disciplinas evolutivas, demuestra que la dinámica del cambio opera de una forma que no es ni unilineal ni siempre abrupta (Eldredge 1989, Durham 1991). En lo que concierne a los principales mecanismos de evolutivos, de interés en arqueología: selección natural, deriva, transmisión cultural y toma de decisión adaptativa, los datos con respecto a las tasas de cambio y diversificación en la escala local y regional son decisivos, ya que su discusión se realiza sobre la base de los patrones temporales del cambio (Bettinger *et al.* 1998). La construcción de los datos para la investigación de estos aspectos también necesita de unidades adecuadas. Estas sirven para estructurar, en el diseño de investigación, los procedimientos de construcción de datos en todas las etapas del trabajo arqueológico, de campo y de laboratorio. En el siguiente apartado presentamos y fundamentamos las unidades de análisis utilizadas en la arqueología del Valle de SAC.

7- Unidades de Análisis en la Arqueología del Valle de SAC.

Las unidades de análisis utilizadas en este trabajo constituyen elementos claves para la construcción de los datos necesarios a fin de evaluar las hipótesis de investigación. Las mismas abarcan unidades ideacionales tanto teóricas como observacionales –descriptivas. Antes de pasar a la discusión de estas unidades, es importante exponer los criterios que guiaron su elección. Estos se basaron en las propiedades y condiciones necesarias para que las unidades de análisis funcionen exitosamente como herramientas de investigación científica, siguiendo la propuesta de Ramenofsky y Steffen (1998).

En relación con la evaluación de las unidades como herramientas de medición, es decir en el juicio acerca del desempeño de estas para dar cuenta de problemas concretos de investigación, son fundamentales dos aspectos. Estos son confiabilidad y validez. La confiabilidad refiere a la precisión y exactitud con la cual las unidades se desempeñan. Por ejemplo, los espesores de las paredes de tiestos cerámicos pueden ser confiablemente medidos en unidades de milímetros. La validez refiere a la adecuación empírica o abstracta de las unidades con respecto a los fines de la investigación.

La validez empírica evalúa la aplicación de determinadas mediciones para responder preguntas particulares. Por ejemplo ¿en qué medida es válido el espesor de las cerámicas para la estimación de la conductividad de calor de las vasijas arqueológicas? En tanto que la validez abstracta implica el control de la adecuación conceptual entre las unidades manejadas y los interrogantes de investigación, evaluando la correspondencia conceptual entre los objetivos de investigación y el contenido ideacional de las unidades. Por ejemplo, en términos arqueológicos, la estimación de las amplitudes de dietas ¿qué tan adecuadamente mide la adaptación económica de poblaciones extintas? Esta es una pregunta acerca de validez teórica de las unidades. La respuesta es afirmativa desde la lógica seleccionista, considerando una correlación positiva entre la eficiencia económica y el *fitness inclusivo* (Smith y Winterhalder 1992).

Más arriba se destacó que a diferencia de las unidades empíricas, las ideacionales teóricas contienen elementos explicativos de distinto grado. Más generalmente las unidades teóricas refieren a conceptos o ideas, integradas a estructuras teóricas más amplias y cuyo grado de abstracción demanda del uso de unidades observacionales para su manejo en el campo fenomenológico (Dunnell 1971, 1995). Al respecto una cuestión clave es la correspondencia entre las unidades teóricas y las unidades empíricas utilizadas para realizar inferencias válidas con respecto a las primeras (Clark 1968 Dunnell 1971).

La relación entre las unidades observacionales y las unidades teóricas es de codeterminación, es decir que cada una de las unidades, por sus contenidos, pone límites al desempeño de la otra para la

solución válida de problemas de investigación. Esta relación debe implicar un nivel aceptable de correspondencia para asegurar la validez de las inferencias. Es en la coherencia entre las escalas de las unidades donde esto resulta más evidente. Por ejemplo si nuestro interés está centrado en las propiedades del uso arqueológico del espacio por una población -unidad teórica-, los mapas de sitios -unidad observacional- no son satisfactorios debido a que el sitio es una unidad de escala espacial no representativa de los rangos espaciales de las poblaciones humanas, en los cuales tiene lugar el descarte arqueológico (ver Foley 1981, Ebert 1992, 1993, Borrero y Lanata 1992). Necesariamente la pregunta implica considerar unidades observacionales más inclusivas, tales como las distribuciones regionales de artefactos. En este último caso los sitios son una fracción de estas distribuciones (Nielsen *et al.* 1997).

Esta investigación está centrada en el estudio de los procesos de poblamiento y colonización humana de espacios productivos, durante el Período Temprano en el Valle de SAC y en los aspectos organizativos de los nichos económicos humanos como se desprende de las hipótesis de trabajo –para una definición de nicho ver Capítulo 5. Esta propuesta implica considerar una serie de unidades de análisis adecuadas para acceder a la información arqueológica necesaria para discutir estos aspectos.

Con respecto al manejo adaptativo del riesgo, Winterhalder y Goland (1997) sugieren que en los nichos humanos de producción de alimentos la unidad doméstica y no el individuo es la unidad apropiada para el análisis de las estrategias de manejo del riesgo, particularmente donde la agricultura de baja escala predomina. En otras palabras, aún cuando el *fitness* permanece en el nivel del individuo, la unidad doméstica es la unidad de organización económica sensitiva del riesgo. Este planteo tiene implicaciones directas en las unidades observacionales utilizadas en arqueología ya que exige la construcción de unidades para el tratamiento de agregados empíricos portadores de información conductual y cultural en un nivel supraindividual. En estos términos el desafío es el manejo de unidades de investigación válidas y confiables para responder estos interrogantes. Como señaló Dunnell (1995), los agregados arqueológicos generalmente contienen información promediada en escalas supraindividuales. Esto, además brinda la posibilidad de analizar hipótesis donde la causalidad puede implicar distintos niveles evolutivos, tales como el grupo -ver Dunnell (1995). A continuación se presentan las unidades de análisis teóricas y observacionales empleadas en esta investigación, comenzando con las primeras.

8- Unidades Teóricas Básicas

Las principales unidades teóricas utilizadas en este trabajo son: 1) *Población local*, 2) *Metapoblación*, 3) *Ocupación*, 4) *Tradicción* y 5) *Tipo Histórico*. Antes de pasar a su definición es necesario remarcar que estas unidades se vinculan con dos dimensiones en las cuales ocurren los fenómenos evolutivos en las especies culturales. Tales dimensiones son la biológica y la cultural, siguiendo el Modelo de Herencia Dual (Boyd y Richerson 1985, Durham 1991). En este modelo el concepto de Coevolución (Durham 1991) caracteriza a la relación de codeterminación (Smith 2000) entre los fenómenos de evolución que tienen lugar en unidades biológicas, mediadas por la herencia genética mendeliana, y en unidades culturales, mediadas por la herencia de información cultural.

Población Local: Es el conjunto de individuos que habitan el mismo hábitat y en consecuencia interactúan con mayor frecuencia entre sí. En términos genéticos y demográficos constituyen *demes* (Hansky y Simbeloff 1997). La población local –subpoblación- es una unidad que tiene propiedades tales como: estructura, tamaño, distribución, nicho y longevidad. En el marco de la teoría de las metapoblaciones cada una de estas características puede resultar de procesos que operan tanto en la escala de la población local como en la metapoblación (Foley 1997).

Metapoblación: Es el conjunto de poblaciones locales interconectadas por procesos dispersivos (Hansky 1998, Hansky y Gilpin 1997, Stacey *et al.* 1997). Las metapoblaciones tienen

características tales como: tamaño, estructura, rango de distribución espacial, y principalmente conectividad entre las poblaciones locales. Esta última característica es decisiva y remite al flujo dispersivo que tiene lugar entre las poblaciones locales que ocupan distintos hábitats particulares (Stacey *et al.* 1997). Estos procesos dispersivos ocurren por los movimientos de uno o más individuos entre los distintos hábitats (Wiens 1997, Ims y Yacoz 1997), y de acuerdo a su intensidad da lugar a diferentes procesos microevolutivos y de diferenciación genética (Hansky y Simberloff 1997, Barton y Whitlock 1997). La metapoblación es una unidad evolutiva que por sus propiedades emergentes da lugar a procesos evolutivos en su nivel, controlados principalmente por la dinámica de extinción y colonización de ambientes locales (Olivieri y Gauyan 1997).

Ocupación: Es la manifestación arqueológica del uso residencial homínido-humano de un lugar, que puede variar en su escala espacial, durante un episodio singular y continuo. Cada ocupación tiene cualidades materiales, espaciales y temporales propias, que son el resultado de las conductas de uso del espacio, descarte arqueológico y modificación cultural del entorno; y principalmente de los factores determinantes de su duración -ver Deward y McBride 1992. Generalmente cada ocupación se corresponde con el descarte arqueológico temporalmente promediado en el nivel supraindividual, tal como el grupo o la población local en su rango de distribución.

Tradición: Refiere a un continuo temporal de formas filogenéticamente relacionadas por la herencia cultural (O'Brien y Lyman 2000). La heredabilidad cultural es un resultado de la transmisión social de información, cuyos efectos se expresan en el nivel de la población (Boyd y Richerson 1985, Durham 1991, Bettinger 1991). La tradición es una unidad para el estudio del pool cultural poblacional, en relación con la formación y evolución de linajes entre formas ancestrales y derivadas. De la historia ocupacional de lugares, definidos en distintas escalas, y de la historia cultural de sus poblaciones, resulta la evolución de tradiciones, por mecanismos de transmisión cultural, selección y deriva, entre otros -ver O'Brien y Lyman 2000.

Tipo Histórico: Refiere a una clase de artefactos, definida intencionalmente (O'Brien y Lyman 2000) en términos de estados de atributos culturalmente hereditarios característicos, y que observa una distribución discreta en el continuo temporal. Estas unidades constituyen herramientas para el estudio de linajes culturales y tradiciones, en tiempo y espacio. Como toda clase (Dunnell 1971) son construcciones analíticas, por lo cual no son "reales" en términos empíricos (Ford 1954, Teltser 1995). Pueden servir como cronómetros cuando su posición temporal es conocida, por medios independientes a los que sirvieron para su creación (Lyman y O'Brien 1999, O'Brien y Lyman 2000). Los tipos, así definidos, pueden presentar variación geográfica por los efectos de la transmisión cultural, la selección natural, o la deriva, dando lugar a *variedades*. La noción de tipo es equivalente a la noción biológica de género y la *variedad* a la noción de especie -ver O'Brien y Lyman 2000:287.

8.1- Principales Características de las Unidades Teóricas

Hay que remarcar que Metapoblación y Población Local son dos unidades en una jerarquía de distinta escala de inclusión de organismos individuales. Estos últimos también constituyen unidades teóricas, pero de menor nivel-ver Wilson 1999. Desde una perspectiva arqueológica estas dos unidades son útiles para estudiar procesos de evolución biocultural humana, que tienen lugar en el marco de procesos dispersivos, tales como la colonización de ambientes, la extinción local y la recolonización.

Es importante señalar, que a los fines arqueológicos, además de las propiedades biológicas de las poblaciones estructuradas en metapoblaciones, se deben considerar las propiedades culturales que estructuran grupos (Boyd 2002). En Arqueología Evolutiva, este acercamiento se lleva a cabo considerando la dinámica de evolución de rasgos culturales (Lipo *et al.* 1997, O'Brien y Lyman 2000).

Aquí el pool cultural, en la escala de la población local o en la escala de la metapoblación, evoluciona por mecanismos de transmisión cultural. Estos pueden generar procesos de divergencia cultural entre subpoblaciones y procesos de selección de grupos, aún cuando la conectividad biológica entre subpoblaciones es alta (Boyd y Richerson 1985, Soltis *et al.* 1995). Por esta razón son importantes las unidades teóricas centradas en el descarte material producido por el uso humano del espacio, informativas de la transmisión de variación cultural. Este es el rol de la Tradición y los Tipos Históricos.

En cuanto a la Ocupación, son apropiados los análisis de comportamiento óptimo, basados en la toma de decisión adaptativa sobre registros promediados, representativos de la ocupación humana de un ambiente. Son adecuados para esto los trabajos basados en la medición de la variación en la amplitud de la dieta - ver ejemplos en Bettinger (1991), Broughton y Grayson (1993), Grayson y Delpech (1998) entre otros. Las historias de ocupación tienen por resultado la formación de registros arqueológicos más inclusivos, de diferente naturaleza, en términos de diversidad, densidad, distribución, escala espacial e historia cultural -ver Dunnell 1992:33. El análisis ecológico evolutivo de la diversidad de conductas en la historia ocupacional, permite analizar la variación temporal en la adaptación fenotípica contingente, con las propiedades dinámicas del entorno adaptativo, tal como lo demuestran los trabajos de Parry y Kelly (1998), Broughton y Grayson (1993) y Broughton (1994), entre otros. Esto permite discutir tanto procesos selectivos que operan en el nivel de los nichos humanos, como procesos selectivos que operan en el nivel de las tecnologías. Ambos pueden operar simultáneamente -ver Capítulo 5.

Finalmente, en términos seleccionistas la historia de ocupación, en el nivel de la población, puede generar nuevas presiones de selección natural, derivadas de la modificación del entorno adaptativo, y conducir la evolución de adaptaciones a estas presiones selectivas particulares. A este proceso se le ha denominado *construcción de nicho* (Laland *et al.* 2001). El concepto de Ocupación es útil en el análisis arqueológico de estos procesos, porque permite inferir los cambios culturalmente guiados del entorno selectivo, durante lapsos transgeneracionales de uso humano de un ambiente.

Como puede apreciarse cada una de las unidades teóricas aquí tratadas son de un alto grado de abstracción. El empleo exitoso de las mismas depende del uso de "unidades observacionales" arqueológicas válidas para su discusión en hipótesis de investigación concretas. Aquí es crítico la correspondencia entre las unidades teóricas y las unidades observacionales. Este es el tema del siguiente apartado.

9- Taxonomía de las Unidades Observacionales de la Arqueología del Valle de SAC.

Nuestra investigación se lleva a cabo mediante una serie de unidades observacionales para el tratamiento de la evidencia empírica, con el propósito de generar inferencias en relación a las unidades teóricas de análisis y considerando las particularidades de la investigación (Muscio 1996, 1998-1999). Estas unidades son: *paisaje arqueológico zonal*, *paisaje arqueológico sectorial*, *fracción sitio*, *componente*, *especimen*, y *atributo* de los especímenes.

La Tabla 3.2 presenta las unidades que proporcionan el lenguaje observacional del trabajo de investigación. Su diseño constituye una taxonomía de agregados de evidencia arqueológica, en niveles decrecientes de inclusión. Aquí la *inclusividad* define el alcance de la variación medida y descripta por cada unidad (Ramenofsky y Steffen 1998). En el marco del estudio de los paisajes arqueológicos, las escalas espaciales adoptadas para su definición sigue la propuesta de Delcourt y Delcourt (1988), modificada por Hugget (1995) -Tabla 3.3.

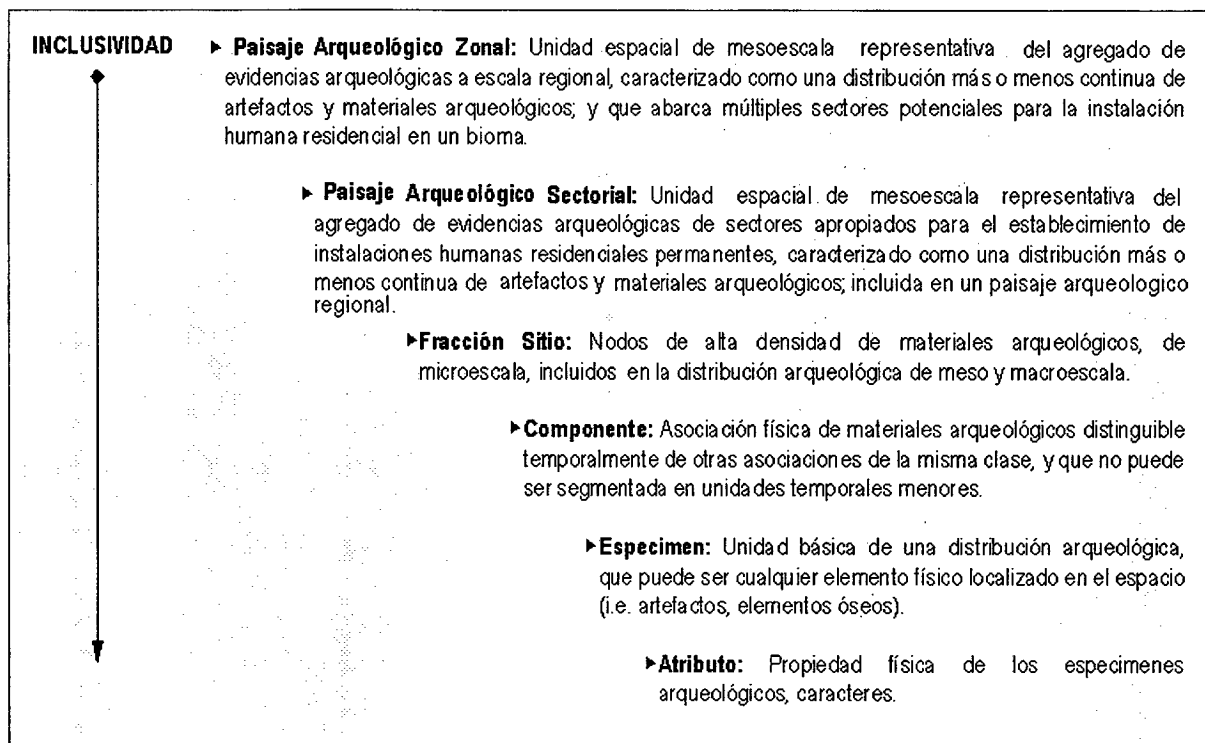


Tabla 3.2: Taxonomía de las Unidades Observacionales de la Arqueología del Valle de SAC. Cada unidad representa agregados de evidencia arqueológica en niveles de mayor a menor inclusividad. En todos los niveles pueden segmentarse conjuntos o subconjuntos a partir de criterios de agregación no ambiguos.

Escala	Área aproximada Km ²
Micro -pequeña-	<10 ⁰
Meso -mediana-	10 ⁰ - 10 ¹ 10 ² - 10 ³ 10 ³ - 10 ⁴
Macro -larga-	10 ⁴ - 10 ⁵ 10 ⁵ - 10 ⁶
Mega -muy larga-	>10 ⁶

Tabla 3.3: Rango de Escalas Espaciales de los Paisajes Geoecológicos. Tomado de Hugget (1995:14)

La descripción más extensiva de las unidades observacionales presentadas en la Tabla 3.2 es la siguiente:

Paisaje arqueológico zonal: Es una unidad espacial de mesoescala representativo del agregado de evidencias arqueológicas a escala regional (Foley 1981), tomando a la región como el espacio que define un bioma (Hugget 1991). Esta unidad se caracteriza por constituir una distribución más o menos continua de evidencia arqueológica en el espacio (Dunnell y Dancy 1983). En razón de su densidad pueden distinguirse fracciones de registro de alta o baja densidad arqueológica, que por su situación pueden ser registros superficiales o enterrados (Dunnell 1992, Ebert 1992, 1993).

Paisaje arqueológico sectorial: Es una unidad espacial de mesoescala, que está incluida en un paisaje arqueológico regional, y que constituye el agregado de evidencia arqueológica cuyo dominio espacial depende de las propiedades ecológicas y físicas del entorno, que propician el establecimiento y la persistencia de hábitats humanos residenciales. Constituye una distribución más o menos continua de evidencia arqueológica en el espacio (Dunnell y Dancey 1983). En razón de su densidad pueden distinguirse fracciones de registro de alta o baja densidad arqueológica, que por su situación pueden ser registros superficiales o enterrados (Dunnell 1992, Ebert 1992, 1993)

Fracción Sitio: Es un epifenómeno de la operación de procesos culturales y naturales de transporte, depositación y acumulación de evidencia arqueológica de microescala, que se manifiestan empíricamente como nodos de alta densidad de artefactos (Dunnell 1992) y que están incluidos en un paisaje arqueológico regional -ver Nielsen *et al.* 1997.

Componente: Es la asociación de evidencia arqueológica de la fracción sitio que puede ser temporalmente distinguible de otras asociaciones de la misma clase, pero que a su vez no puede ser subdividida en unidades temporales menores (Dewar y McBride 1992:231). Por esta razón cada componente ocupa un único lapso temporal, pudiendo ser el producto de una sola ocupación -ver definición *supra*- por ejemplo de duración transgeneracional, o por la superposición de varias ocupaciones

Espécimen: Es la unidad empírica básica de la estructura distribucional en las distintas escalas de análisis espacial (Foley 1981, Dunnell 1992) y puede ser cualquier elemento arqueológico discreto, tal como los artefactos, los elementos óseos, y las estructuras arquitectónicas -superartefactos- (*sensu* Chang 1992), entre otros elementos. El espécimen tiene localización espacial en una distribución y relaciones de asociación en un contexto sedimentario. Son las unidades empíricas básicas para la construcción de agregados más inclusivos.

Atributo. Es cualquier propiedad física de los especímenes, elegidos y definidos operativamente a partir de intereses particulares de investigación, que sirven para particionar la variación presente en los especímenes, con el fin de la construcción de clases en la sistemática arqueológica. También se denominan caracteres (Dunnell 1971).

Finalmente los términos *conjunto* y *subconjunto* se emplean operativamente para denotar agrupaciones de evidencia empírica en cualquier nivel de la taxonomía. Estas unidades se definen mediante criterios no ambiguos de inclusividad (Dunnell 1971). Este es el caso del registro arqueológico de cada unidad de excavación, prospección o recolección; tales como los conjuntos cerámicos, faunísticos, líticos, arqueobotánicos y sedimentológicos, que constituyen los principales conjuntos analizados en este trabajo. Otras agrupaciones pueden ser los conjuntos de componentes, útiles para resolver problemas en historias de ocupación de escala espacial amplia.

9.1- Principales Características de la Taxonomía de Unidades Observacionales

En la taxonomía de unidades observacionales a excepción de los especímenes, que están en la base de la jerarquía, el resto de las unidades son de tipo ideacional, es decir deliberadamente construidas para fines específicos de carácter principalmente descriptivo de la variación arqueológica. Por lo tanto constituyen unidades ideacionales descriptivas -ver *supra*-. Para su definición se consideraron lineamientos teóricos. Principalmente con relación a la naturaleza de la distribución espacial de los hábitats potenciales para el establecimiento de ocupaciones humanas y de las propiedades de los rangos poblacionales, como una función del uso extensivo o intensivo del espacio, tomando como base a la adaptación económica y a las estrategias de movilidad en distintas escalas espaciales. Esto tiene el propósito de generar unidades observacionales con alto grado de correspondencia con las unidades teóricas.

Desde un punto de vista ecológico, virtualmente todo espacio es heterogéneo y compuesto de distintos ecosistemas interactuantes, en las distintas escalas de resolución espacial. Esta variación de los elementos físicos y bióticos del espacio se expresa en la estructura del mosaico ecológico, donde los límites entre *patches* pueden ser gradientes, o discontinuidades muy marcadas (Wiens 1997). Desde la perspectiva de la metapoblación un *patch* es un espacio con los recursos necesarios para el establecimiento de poblaciones locales, y es sinónimo de hábitat local (Hansky y Simberloff 1997:10). En este marco es también crucial el modo característico con el cual las especies perciben la variación espacial, y que se relaciona, entre otras cosas, con el tamaño de los organismos y las adaptaciones económicas y reproductivas (Brown 1995). Como generalidad, las áreas usadas por los humanos se presentan en *patches* con límites marcados -fragmentos- (Wiens 1997); en escalas que varían de acuerdo a parámetros ecológicos y físicos que se manifiestan en las adaptaciones económicas y en las tácticas de uso del espacio (Kelly 1983,1995, Butzer 1985, Staffod y Hayek 1992). En términos arqueológicos este uso heterogéneo del espacio junto con la dinámica ocupacional (Deward y McBride 1992) lleva a la formación de agregados de evidencia arqueológica con una distribución heterogénea, cuyos patrones requieren análisis en distintas escalas (Ebert 1992, 1993, Lanata 1996). Sobre la base de la heterogeneidad espacial se ha planteado que el registro arqueológico, como distribución artefactual del presente (Dunnell1992), tiene tres propiedades principales: *densidad, diversidad y distribución* (Lanata 1997). Considerando la naturaleza *geoecológica* (*sensu* Huggett 1995) de estas distribuciones materiales, los mecanismos causales que afectan sus propiedades pueden variar en relación directa con las múltiples escala de análisis, desde la microescala a la macroescala.

En esta perspectiva el paisaje arqueológico zonal es un resultante de procesos de historia ocupacional y tafonómica que operan a escala regional (ver Borrero 2001-a), y en la escala temporal de largo plazo -intergeneracional o evolutiva. En situaciones de poblamiento humano donde el rango de distribución de la población local es grande, debido a una estrategia predatoria de alta movilidad residencial entre hábitats transitorios, basada en un uso *extensivo* del espacio, los patrones arqueológicos detectables a escala regional, reflejan el descarte arqueológico en el nivel de la población evolutiva local. En consecuencia el paisaje arqueológico zonal brinda información acerca del registro fósil de la ocupación humana a escala regional y en el nivel de la población local. Esto puede investigarse mediante metodologías orientadas al estudio de los patrones de distribución arqueológica en la mesoescala y al estudio de los rangos humanos. Es de esperar que la extensión del rango poblacional varíe según la latitud, la productividad primaria, la distribución, la accesibilidad de los recursos y la densidad poblacional (Kelly 1995, Borrero 2001-a). De tal manera, la elección de unidades espaciales amplias para definir las zonas de muestreo, puede realizarse sobre la base de las propiedades del paisaje ecológico en la escala del bioma (Butzer 1985), y considerando los factores que pudieron operar en la selectividad de hábitats humanos para un bloque temporal determinado (Borrero 2001-b, Steele 2002). Para el caso aquí analizado la escala ecológica más inclusiva abarca el bioma de desierto de altura puneño (Muscio 1998). La unidad zonal de muestreo de este ambiente, comprende un espacio de mesoescala de alrededor de 1500 km², abarcando el Valle de San Antonio de los Cobres -ver Capítulo 4. De esta propuesta se deriva que el estudio comparativo de los patrones emergentes del análisis de diferentes distribuciones zonales, representativas de diferentes biomas o espacios ecológicamente diferenciados como los ecotonos, permite discutir procesos en la escala más inclusiva de la metapoblación. Esto lleva al análisis del registro arqueológico en la macroescala. Este análisis sobrepasa los intereses de investigación de este trabajo, aunque es clave para estudiar la adaptación humana y la operación de la selección natural resultante de la ocupación humana de diferentes ambientes, tales como los desiertos de tierras altas y las yungas subtropicales (Muscio 1998).

Por otra parte, cuando la movilidad humana es reducida, como consecuencia de estrategias económicas que implican un uso más intensivo del espacio, el rango de distribución espacial de la población local y su descarte arqueológico también son reducidos en extensión (Kelly 1992). Particularmente cuando

predomina el sedentarismo, definido como la estabilidad residencial, (Nelson 1999), ligado a estrategias de producción de recursos altamente localizadas en ambientes de microescala, como la agricultura (Butzer 1985). En este caso, los agregados arqueológicos de unidades espaciales de mesoescala, que capturan el mosaico ambiental propicio para la instalación humana permanente –principalmente presencia de agua, suelos favorables para la agricultura, y pasturas para rebaños- son adecuados para discutir procesos en el nivel de la población local. El paisaje arqueológico sectorial es la unidad observacional orientada para estudiar estos fenómenos.

La extensión espacial de estas unidades, es una decisión instrumental que depende de las particularidades ecológicas y físicas del entorno. Particularmente de la textura topográfica del paisaje y sus propiedades bióticas y abióticas que definen distintos geoambientes en el interior de un bioma (Hugget 1995). En el Valle de SAC, estas unidades abarcan espacios del orden de los 300 Km² -ver Capítulo 4 –captando el mosaico de ambientes propicios para la instalación humana residencial, y la variación en la distribución de los recursos en los sistemas de cuencas y quebradas (Muscio 1998-1999). Estas unidades arqueológicas brindan información en el nivel de la población local siempre que el poblamiento humano ocurra a partir de la estabilidad residencial y con estrategias de movilidad reducida, implementadas desde un lugar central de uso permanente. Este sería el caso de las economías productivas en el Temprano que constituyen el tema de investigación. Es importante resaltar que el cambio de escala del rango poblacional, derivado de la estabilidad residencial, permite el estudio arqueológico de procesos en el nivel de la metapoblación a través del estudio integrado de los distintos paisajes arqueológicos sectoriales incluidos en la estructura arqueológica a meso y macroescala. Precisamente las evidencias de estabilidad residencial –sedentarismo- son claves en esta línea de investigación.

En cuanto al componente, la resolución temporal de estas unidades y la inferencia de su historia ocupacional son aspectos metodológicos que dependen de los instrumentos de medición temporal -i.e. ¹⁴C, TL, o los tipos históricos de artefactos que funcionan como cronómetros (*sensu* Ford 1938, 1949, 1954; Lyman y O'Brien 1997, 2000), entre otros. En estos términos la sucesión de componentes posibilita el análisis de linajes y tradiciones culturales, asociados con la historia de ocupación -ver Dunnell (1992), (1995). Es importante destacar que el componente es la expresión empírica de la historia de ocupación (Dewar y McBride 1992:231). De tal manera esta unidad observacional se utiliza para generar inferencias con relación a la ocupación -unidad teórica. La distribución espacial de los componentes es el resultado primario de los factores que controlan la temporalidad, y fundamentalmente la dinámica de las ocupaciones humanas de hábitats particulares. Por ejemplo, el establecimiento de un ecosistema humano en un lugar particular puede en un momento responder a la oferta de humedad localizada y suelos aptos para la agricultura, y dejar de ser viable conforme aumenta el tiempo de ocupación del hábitat por la degradación ambiental antrópica -ver Butzer (1985). Esto último afecta notablemente a las adaptaciones agrícolas de ambientes áridos -ver Redman (2000). El estudio empírico de estos fenómenos se realiza a partir de los componentes y en el marco de los estudios paleoambientales pertinentes.

Finalmente en esta propuesta las unidades observacionales de menor nivel jerárquico son el espécimen, y luego el atributo. El primero es la unidad estrictamente fenomenológica. Los especímenes son los elementos básicos de un paisaje arqueológico, que tienen localización espacial y temporal características, y fundamentalmente variación (Dunnell 1992). Estas son las unidades a partir de las cuales se realiza la construcción de unidades más inclusivas para el estudio de la variación en los distintos niveles de observación. En este marco, los atributos, aunque forman parte de los especímenes no son unidades fenomenológicas, sino construcciones ideacionales hechas para medir la variación de los especímenes. Este es el caso de los atributos elegidos para la construcción de los tipos históricos orientados al análisis de la filogenia cultural, o de los rasgos métricos y no métricos utilizados en zooarqueología, para la clasificación de especies en un registro fósil o para el estudio de sus propiedades tafonómicas (Lyman 1994).

La estructura jerárquica de las unidades observacionales aquí presentada tiene implicancias en términos inferenciales. La información que puede obtenerse mediante el empleo de unidades observacionales de un determinado nivel no es simétrica con respecto a la de otros niveles de análisis. Es decir que cada unidad tiene una escala de resolución y sirve para generar inferencias en esos niveles. Sin embargo, mediante argumentos apropiados, en términos de validez conceptual y empírica, es posible utilizar métodos agregativos de evidencias para realizar inferencias de niveles observacionales inferiores a niveles superiores, tal como el paisaje arqueológico zonal o sectorial, y discutir aspectos en el cual las unidades teóricas de análisis son la población o la metapoblación.

Antes de avanzar en el último punto de este capítulo, es conveniente abordar una cuestión clave: la diferenciación sustantiva entre la Arqueología Evolutiva y la Escuela Americanista Histórico Cultural, ya que la reivindicación aquí planteada de algunas de las unidades de análisis desarrolladas por esta escuela podría llevar confusiones sobre este aspecto.

10 -La Arqueología Evolutiva No es una Versión Actualizada de la Escuela Histórico Cultural

En las secciones precedentes hemos defendido la utilidad de un conjunto de unidades arqueológicas y de procedimientos de construcción de datos, que fueron elaborados tempranamente en la historia de la arqueología, por la Escuela Americanista Histórico Cultural. No obstante la utilidad de estas unidades y procedimientos, principalmente la de aquellos orientados al estudio de filogenia cultural, la Arqueología Evolutiva no constituye una versión renovada de esta escuela teórica. Sintéticamente en este apartado señalamos las principales diferencias entre ambas perspectivas, según nuestro criterio.

La Arqueología Evolutiva es un paradigma nuevo, basado en el materialismo histórico Darwiniano. Precisamente, el materialismo, derivado de la concepción seleccionista del cambio evolutivo, es la mayor diferencia con la Escuela Americanista Histórico Cultural, ya que es la antítesis del *idealismo* o normativismo sobre el que se sustentó la mayoría de las explicaciones de esta escuela (Binford 1968). El materialismo histórico Darwiniano, se asienta en el principio de selección y se expresa fundamentalmente en la dimensión económica de la evolución (Eldredge 1989, Winterhalder 2001a y b), la cual se traduce en la competencia como el principal factor selectivo (Foley 1995). Así, las concepciones normativas *como causas últimas* para explicar el cambio no tienen lugar en el Darwinismo. Para atender a la dimensión económica de la evolución son cruciales los modelos de la Ecología del Comportamiento Humano (Smith y Winterhalder 1992, Boone 1998), orientados a esclarecer el rol del entorno adaptativo en la explicación de los patrones arqueológicos (Winterhalder 2001a y b), y su vinculación con mecanismos específicos que afectan a la dinámica evolutiva humana de largo plazo, incluyendo mecanismos culturales de selección (Muscio 2002).

Otro aspecto relevante que diferencia a la Arqueología Evolutiva de la perspectiva Histórico Cultural, es la construcción de modelos específicamente diseñados para explicar patrones de cambio en escalas temporales arqueológicas. Esto resulta del reconocimiento de la inadecuación de la perspectiva etnográfica, que dominó la concepción de los mecanismos invocados por la escuela Histórico Cultural, para explicar el cambio, y que fue advertida por la Nueva Arqueología (i.e. Flannery 1976a y b, Binford 1981, 1983). En este sentido, conceptos tales como difusión, migración y reemplazo cultural, fueron aplicados al registro arqueológico sin ninguna preocupación por las escalas propias de la arqueología (Lyman *et al.* 1997-a y b).

La Arqueología Evolutiva, a partir de los conceptos de transmisión cultural, toma de decisión racional y selección natural, está orientada a explicar dinámicas de cambio no equivalentes a las observadas etnográficamente. Si bien el concepto de cultura es un elemento clave, dado que aporta la

base para los estudios de filogenia cultural, su concepción como información socialmente transmitida que afecta al fenotipo (Boyd y Richerson 1985), es fundamentalmente dinámica. Por esta razón, la noción de “cultura arqueológica” es inadecuada en Arqueología Evolutiva, dado que asume un concepto estático de la cultura, basado en la etnología para su definición, y totalmente ajeno a las nociones Darwinianas de emergencia de variación *de novo*, heredabilidad y dinámica de la información cultural. En esta línea algunos teóricos han propuesto al *meme* (*sensu* Dawkins 1982) como la unidad de heredabilidad (i. e. Durham 1991, Neff 2001), pero debido a lo controversial de esta unidad -ver Boyd y Richerson 2000-, la Arqueología Evolutiva se ha centrado en el estudio de rasgos culturales, sin especificar ninguna unidad elemental de heredabilidad. Estas unidades, que pueden ser definidas sin ambigüedad a partir de la sistemática arqueológica basada en caracteres (O’Brien y Lyman 2000), tienen además la ventaja de poder ser tratadas algebraicamente como alelos, en la formalización de los mecanismos y procesos de cambio evolutivo (Boyd y Richerson 1985, Neiman 1995).

Los argumentos presentados en contra de la noción de cultura arqueológica son también válidos para excluir de la agenda evolucionista el concepto de “Área Cultural”, que es clave en la Escuela Americanista Histórico Cultural. Sin embargo, estas críticas no implican que en Arqueología Evolutiva como en Paleobiología, no tengan importancia los estudios de la variación geográfica de caracteres y otras unidades taxonómicas. Precisamente el análisis cladístico, y la noción de variabilidad neutral y funcional permiten estudiar la dimensión espacial de la dinámica evolutiva en arqueología (O’Brien y Lyman 2000, 2002). En estos términos son apropiados los tipos históricos, como unidades taxonómicas *que no definen a una cultura arqueológica*, sino a unidades culturales que evolucionan en linajes hereditarios y en tradiciones espacial y temporalmente acotadas. Es muy importante remarcar que estos procedimientos no conducen a plantear “áreas nucleares” de complejos culturales, y zonas marginales a las mismas; sino espacios más o menos heterogéneos de distribución de variantes culturales filogenéticamente relacionadas, y que cambian en la dimensión temporal.

El concepto de áreas nucleares, y todos sus derivados, son resabios del modelo etnológico de cultura y de la aplicación de modelos etnohistóricos, que todavía dominan buena parte de la construcción de las narrativas explicativas en la arqueología andina, a pesar de los esfuerzos que se hicieron para superarlos (i.e. Olivera 2001, Hernández Llozas 2001, Nielsen 2001). Esta perspectiva obstaculiza el estudio de la variabilidad de procesos evolutivos en la escala local. Como ejemplo de su aplicación puede citarse el trabajo de síntesis de arqueología andina de Richardson (1994), entre muchos otros.

Finalmente otro aspecto no menos relevante que diferencia ambas perspectivas es el razonamiento inductivo que domina en la Escuela Americanista Histórico Cultural a la construcción de las unidades de análisis. En Arqueología Evolutiva este procedimiento no tiene lugar, ya que las mismas siempre se derivan deductivamente del materialismo Darwiniano –ver especialmente Dunnell (1995) y Lyman y O’Brien (2000). Mas precisamente, la Arqueología Evolutiva es un paradigma materialista que hace uso de algunas de las herramientas teóricas construidas por la escuela Americanista Histórico Cultural y también por la Paleobiología, pero tomando el legado principal de la Nueva Arqueología: es decir la construcción de metodologías científicas que permitan dejar al descubierto cuando las explicaciones esgrimidas acerca del pasado son equivocadas (Muscio 2002).

De tal manera la Arqueología Evolutiva no es una versión mejorada de la Escuela Americanista Histórico Cultural, aún reconociendo sus logros. Habiendo establecido este punto en el acápite siguiente se desarrollan las particularidades del diseño de investigación de este trabajo.

10- Acerca del Diseño y la Metodología de Investigación.

Sin embargo, dado que el universo ha evolucionado de un modo singular, podríamos esperar que las capacidades de razonamiento que la selección natural nos ha dado, sigan siendo válidas en nuestra búsqueda de una teoría unificada completa, y no nos conduzcan a conclusiones erróneas.
S. W. Hawking (1988:31)

En esta sección se sintetizan los principales procedimientos de investigación de este trabajo doctoral. Antes de avanzar en la discusión de este diseño, es importante remarcar que en la perspectiva aquí adoptada, el estudio del caso arqueológico en particular, está al servicio del objetivo más general de construcción de Teoría Evolutiva. Esto se fundamenta en que la Arqueología Evolutiva constituye un campo de investigación, que a partir del registro arqueológico contribuye, junto con otras ciencias, en el entendimiento de los fenómenos de cambio evolutivo, mediante la construcción de teoría para explicarlo. En esta agenda programática es central la aplicación de la Teoría Darwiniana al estudio de casos particulares, de distintos campos fenomenológicos más allá del biológico (Cronk 1999). Un aspecto a destacar de esta perspectiva es que el trabajo teórico principal no está dirigido a la construcción de teoría para el registro arqueológico, sino a la construcción de unidades ideacionales para el estudio de fenómenos evolutivos en escalas arqueológicas, mediante modelos (*sensu* Wintherhalder 2000). El rol del estudio de los procesos de formación del registro arqueológico, como registro fósil, es crucial para la validez de las inferencias acerca de las propiedades de las unidades de cambio analizadas y discutidas en los modelos (O'Brien y Lyman 2000). Así, estudios como la tafonomía (Borrero 1993, Lanata 1995 Lyman 1995) son de alta prioridad en Arqueología Evolutiva pero no son independientes de su agenda de investigación. Esto no implica que tales áreas de investigación no posean un cuerpo teórico propio.

La Figura 3.1 esquematiza, en un diagrama de flujo, los procedimientos del proceso de investigación arqueológica en el Valle de SAC. Se incluyen los procesos de construcción de teoría, modelos, deducción de hipótesis, construcción de unidades teóricas, construcción de datos, construcción de unidades observacionales, los procedimientos de obtención de muestras y análisis, y de control de calidad de resultados; y los procesos de inferencias y contrastación de hipótesis. Sintéticamente, el diseño consiste en la deducción de hipótesis de trabajo a partir de modelos evolutivos. La Teoría Evolutiva ocupa el nivel más alto de abstracción y jerarquía, y conceptualmente es una estructura de referencia que cambia y evoluciona con la incorporación de los resultados de la investigación. Los modelos utilizados en esta investigación abarcan los desarrollos teóricos de la Ecología Evolutiva Humana (Smith y Winterhalder 1992), la Teoría de la Transmisión Cultural (Cavalli Sforza y Feldman 1983, Boyd y Richerson 1985, Durham 1991), la Teoría de las Metapoblaciones, y la Teoría de Filogenia Cultural (O'Brien y Lyman 2000). Estos modelos son de nivel medio entre las observaciones empíricas y la teoría general (Smith 2000).

Las hipótesis de investigación son resultados de procesos deductivos y en el diagrama están representados con el ícono que expresa esta identidad. En este trabajo la construcción de estas hipótesis también se realizó a partir de observaciones etnográficas llevadas a cabo entre sociedades de pastores y agricultores de la Puna de Salta. El trabajo actualístico fue teóricamente guiado en el marco de modelos Darwinianos de optimización y transmisión cultural (Muscio *et al.* 2001, Gómez y Azcune 2002, Muscio 2002), y fue entonces enteramente dependiente de la teoría general (O'Connell 1995). En el diagrama esto se indica como un procedimiento o proceso.

En este diseño el registro arqueológico se concibe como la porción del dominio fenomenológico a explicar, y ocupa el nivel de menor abstracción teórica, donde lo único real es su variación (Dunnell 1995). Este aporta el dominio empírico para el estudio de patrones y procesos a explicar en términos evolutivos. En el diagrama esto se indica por su lugar en la jerarquía, expresando un fenómeno cuyas características percibidas dependen y varían en relación con las unidades observacionales utilizadas para su estudio. Sobre esta base la construcción de datos se realizó a partir de los siguientes procedimientos:

-Obtención de Muestras: Se realizó por prospección y relevamiento superficial y por excavación. En esta instancia se relevaron transectas superficiales, y se excavaron unidades de muestreo en sitios. También se efectuó el relevamiento y confección del plano de las plantas arquitectónicas, y el relevamiento de fuentes potenciales de materias primas líticas y de bancos de arcilla.

-Análisis de Laboratorio de las Muestras: En los conjuntos faunísticos se realizaron análisis taxonómicos y tafonómicos; en los conjuntos cerámicos análisis de seriación de frecuencias, covariación de rasgos métricos y composición de pastas; en los conjuntos líticos análisis de diversidad de clases; y en los conjuntos arqueobotánicos análisis de determinación taxonómica. Estos estudios se complementaron con las determinaciones radiométricas y el análisis de la resolución temporal de cada registro estudiado.

-Control de la Calidad de Los Datos: En la instancia de construcción de datos tuvo lugar el control de calidad de los mismos, en términos de confiabilidad. Principalmente se evaluó el rol de los procesos de formación del registro arqueológico y la historia tafonómica de los conjuntos analizados, los procedimientos de muestreo, la representatividad estadística de las observaciones y los errores de medición. La información así tratada sirvió para inferir propiedades, patrones y procesos; y constituye la base para la contrastación de las hipótesis de investigación de este trabajo.

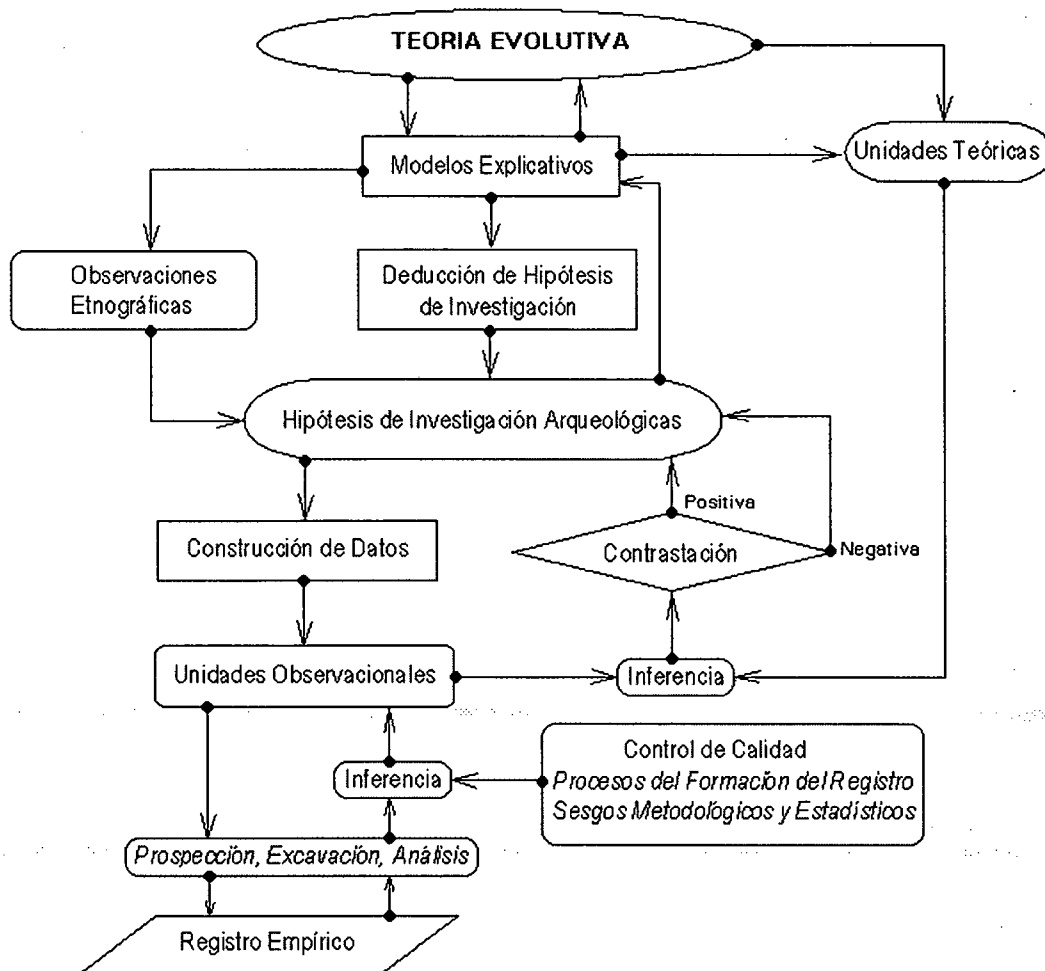


Figura 3.1: Diagrama de Flujo de los Procedimientos de Investigación Arqueológica Evolutiva en el Valle de SAC.

Como muestra el diagrama de la Figura 3.1, las propiedades y procesos inferidos de las unidades observacionales, intervienen luego en un proceso de inferencias de las propiedades y procesos atinentes a las unidades teóricas. Estas unidades teóricas también se derivan de modelos evolutivos, como ya fue destacado en secciones anteriores. Posteriormente, esta información inferida sortea el procedimiento de contrastación de hipótesis, el cual en este diseño es concebido como un proceso de *toma de decisión selectiva*. La toma de decisión implicada en la contrastación de hipótesis está guiada por la bondad de ajuste entre las conclusiones inferidas acerca de un registro arqueológico particular, obtenidas a lo largo de toda la cadena inferencial, y las predicciones de las hipótesis de trabajo. Los resultados de contrastación negativa y positiva de las hipótesis ascienden a los modelos teóricos y a la teoría general. Este procedimiento, operando recursivamente, mediante la replicación de casos de estudio, constituye un proceso genuino de selección de hipótesis y modelos, que robustece y brinda mayor persistencia a los modelos positivamente corroborados, elimina selectivamente de la Teoría General a los modelos defectuosos, de corroboración negativa o probabilísticamente inconsistentes, y estimula la creación de modelos nuevos sobre variaciones de los anteriores. Como se puede apreciar el diseño de investigación está basado en un marco epistemológico evolutivo seleccionista, en el cual las teorías científicas y las ideas con respecto a las propiedades del universo fenomenológico evolucionan de un modo Darwiniano (ver Popper 1967, Dennett 1995).

La aplicación de este diseño de investigación requiere de un trabajo arqueológico continuo y de gran extensión temporal en el estudio de casos, debido a que por su naturaleza las conclusiones robustas se obtienen a partir de una *secuencia* de procedimientos de contrastación de hipótesis, en un proceso de investigación de largo plazo. De tal modo este trabajo de tesis doctoral es una primera etapa en este proceso de largo plazo, que abarcó un lapso de trabajo de campo y laboratorio de cuatro años. En consecuencia los resultados obtenidos son instancias iniciales de contrastación de las hipótesis de investigación y de elaboración de hipótesis nuevas. El resto de los capítulos desarrolla las particularidades de este trabajo, comenzando con el estudio de las propiedades bióticas y abióticas del Valle de SAC, en el marco de las propiedades ambientales de la Tierras Altas de la Puna de Argentina, y en relación con los principales factores que inciden en las adaptaciones humanas con nichos de producción de alimentos. Este es el tema del siguiente capítulo.

CAPÍTULO 4

EL ÁREA DE ESTUDIO, PROPIEDADES FÍSICAS Y BIÓTICAS CON RELACIÓN A LAS ADAPTACIONES HUMANAS AGRÍCOLAS Y PASTORILES

1- El Ambiente Desde la Perspectiva Evolutiva

En este capítulo se analiza el ambiente físico de la Puna, y en particular del Valle de SAC, considerando las propiedades que pudieron afectar a la dinámica de evolución de las poblaciones humanas del Período Temprano. En términos evolutivos se estudia al ambiente como entorno selectivo. Más precisamente, el entorno o ambiente selectivo constituye el escenario en el cual las unidades evolutivas, definidas en cualquier escala y agregadas en poblaciones, interactúan entre sí y con elementos físicos y bióticos externos (Eldredge 1989). De esta interacción resultan las diferencias de *fitness* entre las unidades, que tiene por consecuencia la persistencia o la extinción de variantes y la modificación de su estructura poblacional. Esto caracteriza el proceso de *evolución selectiva*. De tal manera la investigación de procesos de evolución selectiva requiere del análisis de las propiedades del entorno, para identificar potenciales agentes de selección natural. Pero antes de pasar al análisis del ambiente puneño es importante presentar con mayor detalle los aspectos teóricos que lo guiaron.

En el nivel del organismo, los elementos del entorno con efectos potenciales sobre el fenotipo individual abarcan los constituyentes bióticos y abióticos del ambiente físico en distintas escalas temporales y espaciales. En las especies sociales es crucial la interacción entre individuos y grupos que genera diferentes dinámicas de adaptación, basadas en las propiedades sociales de la población (Boone 1992). Los organismos constituyen los actores del proceso evolutivo con características fenotípicas particulares. Las mismas son el resultado de la historia filogenética y de factores ambientales que operan durante todas las etapas de la ontogenia sobre el fenotipo; en el desarrollo tanto de caracteres físicos como de patrones de sociabilidad, y en el aprendizaje individual y social de pautas de comportamiento particulares (Durham 1991).

El punto crítico a destacar es que en las explicaciones seleccionistas del comportamiento es fundamental el análisis no normativo de las propiedades del entorno que afectan al fenotipo, ya que los organismos perciben la *variación* del ambiente en una variedad de escalas espaciales y temporales, especialmente en las locales y ecológicas, que son contingentes con la conducta (Foley 1995). Como señalan Winterhalder y Golland (1997) las descripciones del entorno basadas solamente en medidas de tendencia central, y no en su variación, son inapropiadas en el análisis seleccionista de casos etnográficos o arqueológicos.

La descripción normativa del ambiente responde a la perspectiva del "adaptacionismo ecológico", la cual es muy frecuente en arqueología y antropología (i.e. Johnson y Earle 1987, Campbell 1985, Binford 1983). En arqueología este enfoque es aplicado a una variedad de fenómenos, tales como la domesticación de plantas o animales, la aparición de nuevas tecnologías, el surgimiento de nuevos órdenes sociales, o las modificaciones en la movilidad humana, entre otros. Estos cambios son explicados como respuestas adaptativas al cambio ambiental modal, de alguna variable presumiblemente "clave". Entre las más típicas se suelen citar, la humedad, la temperatura y la demografía. Sin duda cada una de estas variables son importantes en términos Darwinianos (Foley 1995), pero la lógica adaptacionista no considera los efectos selectivos de estas variables –por ejemplo en la eficiencia económica- sino que las concibe como perturbadoras de estados de equilibrio sistémico. El razonamiento adaptacionista deposita la

explicación en las posibles ventajas de un conjunto de conductas a cambios ambientales modales. Tales ventajas son consideradas *adecuaciones* tendientes a mantener a los sistemas ecológicos -y a los ecosistemas humanos- en estados de equilibrio, respondiendo a una noción *timeless* del cambio (Dunnell 1989). En estos términos la causalidad del cambio está en la tendencia inherente de los "sistemas adaptativos" al equilibrio -la búsqueda de la *homeostasis* -ver Blumler 1996 para una reseña histórica de este concepto. En esta noción de la adaptación el cambio se concibe como transformación sistémica, como un *proceso* esencialmente no Darwiniano operando en el sistema adaptativo, como unidad de análisis. Para esta perspectiva, la selección natural no cuenta y la extinción selectiva de variación maladaptativa no tiene chance (Muscio 1999).

En el marco de investigación seleccionista, es crucial el análisis de los componentes ecológicos de un entorno adaptativo. En términos generales esto requiere del estudio de la *calidad* de los hábitats humanos, medida en términos de la relación costo-beneficio implicado en las conductas de uso humano de un espacio y sus recursos. En este punto conviene recordar la definición de hábitat. Este constituye el *patch* ocupado por una población local o deme (Hansky y Simberloff 1997). La función costo-beneficio de conductas particulares, depende tanto del contexto biótico y abiótico de los *patches*, como de la tecnología disponible en el nivel de la población. De tal manera, conforme aumentan los costos de explotar un *patch*, decae su calidad. En estos términos las tecnologías humanas forman parte del fenotipo que interactúa con el entorno de supervivencia y reproducción, siguiendo la lógica del fenotipo extendido (Dawkins 1982).

Entre los determinantes no tecnológicos de la calidad de los hábitats humanos son principales cuatro aspectos: distribución, abundancia, diversidad y predictibilidad de los recursos económicos de cualquier clase, incluyendo el espacio mismo (Clarke 1968). La heterogeneidad interna de los *patches* ofrece distintas alternativas de conducta, con diferentes consecuencias en términos de *fitness*. De esta heterogeneidad resultan las diferencias de calidad entre *patches*. Por otra parte, la variación temporal en diversas escalas de los elementos que componen los *patches*, lleva a una dinámica que afecta a la calidad de los mismos, y que puede tornarlos inapropiados para albergar poblaciones locales (Wiens 1997).

En las siguientes secciones caracterizamos a la Puna como un bioma de desierto de altura, con propiedades que imponen restricciones a las adaptaciones humanas. Para esto nos centramos en el análisis en la variación espacial y temporal de los elementos bióticos y abióticos, que más inciden en el establecimiento nichos económicos basados en la predación como en la producción de alimentos.

2- La Puna Como un Bioma de Desierto de Altura

La Puna de Argentina es una prolongación del Altiplano Andino, el cual se extiende desde el sur de Perú, abarcando también el oeste de Bolivia y sectores del norte de Chile. Las características topográficas, climáticas y biológicas de la Puna Argentina diferencian a esta región de áreas adyacentes. Las principales diferencias responden a su situación altitudinal: una extensa geografía elevada sobre los 3400 m/nm, sus condiciones de gran aridez, la marcada estacionalidad de las precipitaciones, y las fluctuaciones de temperatura y precipitaciones, en distintas escalas temporales, y con diferentes grados de magnitud (Muscio 1998). La estacionalidad se expresa en una estación húmeda -otoño e invierno- y una estación seca -primavera y verano-. Estas características de mesoescala operan selectivamente sobre la biota regional. Sobre esta base es apropiado considerar a la Puna como un ambiente ecológico particular, representativo de un *bioma* de desierto de altura. El concepto de bioma hace referencia a extensas regiones donde grupos específicos de plantas y animales, incluyendo poblaciones humanas, establecen nichos (Butzer 1985).

Como señala Aldenderfer (1998), desde el punto de vista de la biología humana los ambientes de altura, como los puneños, son aquellos hábitats localizados por encima de los 2.500 m/nm, dado que por encima de esta altitud los humanos sienten los efectos de la *hipoxia*. El uso residencial permanente de estos espacios se manifiesta por una serie de adaptaciones somáticas vinculadas con la menor disponibilidad de oxígeno aprovechable, que tiene consecuencias en el metabolismo basal de los individuos y que afecta las necesidades nutricionales y la capacidad de trabajo. De tal manera las poblaciones humanas de Tierras Altas se diferencian, en estos aspectos, de poblaciones de Tierras Bajas.

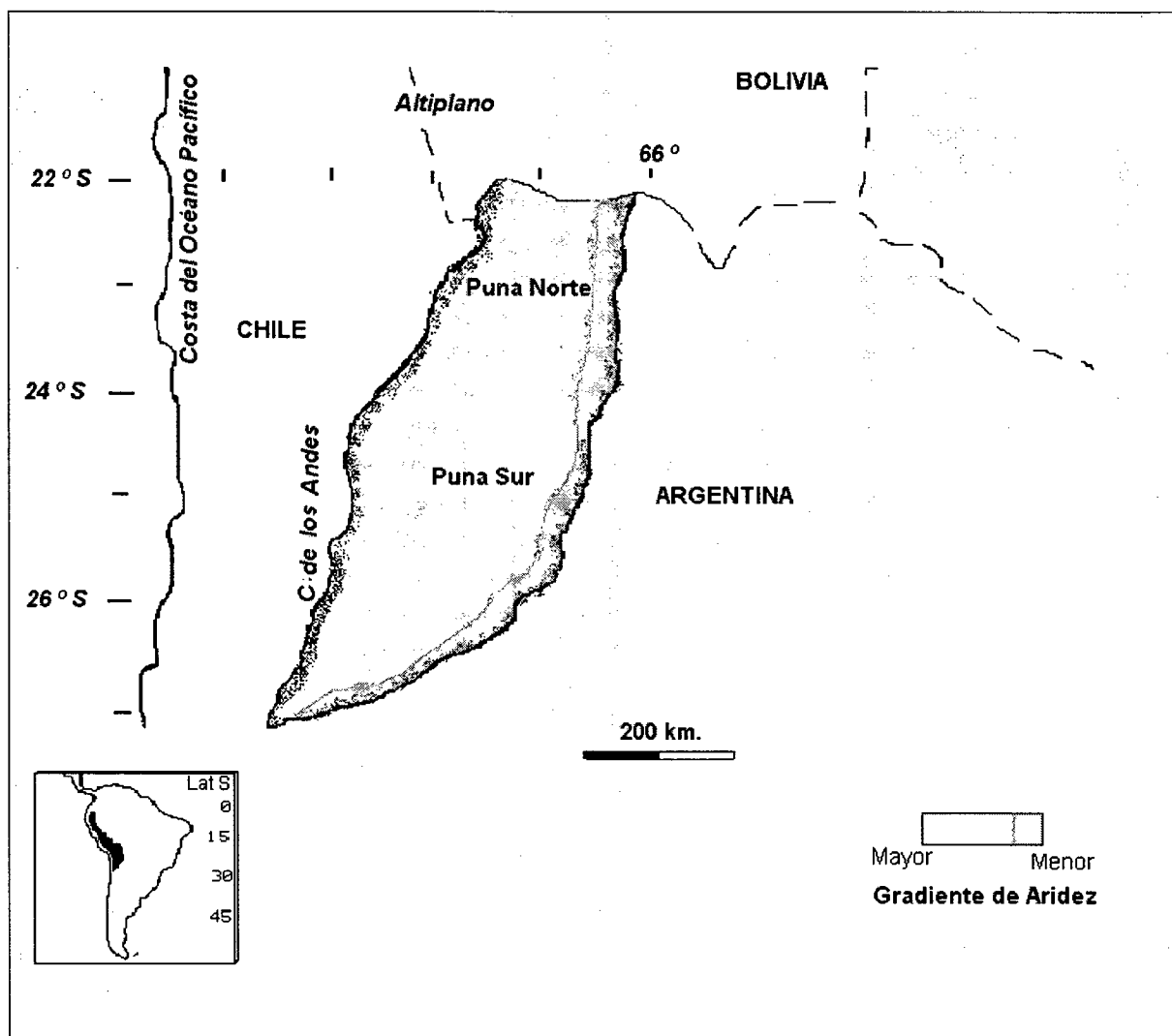


Figura 4.1: Puna Argentina, Sectorización y Gradiente de Aridez. Fuente: Muscio 1998:276 modificado a partir de Bianchi y Yañes (1992)

Desde lo geomorfológico la Puna Argentina constituye una planicie elevada, interrumpida por cordones montañosos y emplazada entre dos cordilleras principales, la Oriental y la Occidental Andina. La cordillera Oriental, a partir del Borde Oriental, da lugar a un gradiente altitudinal descendente que ofrece espacios de ecotono entre los ambientes de Puna y Prepuna y Valles Templados -Figura 4.1. La distribución del agua superficial está organizada por grandes sistemas de cuenca endorreicas, salvo en el sector de frontera argentino-boliviano con drenaje atlántico, tales como las cuencas del Río Grande de San Juan, y las de Yavi y Sansana. En escalas locales los sistemas hídricos están controlados por la estructura morfológica de pequeños valles y quebradas con cursos de agua permanentes o estacionales.

En estas escalas locales la presencia de manantiales, y oasis de altura con pastizales, forman las vegas, cuya dinámica está afectada por la permeabilidad de los suelos y las diferencias de relieve.

A partir de las diferencias en la aridez y la temperatura se distinguen dos grandes sectores, la Puna Sur, también denominada Puna de Atacama – más fría y seca - y la Puna Norte -con mayor humedad y temperatura relativa. Esta división se localiza en torno del paralelo de 24° LS.

Las diferencias de aridez se manifiestan en la mesoescala como un *gradiente altitudinal*, controlado por las precipitaciones, más abundantes en el borde oriental, y por la alta evapotranspiración, que aumenta con la altitud y que afecta el balance hídrico en todas las escalas espaciales. La media de precipitaciones no supera los 400 mm anuales en los sectores del borde oriental de la Puna Norte. Sin embargo, inmediatamente después del mismo las precipitaciones decrecen dramáticamente, presentándose amplias áreas con promedios del orden de los 100 mm –como el Valle de SAC- y también áreas hiperáridas con precipitaciones nulas (Muscio 1996,1998). Este gradiente altitudinal de aridez tiene por efecto la localización de los ambientes más fríos y secos en los sectores más occidentales de la Puna, o sectores de Puna Alta, donde las precipitaciones son inexistentes y la diversidad biológica es mucho menos abundante (Ojeda y Mares 1989). Estas diferencias ambientales se expresan en la composición florística y faunística de escala local, determinando una estructura marcadamente heterogénea de los paisajes puneños. En la Puna Norte la vegetación de arbustos –tolar- y de hierbas –pajonal- es más amplia. En la Puna sur hay más restricciones a la vegetación, mayor presencia de salares y zonas más amplias con cobertura vegetal nula. En el marco de esta heterogeneidad local, tanto las comunidades vegetales y animales muestran adaptaciones relacionadas con la aridez, las fluctuaciones meteorológicas y la altitud (Ruthatz y Movia 1975, Ojeda y Mares 1989). La vegetación principalmente xerófila y los herbívoros con adaptaciones para el ramoneo de estas pasturas son ejemplos de las propiedades del bioma de desierto de altura.

Las características particulares de los ambientes andinos de altura también se manifiestan en las adaptaciones humanas (Little 1981, Guillet 1983), proporcionando la base para el estudio de los factores causales, en un marco evolutivo de la variabilidad arqueológica *funcional* en estos entornos. Pero antes de analizar estas propiedades, es necesario pasar revista a la historia climática reciente de la Puna, orientando la discusión a la emergencia de las características ambientales prevalecientes en torno del 2.000 AP., que es el marco temporal de interés en esta Tesis. Esta cuestión se desarrolla en las siguientes secciones, restringiendo el análisis al área de estudio, el Valle de San Antonio de los Cobres.

3- Historia Climática Reciente de La Puna

En una la escala continental los registros paleoclimáticos de Sudamérica muestran una serie de cambios a lo largo del Holoceno, que afectaron las propiedades bióticas de grandes regiones, incluyendo a las Tierras Altas Surandinas. Esto habría respondido a procesos de escala Hemicontinental, que modificaron las tendencias de las precipitaciones, las temperaturas y la variabilidad climática (Graf 1992, McGlone *et al.* 1993, Markgraf 1985, 1989, 2001).

En su historia paleoclimática de escala temporal geológica, la Puna, durante todo el Holoceno presentó una vegetación de estepa fría y árida, que aunque variando en distintas fases de mayor o menor humedad, continuó con la tendencia evolutiva del bioma que supera en escala los límites del Holoceno (ver Muscio 1996). En este marco, los registros de la vertiente oriental y occidental andina indican una mayor heterogeneidad espacial durante el Holoceno Temprano (Núñez *et al.* 2001, Yacobaccio *et al.* 2001). En la historia paleoclimática reciente, las propiedades del ambiente puneño de mesoescala, es decir su característica árida e hiperárida y la distribución actual de su flora, se establecieron entre los 4000 y los

3200 AP (Latorre *et al.* 2003, Markgraf 2001). Esto está en fase con la temporalidad del desarrollo de los paisajes fitogeográficos de tiempos presentes en la escala global (Adams y Faure 1997).

Los registros paleoclimáticos de Argentina indican, que posteriormente a los 5000 AP el aumento de precipitaciones y temperatura causó el movimiento altitudinal de los horizontes vegetales, favoreciendo la retracción de los pastizales altoandinos. La evidencia de estos procesos procede de las secuencias cronoestratigráficas de El Aguilar y Barro Negro en la Puna jujeña (Fernández *et al.* 1991). Tales registros indican que durante el intervalo de 7.500 a 4.000 AP el movimiento de estos pastizales fue de alrededor de 500 mts, evidenciando un régimen de mayor aridez respecto de la fase anterior. El registro muestra un aumento de los componentes de prepuna (*Ephedra*, Chenopodiineae/Euphorbiaceae, entre otros). En esta secuencia de cambios alrededor del 3.500 BP se establecen las condiciones climáticas modernas, de mayor humedad.

En el norte de Chile, la historia vegetacional indica distintas fases de incremento de la aridez, destacándose condiciones más húmedas que en la actualidad entre 7.600-6.300 BP, 4.400-3.200 BP, y posiblemente 1.800-1.200 BP (Latorre *et al.* 2003). En la puna de Atacama se ha propuesto que a partir del 3.100 BP se establecieron las condiciones algo más húmedas, con el patrón de erosión actual y el régimen de precipitaciones del Holoceno Tardío (Núñez *et al.* 1995-1996) Sin embargo, debido a que la Cordillera de los Andes tiene incidencia en los patrones de circulación atmosférica de ambas vertientes, la variación detectada en el Norte de Chile puede no reflejar los cambios en la vertiente Argentina, como así tampoco la de los Andes Centrales (Latorre *et al.* 2003).

En la Puna de Argentina entre los 4.000BP – 3.500BP, la disminución en la temperatura y el incremento en las precipitaciones llevaron a un incremento de la vegetación altoandina, que se extendió hacia suelos menos elevados, mientras que la vegetación de Puna continuó presente en Tierras Altas. En este contexto la vegetación de prepuna siguió presente. De esto se han inferido veranos con escasas precipitaciones en la mesoescala.

En términos ecológicos esta clase de cambio paleoecológico, se corresponde con el modelo de variabilidad de escala media propuesto por Butzer (1985-1982) –ver Muscio (1996). En este modelo la variabilidad no afecta a la estructura del bioma, sino que modifica *cualitativamente* a sus propiedades. Bajo este modelo los cambios consisten en:

"Cambios fundamentales en la hidrología, la productividad y en todas las categorías de biomasa. La composición cualitativa de las comunidades bióticas perdura, pero los cambios cuantitativos afectan a las estructuras en mosaico en general, y a los ecotonos en particular (número de especies y densidades demográficas seleccionadas)" (Butzer 1982:25 Tabla 2.4)

Una de las modificaciones sustantivas de macroescala espacial, que ocurrieron en torno de los 3000 BP, y que caracteriza a las condiciones modernas, es el aumento de las fluctuaciones y la variabilidad de escala temporal corta. Esto respondió a procesos de macroescala espacial.

"...variability in the records appears to increase to become a dominant feature after 3000 BP. This is expressed by enhancement of the amplitude of change, especially well documented in the records of lake level change, and by an "anomalous" combination of plant assemblages, indicating simultaneously both increased moisture and increased drought and fire frequency" (McGlone *et al.* 1993:45)

Para el período de tiempo entre los 2.500 - 1.500 BP –el bloque temporal de mayor interés en este trabajo- no hay información paleoclimática de alta resolución. Sin embargo, los escasos datos disponibles para la Puna y el Valle de Tafí –Tucumán- sugieren que el escenario paleoambiental de Tierras Altas, habría registrado otros cambios ambientales de escala media, que habrían afectado a las propiedades de ambientes localizados, como respuesta a cambios de escala espacial más inclusiva (Sampietro Vattuone 1999).

En el Valle de Tafí a partir de la presencia de un paleosuelo fechado en 2480 ± 110 BP, se propone el cambio hacia condiciones de mayor aridez y más erosivas, previas a las condiciones actuales. Estas oscilaciones en la humedad habrían propiciado cambios en las instalaciones humanas (Sampietro Vattuone 1999). En esta línea se pueden considerar las evidencias de aumento de las condiciones de aridez en el Río de las Burras que habría tenido lugar en torno de los 1.400 BP y cuyo registro comprende el desarrollo de turbas. Sobre la base de los fechados de paleosuelos y estructuras arqueológicas se proponen, para este sector de la Puna Norte, condiciones predominantes más húmedas en torno del 2.100 BP, con un paulatino aumento de la aridez (Fernández Distel 1998).

Desde una perspectiva de megaescala estos fenómenos pueden relacionarse con eventos ENSO (El Niño/Southern Oscillation) que incrementan la variación de las precipitaciones, expresándose mediante distintos patrones en distintas regiones del continente y del planeta (McGlone *et al* 1993). Brevemente, los ENSO se caracterizan por el aumento en la temperatura de la corriente marítima que bordea la costa en latitudes al sur del Ecuador. Este calentamiento de la superficie marina debilita los vientos que normalmente soplan hacia el Oeste, disminuyendo la presión en el Pacífico Oriental y aumentándola en el Occidental (Bianchi y Yañez 1992). Este fenómeno conocido como la "Oscilación del Sur" modifica los esquemas de circulación atmosférica en varias escalas espacio-temporales (Huggett 1991, McGlone *et al.* 1993). En Sudamérica los fenómenos ENSO se expresan mediante dos fases, una con un aumento en las precipitaciones y en la humedad relativa conocida con el nombre de El Niño, y una fase de disminución de las precipitaciones y más frío -la Niña (McGlone *et al.* 1993).

Durante los últimos 1.580 años en los Andes Centrales hay evidencia sólida que indica variación climática recurrente en múltiples frecuencias. Un episodio de aumento de las condiciones de aridez de mesoescala, está señalado en los registros de resolución anual del glaciar de Quelccaya, en el sur de Perú, y en la evidencia palimnológica del lago Titicaca. Ambos registros muestran gran coherencia estadística lo que permite inferir la situación paleoclimática regional (Orloff y Kolata 1993).

En la macroescala espacial, a partir de las evidencias de Laguna Pallecocha, en el sur de Ecuador, se ha destacado que la actividad ENSO registra oscilaciones en escalas temporales del orden del milenio (Moy *et al.* 2002). Sobre un registro lagunar continuo de 12.000 años, este trabajo indica que la frecuencia de los episodios ENSO de escala temporal entre los 2 y 8 años de disminución de precipitaciones, oscila en escalas de alrededor de 2.000 años. El registro paleoclimático indica que en estas escalas, la amplitud y la frecuencia de los ENSO aumenta durante el Holoceno, con un pico de amplitud y frecuencia entre los 2.000-1.000 BP -calibrados (Moy *et al.* 2002).

Estas oscilaciones de escala milenaria en los ENSO se relacionarían con procesos que afectan la dinámica climática de macroescala (Moy *et al.* 2002), lo cual se explica en el marco de los eventos no glaciales de cambio rápido (Alley 2000, Overpeck y Webb 2000). La importancia de este estudio radica en que por la escala espacial implicada, estas oscilaciones de los eventos ENSO afectarían a las Tierras Altas del Noroeste de Argentina, sin embargo su expresión local es desconocida. En términos arqueológicos, el aumento en torno del 2.000 BP de la frecuencia y magnitud de los episodios ENSO pudo afectar la dinámica de poblamiento humano por el deterioro y la pérdida de los hábitats humanos colonizados. El

impacto de estas oscilaciones en los ecosistemas locales es dependiente de las propiedades estructurales de los geoambientes en escalas espaciales reducidas (Hugget 1995).

Resumiendo, diversos registros paleoambientales permiten concluir que entre los 4.000–3.000 BP se establecen las condiciones climáticas actuales de la Puna, con un aumento en la frecuencia y la magnitud de la variación hacia los 3.000 BP, y probablemente un aumento en la duración y frecuencia de los eventos áridos ENSO posterior al 2.000 BP y hasta los 1.000 BP. Sobre esta base, las tendencias en la variabilidad ambiental presente, son comparables a las prevaecientes en torno de los 2.500 BP., pero considerando un escenario probable de aumento de la frecuencia, magnitud y duración de las fluctuaciones de corto plazo e impredecibles, entre los 2.000–1.000 BP.

4- El Valle de San Antonio de los Cobres. Ubicación y Generalidades.

El Valle del Río San Antonio de Los Cobres (SAC), con una superficie aproximada de 1.500 km², es el ámbito de mesoescala para el estudio regional de variabilidad arqueológica, Figura 4.2. El área abarca el Departamento de Los Andes, y en menor medida el Departamento de La Poma hacia el Norte, ambos pertenecientes a la provincia de Salta y limítrofes con la provincia de Jujuy.

El Valle de SAC forma parte de la cuenca de Guayatáyoc - Salinas Grandes, que incluye también la parte sur de la Puna de Jujuy. El área de estudio se localiza en la franja que divide a la Puna Norte de la Puna Sur. Desde el Valle de SAC se tiene acceso potencial a una amplia variabilidad de recursos de distintos pisos altitudinales. La localización geográfica la ubican a distancias menores a los 50 Km. de tierras más bajas, especialmente de los ecotonos prepuneños y de los valles mesotermales, y de 130 Km. con respecto a las Tierras Bajas de Yungas.

El clima de toda esta área es subtropical seco y frío, con carácter continental intenso y de desierto. Los índices de humedad son extremadamente bajos, la presión atmosférica es baja y la radiación e irradiación solar son intensas. El balance de radiación controla a la gran amplitud térmica diurna-nocturna, y estacional. La atmósfera seca no obstaculiza el flujo entrante y saliente de radiación, lo que tiene como resultado los días calurosos y las noches frías. Las redes hidrográficas del área, de carácter endorreico, no presentan ríos de gran caudal. Las principales cuencas hídricas que regulan el sistema regional son: 1) Cuenca del río San Antonio de los Cobres, 2) Cuenca del Salar de Cauchari, 3) Cuenca de Pastos Grandes.

En la mesoescala, la baja productividad primaria hace del Valle de SAC un ambiente ecológicamente muy pobre, con un promedio estimado de $\cong 22,15 \text{ g/m}^2/\text{yr}$ (Muscio 1996, 1998), una distribución espacial heterogénea de los recursos -en riqueza y densidad- que varía altitudinalmente, una *alta estacionalidad*, y una muy alta variabilidad de los elementos del clima. En este marco, el paisaje del Valle de SAC participa del gradiente ecológico y ambiental de la macroregión de la Puna (Muscio 1998). Su vegetación varía altitudinalmente presentando vegetación de la Provincia Altoandina y Puneña (Cabrera 1976).

En el ámbito del Noroeste argentino, actualmente, esta es un área no óptima para la ocupación humana. Esto se expresa por la baja densidad poblacional, y por los elevados índices de malnutrición, mortalidad infantil y enfermedades asociadas con el frío. En términos ecológicos, por la magnitud y frecuencia de la variabilidad que afecta a la escasa productividad ecológica, esta constituye un área que propicia las adaptaciones costosas. Esto es importante para formular hipótesis acerca de los procesos de ocupación abandono y reocupación de hábitats controlados por las variaciones físicas del paisaje, especialmente por episodios de *sequía severa* (ver Avery 1995).

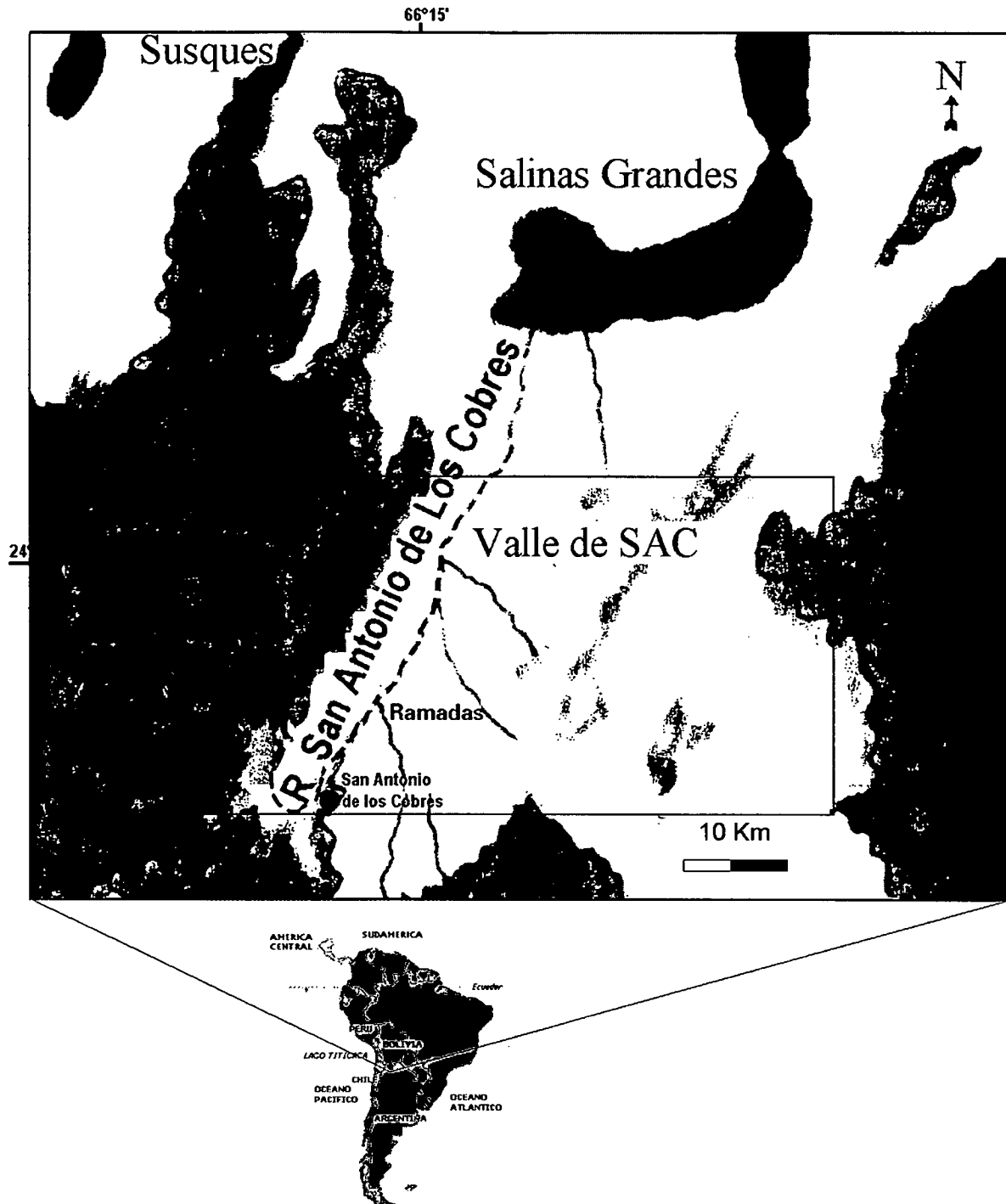


Figura 4.2: Valle de San Antonio de los Cobres –Valle de SAC- Localización en la Puna Argentina y Aspectos Físicos.

El sector de la Puna en donde se localiza el Valle de SAC se caracteriza por presentar un relieve montañoso, de dirección predominante SSO-NNE (Feruglio 1946) y por extensos salares como los de Cauchari, Pocitos, del Rincón, Salinas Grandes, Arizaro -entre otros- vinculados a las cuencas que estructuran el sistema hídrico regional. En el Valle de SAC geológicamente se distinguen tres complejos físicos que estructuran el paisaje de mesoescala: 1) Los cordones montañosos. Estos comprenden

fundamentalmente la Cordillera Oriental (el límite oeste del valle), y el conjunto de cerros que forman el límite este del Valle de SAC. El trazado principal de estos cordones es Sur-Norte, con cumbres que superan los 5000 m/nm. 2) Las quebradas laterales: Recorren transversalmente los cordones montanos y en consecuencia son ambientes de menor escala espacial que estos últimos. Son portadoras de cursos de agua permanentes o estacionales. Los rasgos físicos de las quebradas, tales como relieve, morfología, altitudes máximas y mínimas, red hídrica, responden a las geoformas dominantes. Sin embargo siempre se trata de quebradas relativamente bajas y estrechas. 3) El fondo de cuenca. Se encuentra ubicado en el tramo intermedio entre las líneas de macizos, y está atravesado con sentido Sur-Norte, por el río San Antonio de los Cobres, colector de los cursos de deshielo de las cabeceras de las quebradas laterales.

A los fines arqueológicos y en relación con la disponibilidad de *patches* para la instalación humana permanente, es de interés focalizar el análisis en los dos últimos complejos ambientales: El *fondo de cuenca* y *las quebradas laterales*. Estos constituyen los ambientes potenciales de uso humano, donde la energía y la biodiversidad se distribuyen irregularmente. En la sección siguiente se presentan los geoambientes que pueden reconocerse en estas dos unidades, para analizar la variabilidad espacial que pudo afectar la instalación humana en el Valle de SAC.

5- Variabilidad Geoecológica de Valle de SAC

Para analizar los aspectos bióticos y abióticos del Valle de SAC que pueden afectar los rangos humanos y el uso adaptativo del espacio, es útil un acercamiento geoecológico al estudio de su paisaje (Hugget 1995). El objetivo es el análisis de las propiedades físicas y biológicas que responden a procesos que operan de la macroescala a la microescala, y que se expresan en geoambientes particulares.

En este trabajo los geoambientes son unidades de distinta extensión espacial, pero de menor escala que las unidades principales –fondo de cuenca y quebradas laterales. Se caracterizan por sus particularidades geológicas, biológicas y climáticas, que propician diferentes hábitats potenciales para la biota regional. Los distintos geoambientes hacen del Valle de SAC un paisaje sumamente heterogéneo y complejo. En el fondo de cuenca, se reconocen tres unidades y en las quebradas laterales dos, totalizando cinco unidades - Tabla 4.1.

Fondo de Cuenca	Quebradas Laterales
1- Aluviones no aterrazados	4- Ladera
2- Aluviones aterrazados	5- Fondo de quebradas
3- Faja de Piedemonte	

Tabla 4.1: Geoambientes del Valle de SAC en las dos Unidades Ambientales de Mayor Escala.

La clasificación de los cinco distintos geoambientes, distinguibles en las dos unidades mayores, y la caracterización de sus propiedades se efectuó a través de la cartografía y la bibliografía geológica y biológica (Blasco *et al.* 1996, Nadin y Chafalinos 1990, Aquater 1983, Vilela 1969, Viramonte *et al.* 1988, Ruthsatz y Movia 1975, Cajal 1987, Ojeda y Mares 1989, Bilá 2000). La textura topográfica se analizó utilizando fotografías aéreas del Valle de SAC e imágenes satelitales, y con observaciones propias de campo. La Figura 4.3 muestra la distribución en el Valle de SAC de cada uno de estos geoambientes.

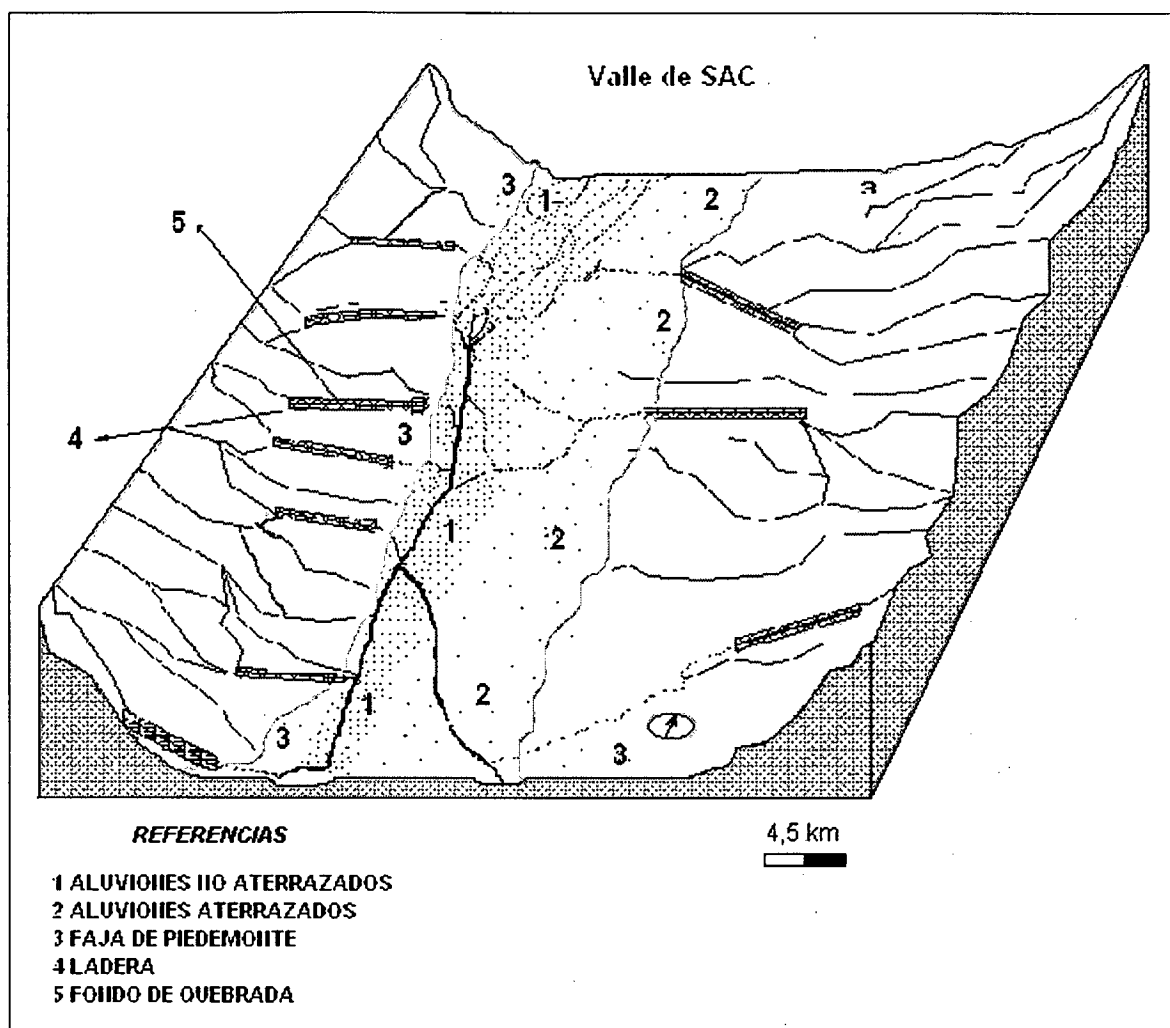


Figura 4.3: Geoambientes de las Quebradas Laterales y el Fondo de Cuenca del Valle de SAC.

5.1- Heterogeneidad del Fondo de Cuenca

Esta sección del espacio regional presenta una textura topográfica dada por un valle aluvial extenso y angosto. Su relieve es plano, con una topografía irregular, muy afectada por la acumulación de sedimentos aluviales y por la dinámica de los cursos de agua que desembocan en el Río San Antonio de Los Cobres. La altitud promedio es 3.750 m/nm, presentando una suave pendiente hacia el río San Antonio de los Cobres. Por otra parte, la estructura geológica de escala regional determina también una suave pendiente hacia las Salinas Grandes, o sea con un rumbo S-N. Este sector del paisaje presenta la mayor oferta de agua permanente, en el río San Antonio de los Cobres y en el curso secundario Los Patos, y sus afluentes. En todo este sector la red hídrica de la cuenca de SAC es la que estructura la textura topográfica, la cual presenta variabilidad por geoformas de microescala, mayormente asociadas a los efectos del acarreo de sedimentos y acumulación, la formación de meandros y procesos de erosión. La distribución de pasturas de alta calidad - gramíneas de vegas y pajonales- esta altamente localizada y acotada a los márgenes de los Ríos San Antonio, Los Patos y los arroyos subsidiarios de éstos. El resto de la vegetación es de tolar, la cual brinda pasturas de menor calidad como leña. El tolar abarca comunidades arbustivas de variados géneros -*Parastrephia spp.*, *Chiliotrichiopsis spp.*, *Baccharis spp.*, *Fabiana spp.*- así como otras plantas arbustivas de fisonomía semejante (Picchetti Ocedo 1991)

La planicie presenta vías naturales de acceso a las quebradas laterales, constituyendo elementos del paisaje que tienen efectos en la movilidad humana. Actualmente son utilizadas en el movimiento de rebaños domésticos y en la búsqueda de leña y se las conoce como "sendas de herradura". Considerando la variación en los elementos físicos que constituyen este paisaje distinguimos las tres unidades geoambientales mencionadas de la llanura del fondo de cuenca. Sus propiedades geológicas y edáficas determinan distintos espacios de uso humano potencial y contextos sedimentarios, con agentes naturales particulares para la formación de registro arqueológico. Su descripción es la siguiente.

1) Aluviones no aterrizados: Es el geoambiente de menor extensión, con una muy alta exposición a los agentes atmosféricos, principalmente a la radiación solar y a los vientos. Estos agentes se expresan en la evapotranspiración efectiva y en los procesos morfogenéticos. Los sedimentos dominantes provienen de la desagregación de las rocas volcánicas de la región. Por su naturaleza no es apropiado para la agricultura debido al déficit de nutrientes derivado de la escasa formación de suelos. El rasgo dominante de este paisaje es el Río San Antonio de los Cobres. Este geoambiente es el de menor productividad primaria evidenciada por la ausencia de horizontes edáficos, y la presencia de amplios sectores carentes de vegetación. Sin embargo, hay ambientes puntuales de microescala con desarrollo de suelos almohadillados y con vegetación de vegas que favorecen la sedimentación y con ello el enterramiento del registro arqueológico.. Esto se observa en algunos sectores muy limitados de las márgenes del río San Antonio de los Cobres, en especial en antiguas planicies de inundación de meandros. El relieve incluye algunos sectores con desniveles abruptos y perfiles expuestos, y algunos pequeños aleros en sedimentos de grava por la acción directa de los ríos San Antonio de los Cobres y Los Patos. Debido a esto la estructura de estos aleros es muy inestable en escalas de tiempo corto. Sin embargo algunos de ellos son actualmente utilizados como lugares de uso temporario durante actividades de pastoreo.

2) Aluviones aterrizados: Es el geoambiente de mayor distribución en el fondo de cuenca. Su morfología está organizada a partir de acumulaciones de areniscas arcillosas finas, con espesores de hasta 12 metros (Vilela 1969). Es importante destacar la presencia de cañadones con aleros pequeños asociados a cursos de agua, que sirven como lugares de uso ocasional para las actividades de pastoreo. Esto se observa principalmente en el río Los Patos. La exposición a los agentes meteorológicos es muy alta y la productividad primaria muy baja. La formación de suelos está acotada a los ambientes de microescala con presencia de agua. En los aluviones aterrizados predominan los procesos morfogenéticos de acarreo y acumulación y la deflación. La naturaleza geológica de este espacio lo torna sumamente inadecuado para la agricultura, a lo que se suma la dinámica inestable de los cursos secundarios que lo atraviesan y del río Los Patos, que mayormente se presenta como una cañada seca o de bajísimo caudal, dependiente de las precipitaciones ocasionales. No obstante, este geoambiente, en donde predomina la vegetación de tolar, es apto para el pastoreo de verano. Estos sectores son utilizados actualmente para estos fines, por pastores que no tienen acceso a pasturas de mejor calidad, debido a la división y posesión de campos actualmente existente.

3) Faja de Piedemonte: Este geoambiente está constituido por la franja de laderas de los macizos montañosos que delimitan la planicie. Estructuralmente forman planos inclinados que pueden superar los 6 m. de alto (Aguater 1983) por la acción de procesos de desplazamiento masivos. Los conos de deyección delimitan los extremos de la planicie del fondo de cuenca formando fajas transversales entrecortadas por los cursos de agua provenientes de las quebradas laterales. Estos ambientes ofrecen reparo a los elementos atmosféricos en sectores puntuales de pequeña escala. Los mismos se presentan como pequeños aleros, actualmente utilizados, y cuevas en formaciones de ignimbritas mucho más estables en su estructura. Éstas se localizan mayormente en lado oriental del Valle de SAC. La oferta de agua depende de la asociación con las quebradas laterales y los cursos que

las atraviesan. La cobertura vegetal, de estepa, es muy dispersa en estos ambientes, llegando a ser nula. Estos ambientes no son aptos para la agricultura porque no tienen desarrollo de suelos, pero la vegetación de tolar, donde ocurre, es utilizada ocasionalmente como pasturas.

5.2- Heterogeneidad de las Quebradas Laterales

Estos complejos geológicos seccionan transversalmente los macizos montañosos que limitan al fondo de cuenca. Las quebradas laterales varían en su forma siendo en algunos casos, como en la quebrada de Urcuro, poco extensas y en forma de U y en otros como la quebrada de Matancillas marcadamente en V, y más extensas. Poseen cursos de agua, permanentes o no, que desembocan en el fondo de cuenca. Las quebradas laterales son los sectores con mayor diversidad y productividad de recursos. El recorrido de los cursos de agua y las fallas menores proporcionan rutas naturales que las comunican con otros ambientes, tanto del Valle de SAC como de la Quebrada del Charco. Este es el caso de las sendas entre quebradas, denominadas "pasos", las cuales son de suma importancia para el tránsito de pastores y rebaños entre quebradas. Estos también constituyen corredores naturales claves que propician la conectividad entre poblaciones de camélidos silvestres. A partir de las propiedades geomorfológicas de las quebradas laterales distinguimos las dos unidades geoambientales mencionadas, cuya descripción es la siguiente.

4) Ladera: Este geoambiente varía en su distribución, dependientemente de las geoformas dominantes, que son los cerros y volcanes que dan la forma a las quebradas. Sin embargo como generalidad puede decirse que por las altas elevaciones de los mismos y el predominio de quebradas en V es un geoambiente que presenta una baja extensión espacial en el Valle de SAC. La ladera de las quebradas ofrece terrenos aluviales arcillosos y arenosos de pendiente moderada, principalmente formados a partir de procesos de desplazamiento masivo de sedimentos de grano muy fino. Aquí actualmente se emplazan cuadros de cultivo, en los sectores de menor pendiente. En el caso de Matancillas se disponen como cuadros levemente aterrizados, con sistemas de canales de riego delimitados por paredes de pirca. También son utilizados como tierras de pasturas y en algunos casos para la instalación de corrales.

5) Fondo de Quebradas: Este geoambiente está formado por sedimentos intensamente trabajados por los cursos de deshielo, y por torrentes de gran magnitud, frecuentes durante años precipitaciones altas. Presenta tanto la mayor productividad ecológica regional como la mayor protección a los agentes atmosféricos. Esto se manifiesta por la concentración de amplias vegas y pajonales en las inmediaciones de los cauces. La pendiente aguda de los cerros determina que el área de los fondos de las quebradas sea reducida en la mayoría de los casos. Sin embargo, por la variación geomorfológica de pequeña escala, ofrece sectores amplios heterogéneamente distribuidos que actualmente son utilizados por los agricultores y pastores para el emplazamiento residencial, en los sectores aterrizados de los fondos de quebrada. Los efectos de la depositación aluvial de sedimentos arcillosos y arenosos en los fondos de quebrada brindan sectores en donde la agricultura de baja escala es posible; lo que está favorecido por la protección de los agentes meteorológicos que resulta de su emplazamiento entre cerros altos. Esto puede apreciarse en la disminución de los efectos de la radiación y de la evapotranspiración, que conservan la humedad del terreno, y en la disminución de las consecuencias negativas sobre los cultivos de las heladas y el viento.

A partir de este análisis de la variabilidad de los distintos ambientes que componen el mosaico del Valle de SAC, en la siguiente sección se discuten los principales agentes de selección natural para las poblaciones humanas derivados de sus propiedades físicas y ecológicas.

6- Factores Selectivos Potenciales del Valle de SAC Para Poblaciones Humanas

Las condiciones de desierto montañoso de altura de la Puna, son fuentes de una serie de restricciones para la adaptación humana. Particularmente en el análisis de procesos de poblamiento humano y establecimiento de nichos productivos. Siguiendo la propuesta de Aldenderfer (1998) y considerando los estresores potenciales para las economías agrícolas (Redman 1999), en este escenario los agentes potenciales de selección natural y adaptación, no dependientes de la densidad son: a) hipoxia, b) distribución espacial discreta de los recursos críticos –incluyendo a los hábitats colonizables por poblaciones con economías productivas, c) variación de las temperaturas y frecuencia de heladas, d) estacionalidad y e) fluctuación de las precipitaciones que afecta a la productividad ecológica y a la disponibilidad de los recursos de caza, recolección y producción. Es crítico resaltar las fluctuaciones de las precipitaciones que por su magnitud hacen del Valle de SAC un ambiente de alta *fragilidad ecológica*, ya que operan sobre un paisaje sumamente árido y muy heterogéneo. Esto se expresa con distinto grado en toda la biota, ya que las variaciones negativas de gran magnitud impactan en la base de la cadena trófica local (Hugget 1991). En otras palabras, la fluctuación en la productividad vegetal afecta al resto de los consumidores, incluyendo los humanos. A continuación se discuten estos potenciales agentes selectivos.

6.1- Hipoxia

La disminución de la disponibilidad de oxígeno aprovechable para los humanos, relacionada con el incremento de la altitud y la disminución de la presión barométrica, determina la hipoxia. Esta afecta a la mayoría de los aspectos funcionales de la biología humana, en alturas superiores a los 2.500 m/nm (Aldenderfer 1998). Sus efectos se manifiestan en la reproducción, el crecimiento, el estado sanitario, la mortalidad, la nutrición y la capacidad y esfuerzo de trabajo. Los efectos de la hipoxia se combinan con los del frío, constituyendo ambos, estresores para la adaptación humana a Tierras Altas -ver Little (1981), Guillet (1983). Entre sus efectos fisiológicos más destacados se cuentan modificaciones en los sistemas de transporte y mantenimiento corporal del oxígeno, cambio en el flujo sanguíneo con el mantenimiento de la temperatura corporal, incremento de la mortalidad postnatal, cambio en los procesos metabólicos y digestivos y en el metabolismo basal (Hanna *et al.* 1989) –ver Aldenderfer (1998) y referencias. Básicamente la hipoxia y el frío imponen restricciones selectivas que pueden expresarse en la demografía, las estrategias económicas, reproductivas, y tecnológicas. Por ejemplo, un mayor metabolismo basal afecta a la cantidad y a la calidad de los recursos necesarios para la subsistencia, demandando una mayor ingesta de calorías por la disminución de la capacidad de absorción y utilización de grasas, pudiendo afectar la amplitud de la dieta (Aldenderfer 1998); además la disminución de la capacidad de esfuerzo aumenta los costos, en kilocal/hr, de obtención y procesamiento de los recursos. En consecuencia es esperable la selección de rasgos de distinta clase, incluyendo los tecnológicos, que mejoran la eficiencia económica. Así la hipoxia es un agente potencial de selección natural direccional que puede relacionarse con la evolución de adaptaciones, genéticas o culturales, particulares en historias de ocupación de largo plazo de los ambientes puneños.

6.2- Distribución Espacial Discreta de los Recursos Críticos

Una característica del paisaje puneño es su alta heterogeneidad espacial en la distribución de los principales recursos de uso humano, incluyendo los *patches* útiles como hábitats de poblaciones locales. La heterogeneidad se expresa en múltiples escalas pero es notoriamente significativa en la meso y microescala. En términos ecológicos el mosaico de mesoescala del paisaje de SAC es discreto (*sensu* Wien 1997). Los recursos críticos –agua, suelos, pasturas, y alimentos de caza y recolección– se presentan en *clusters*. Las concentraciones de recursos tienen límites marcados, y están separadas por grandes extensiones de terreno con baja o nula cobertura vegetal. Estos ambientes espacialmente discontinuos se asocian a fuentes de agua permanentes o semipermanentes- Figura 4.4.

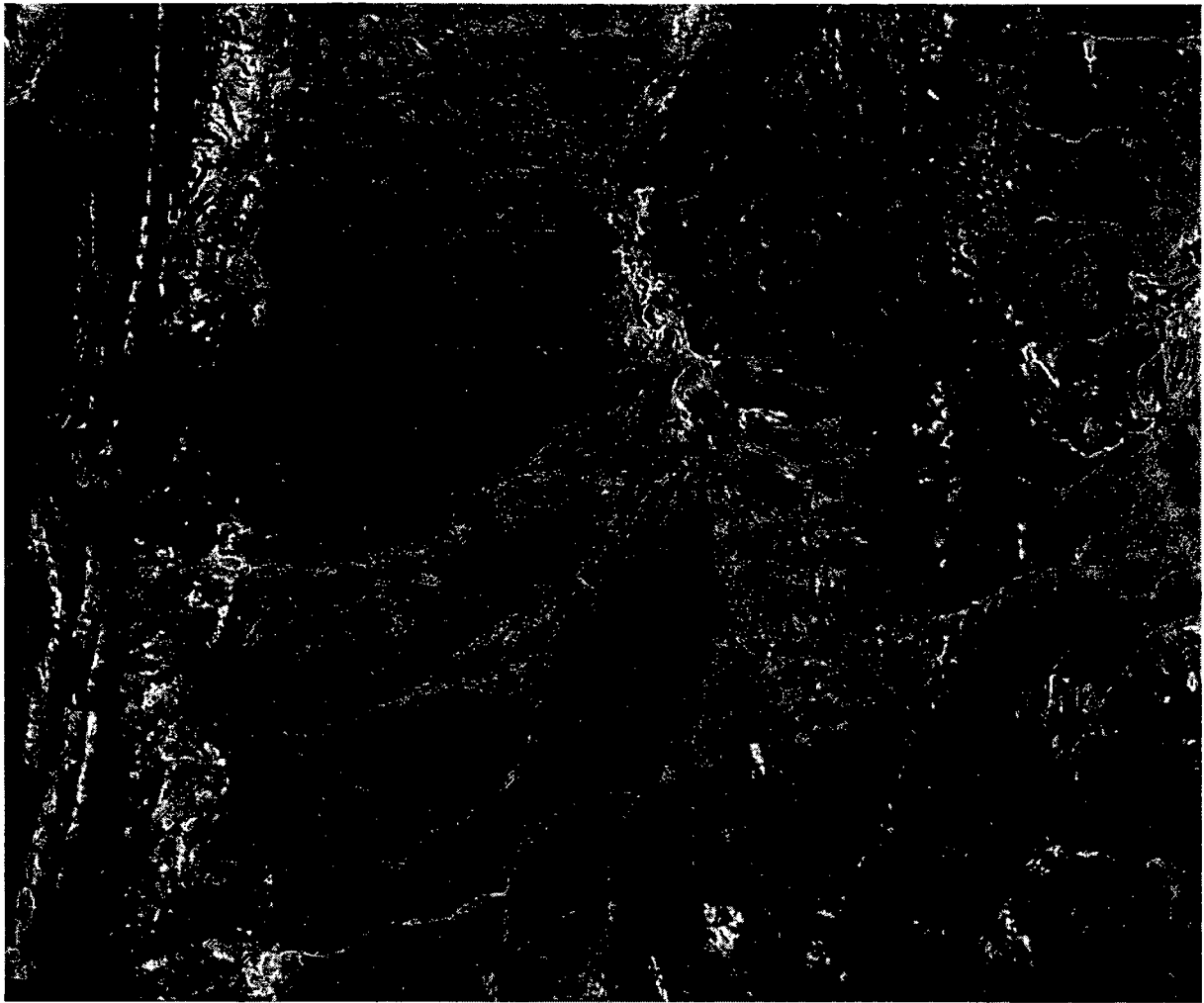


Figura 4.4: Imagen Satelital del Valle de SAC, en Falso Color. Los sectores rojos indican la vegetación de vega y la presencia de humedad. Fuente: Subsecretaría de Minería de la Nación.

El agua es el principal recurso para el establecimiento residencial humano en este ambiente de extrema aridez. La distribución irregular de las fuentes de agua y de la productividad primaria afecta en cascada la estructura distribucional de la biota regional, ya que es precisamente en torno de estos ambientes de escala reducida dónde se concentra la mayor parte de los consumidores secundarios y terciarios -ver Muscio (1996 1998) para una discusión más extensa. De tal manera, no sólo los espacios para el establecimiento de habitas humanos se distribuyen discontinuamente sino también los recursos en el interior de estos *patches*.

La Figura 4.4 ilustra la distribución irregular de la vegetación en el Valle de SAC, a partir de una imagen Landsat en falso color. Los sectores en rojo son superficies cubiertas de vegetación de pastizal asociada a fuentes de agua permanente. La vegetación de tolar no está representada como una consecuencia directa de su baja densidad. Nótese la distribución sumamente marcada del pastizal y su asociación a las fuentes de agua. Se trata de vegas de extensión variable y oasis de altura en las quebradas protegidas o en los fondos de cuenca. La estructura geomorfológica de mesoescala y las propiedades topográficas, edáficas, y climáticas de escala local y microlocal son los principales factores que explican esta distribución, y también su dinámica. Como se observa en la Figura 4.4 estos ecosistemas de oasis de altura se restringen a sectores particulares de las quebradas laterales, y

mucho más marginalmente en el fondo de cuenca. Esta heterogeneidad espacial tiene consecuencias importantes en términos de potencialidades de uso humano del espacio. Desde lo arqueológico es importante considerar, además de la distribución espacial del agua:

- 1) La distribución espacial de los sustratos apropiados para la agricultura, y de las pasturas, pues constituyen los principales recursos para el establecimiento de nichos agropastoriles.
- 2) La distribución espacial de los camélidos silvestres, dado que son las fuentes de proteína animal de mayor beneficio económico para los humanos, obtenibles a partir de la caza (Muscio 1998).
- 3) La distribución de especies vegetales de recolección pues pueden resultar críticos en estrategias de manejo de riesgo, complementando los recursos de producción (Muscio 1998, López 2000, 2001).
- 4) La distribución de otros recursos económicos.

Distribución de Sustratos Aptos para la Agricultura: En la mesoescala, la distribución de sustratos aptos para la agricultura se encuentra altamente localizada en los geoambientes de fondo de quebrada. Estos ambientes también ofrecen el mayor reparo a los agentes meteorológicos, particularmente a las heladas tempranas que afectan a los cultivos, a la radiación solar que interviene en la retención de la humedad del suelo –capacidad de campo-, y a los extremos diarios en las temperaturas que afecta al desarrollo de las plantas durante todo el ciclo de desarrollo. Todos estos factores determinan la productividad neta de los cultivos. Tanto la naturaleza aluvional de los sustratos de fondo de quebrada provenientes de acarreo arcillosos de grano fino y arenas basales de las formaciones antiguas como Puncoviscana (Blasco *et al.* 1996) como el enriquecimiento de nutrientes aportado por el desarrollo denso de vegetación superficial, proporcionan los sustratos apropiados para el cultivo actual de gramíneas domesticadas -quinoa y maíz-, solanáceas –variedades de papa- y diversas especies alóctonas de bajo desarrollo radicular y altamente dependientes del riego, como habas, lechuga y crucíferas (Ruthsatz y Movia 1975, Ottonello y Ruthsatz 1986). En los sectores de fondo de cuenca, la naturaleza plutónica de los sedimentos superficiales y la exposición aguda a los agentes meteorológicos limitan severamente el desarrollo de sustratos con contenido orgánico apropiado para los cultivos. Se trata en su gran parte de suelos esqueléticos poco profundos y sin materia orgánica. Cuando son profundos, presentan sustratos arenosos y salobres. Solo a orillas de las vegas y los ríos y arroyos la napa freática es poco profunda. Los espacios con desarrollo de suelos orgánicos se restringen a sectores muy localizados de sedimentos arcillosos y a las vegas colonizadas por especies de gramíneas adaptadas a la inundación periódica de los sectores de inundación de los meandros. La descomposición de estos suelos de vega altamente orgánicos se manifiesta como turbales o vegas fósiles, no aptos para la agricultura y colonizados en sectores muy restringidos y más altos por vegetación arbustiva. Sin embargo en los sectores de aluviones aterrazados, la naturaleza arcillosa de los sedimentos superficiales podrían servir para la agricultura, restringida a la presencia de agua para el riego debido a la bajísima retención de humedad del suelo. Etnográficamente, la práctica agrícola en estos sectores se ha registrado en un caso, en el cual se transformó un corral en un cuadro de cultivo de alfalfa que por su escasa productividad fue abandonado.

-Distribución de Pasturas: La distribución de pastos apropiados para el desarrollo de la ganadería está controlada por los gradientes de humedad de mesoescala. En estos términos la vegetación de pastizal de las quebradas de vegas con pastos tiernos son las de mayor calidad, como también aquellos presentes en el fondo de cuenca. Sin embargo, el desarrollo en las quebradas laterales de estos pastizales tiernos es mucho mayor, presentando una mayor diversidad y densidad de especies. Las quebradas laterales ofrecen también pasturas de ramoneo, que no son otra cosa que especies de tolar y vegetación arbustiva localizadas en las laderas de los cerros. Actualmente éstas son el principal recurso para los rebaños, especialmente durante el invierno. La mayor diversidad y densidad de pasturas en las quebradas

laterales, tanto durante invierno como verano, posibilita el manejo de los rebaños de una manera estacional, priorizando la vegetación de quebradas para la invernada y los sectores de tolar y pastos tiernos de fondo de cuenca durante el verano.

-Distribución de Recursos Vegetales. La distribución de vegetales silvestres útiles en dietas humanas es en general dispersa, pero se destaca que los vegetales de mayor calidad dietética se concentran en los sectores con presencia de agua permanente y reparo de las quebradas laterales. Esto se debe a que en estos ambientes de desierto árido, la selección favorece el desarrollo de especies vegetales con órganos de almacenamiento de agua y nutrientes enterrados (Ruthsatz y Movia 1975). Estos bulbos son accesibles a los humanos. Las plantas de la Puna también presentan adaptaciones morfológicas al ramoneo y los episodios frecuentes de nevada y granizo (Ruthsatz y Movia 1975). Esto hace que la oferta de recursos vegetales silvestres, de utilidad dietética para los humanos, se encuentren mayormente bajo tierra. Ejemplo de esto constituyen las especies tuberosas -i.e. *Oxalis sp.*- que en invierno, pasada la época de floración, la muerte de la parte aérea de las plantas deja a los tubérculos resguardados de los herbívoros. Estos órganos de reserva permiten a las plantas sobrevivir en la época de mayor frío. Durante esta época del año los humanos pueden utilizar estos recursos disponibles bajo tierra como fuente de nutrientes.

Muchas especies con raíces carnosas se encuentran entre las cactáceas pulviniformes, totalmente ausentes en los fondos de cuenca, y entre gramíneas hierbas perennes y ciperáceas. Entre estas plantas, *Hipsocharis sp.* -soldaque- presenta tubérculos feculosos muy ricos en hidratos de carbono. Es importante destacar la presencia de papas silvestres -*Solanun acaulae* y *S. magistracolum*- además de otras especies con bulbo como *Nothoscordum andicola* y *Hieromiella speciosa* (Ruthsatz y Movia 1975). En la quebrada de Matancillas, etnográficamente se ha registrado el consumo de raíces de *Hipsocharis sp.*, *Scirpus sp* y *Juelia sp.* El uso de estas plantas es ocasional y constituyen recursos altamente localizados en sectores húmedos altamente predecibles.

Las mismas condiciones de humedad que propician la concentración de sustratos fértiles y pasturas en las quebradas laterales, también llevan a una mayor disponibilidad de vegetales de valor dietético en estos sectores. Incluyendo los frutos de algunas cactáceas y de opuntia, las semillas de pastos como *Festuca spp.* y *Chenopodium spp.*, las vainas de *Prosopis spp.* y algunas hierbas con tallos y hojas comestibles como *Tagetes andina* -seuco- y *Scirpus sp.* Todos estos recursos están ausentes en el fondo de cuenca. Además de estos vegetales, la formación de estepas de las laderas de las quebradas presenta una diversidad de recursos utilizados etnográficamente con fines rituales y alucinógenos. Lamentablemente la determinación botánica de los mismos no pudo realizarse aún, ya que los estudios comparativos están en proceso (Rumold 2001). No obstante, presentamos información preliminar de dos de estas plantas. En Matancillas se utilizan las arbustivas *yuyo colorado* -*Amaranthus spp.* - como alucinógeno preparando su floración en infusiones, y la rica rica -*Acantholippia hastulata*, en los episodios de marcación de ganado, quemando los tallos y hojas fuertemente aromáticas.

-Distribución de los Camélidos Silvestres: La información con respecto a la distribución de guanacos -*Lama guanicoe*- y vicuñas -*Vicugna vicugna*- en el Valle de SAC no está sistematizada. Es por esta razón que su discusión se basa en avistajes realizados durante la investigación, reportes etnográficos e información etológica. La información con respecto a la ecología de la conducta de los camélidos silvestres presentes en el Noroeste de Argentina, vicuña y guanaco, indican que ambas se distribuyen espacialmente en grupos sociales de diferente tamaño y en territorios defendidos. Ambas especies están presentes en la Provincia de Salta, pero las vicuñas se restringen a la Puna (Ojeda y Mares 1989).

De los camélidos sudamericanos, los guanacos son los de mayor distribución, presentando un rango altitudinal desde el nivel del mar hasta los 4.200 m/nm (Franklin 1982). Su amplia distribución se

debe a la gran flexibilidad en términos de dieta y conducta social. Una de las bases de esta flexibilidad es que pueden tanto ramonear como pastar con la capacidad para alimentarse tanto de hierbas, pastizales y arbustos. La digestión de los alimentos es más efectiva en los guanacos que en los camélidos domesticados, por lo que pueden habitar ambientes muy áridos (Franklin 1982), como los sectores de fondo de cuenca del Valle de SAC.

Los datos obtenidos para vicuñas en las reserva de Laguna Blanca –Catamarca-, Laguna Pozuelos y Abrapampa -Jujuy- muestran que la población se distribuye principalmente en las estepas de tola y tolilla, prefiriendo muy marcadamente la vegetación de vegas (Vilá 2000). Además las vicuñas son bebedoras obligadas diarias de agua -hasta dos veces por día en la temporada seca (Franklin 1982). Esto hace que la disponibilidad de agua limite su distribución a no más de una milla de la presencia de este recurso, y en algunos casos fijan hábitats permanentes. Como consecuencia de ello limitan su movilidad en relación con la calidad de la pastura, y de factores climáticos, topográficos y disturbios del hábitat (Vilá 2000). Por sus características biológicas, la distribución de las vicuñas está acotada a los sectores más húmedos con vegetación de vega de altura principalmente. El tamaño de sus territorios, la composición de los grupos y la densidad poblacional están correlacionados con la intensidad de forrajeo (Franklin 1982).

Los territorios de los guanacos son más amplios, lo cual se relaciona con los hábitos dietéticos y con la ingesta de agua periódica no diaria, dependiendo su tamaño tanto de la disponibilidad de pasturas como del tamaño de la población (Kuznar 1990). Su distribución es más dispersa, debido a la migración que ocurre en segmentos poblacionales (Franklin 1982, Flannery y Marcus 1989). La composición de los grupos sociales de guanacos y vicuñas varía temporalmente, principalmente de acuerdo a la temporada reproductiva y a las fluctuaciones de las pasturas. Lo importante para remarcar es que tanto vicuñas como guanacos, si bien difieren en la escala de sus territorios, se distribuyen agrupadamente en los sectores de mayor abundancia de vegetación y en rangos que aunque varían en extensión, dependen de la presencia de agua. Como plantea Aldenderfer (1998), debido a que tanto vicuñas como guanacos son altamente territoriales, ambos son recursos predecibles para la caza, aunque por su mayor localización las vicuñas son más predecibles (Aldenderfer 1998, Yacobaccio 2001).

En la puna de Salta los camélidos silvestres presentan una amplia dispersión. En el Valle de San Antonio de Los Cobres durante el trabajo de campo hemos registrado la presencia de grupos de ambas especies tanto en los sectores de quebradas laterales como en los ambientes de fondo de cuenca. En la quebrada de Matancillas se registró, durante los comienzos de la temporada de invierno, la presencia de un grupo de vicuñas en los sectores de ladera y en abrevaderos de fondo de quebrada. Los pobladores locales nos informaron que la presencia de vicuñas es habitual en la quebrada, principalmente durante horas tempranas de la mañana, luego de lo cual se retiran a los sectores altos de los cerros. También informaron la mayor abundancia de estos animales en la vecina Vega del Charco, una gran vega emplazada sobre el margen oriental de la Cordillera de los Cobres, periódicamente visitada por los pobladores locales para la caza de estos animales.

En cuanto a grupos de guanacos, estos han sido registrados solamente en los sectores de fondo de cuenca, en las inmediaciones del río Los Patos y de Nueva Pompeya, al Sur de la localidad de San Antonio de los Cobres, durante abril de 1999 y marzo de 2000. Según nuestros informantes la presencia de guanacos en la cuenca de SAC era habitual, la cual fue mermando hasta convertirse en ocasional durante los últimos años. Por otra parte las vicuñas no han sido registradas en este sector. Sin embargo, dada la preferencia de los pastizales de vegas de estos animales, en el pasado las pequeñas vegas de fondo de cuenca debieron haber sido atractivas también para las vicuñas.

En la actualidad en el Valle de SAC, tanto vicuñas como guanacos son especies en vías de extinción local, especialmente las primeras, debido a la caza humana y a los disturbios de los hábitats preferenciales de distinta índole. No obstante esto, es posible realizar una serie de generalizaciones con

respecto a la distribución esperada de estos camélidos a partir de la discusión precedente. De acuerdo con Franklin (1982) en los valles angostos andinos -como el Valle de SAC y sus quebradas laterales- guanacos y vicuñas tienden a establecer territorios linealmente a lo largo de los valles, utilizando los fondos de los valles para la obtención de aguas y alimentos, y los sectores altos de las serranías para dormir, fuera del alcance de los predadores. De acuerdo con esto, para el Valle de SAC, la mayor abundancia de vicuñas debió registrarse en las quebradas laterales con presencia de vegas y pastizales y fuentes de agua permanente, mientras que los guanacos debieron distribuirse agrupadamente, en rangos más amplios inclusivos, tanto de sectores de fondo de cuenca como de quebradas laterales.

-Distribución de otros recursos: Otros recursos potenciales de caza son vizcachas de la Puna -*Lagidium viscacia*- y suris -*Pterocnemia pennata garleppi*. Las vizcachas son muy predecibles, debido a que se distribuyen agrupadamente en microhabitats rocosos asociados a pastos tiernos (Ojeda y Mares 1989). Su mayor frecuencia es esperable en las quebradas laterales. Etnográficamente, en Matancillas estos recursos son muy abundantes en los sectores más húmedos de la quebrada, presentándose muy localizados, y ocasionalmente utilizados. En cambio en los fondos de cuenca su disponibilidad está restringida a roquedales vecinos a las vegas y la vegetación de tolar más tierna de los piedemontes.

En cuanto al suri, actualmente no es frecuente en el Valle de SAC; sin embargo ha sido avistado en los sectores más alejados de la presencia humana, tanto en quebradas como en el fondo de cuenca. Por sus hábitos alimenticios presenta una distribución espacial más extendida que las vizcachas, abarcando todos los sectores con vegetación de estepas no superiores a los 4.000 m/nm. Aunque biológicamente se caracterizan por una estructura poblacional de baja densidad y muy fluctuante, por su organización en grupos de 2 a 10 individuos tanto en verano como en invierno, son recursos predecibles y agrupados. Especialmente en los sectores de vegetación de *Adesmia sp.* y *Acantholipia sp.* (Cajal 1988). Temporalmente son predecibles en mayor abundancia durante la temporada de verano luego de las pariciones. Estos también torna predecibles los huevos de estas aves, en sectores de pastizales donde anidan, y que son más frecuentes en las vegas de los fondos de quebrada. Sin embargo los suris pueden ser muy elusivos de la presencia humana, que afecta los sectores de anidación y por lo cual evitan estos hábitats. Esto tiene implicancias en las dietas humanas, ya que la frecuencia de encuentro de estos animales puede ser muy baja debido a las perturbaciones del hábitat producida por la presencia misma de poblaciones humanas, sin necesidad de sobrecaza.

Otros recursos importantes son los tecnológicos, las Quebradas Laterales presentan bancos de arcilla de buena calidad para la manufactura cerámica (Camino 2003). Estos bancos están altamente localizados en la base de los faldeos y varían mucho por su contenido natural de inclusiones antiplásticas. La localización de los bancos de alta calidad es información crucial para los ceramistas actuales, quienes claramente distinguen entre arcilla mala y arcilla buena para la confección de cerámica. Por otra parte, las arcillas en el fondo de cuenca por su alto contenido de inclusiones plutónicas y sedimentarias de grano grueso, localizadas mayormente en los piedemontes, son de mala calidad en términos de plasticidad, y actualmente no son utilizadas.

En cuanto a las materias primas líticas, la distribución de rocas está condicionada por las geoformas dominantes y por la litología de sus formaciones. En las quebradas laterales de origen principalmente plutónico y metamórfico predominan los cuarzos y granitos, brindan rocas de calidad variable para la talla y la confección de filos. En sectores localizados se encuentran sílices, andesitas y otras rocas como la calcedonia. Esto es válido para Matancillas. Sin embargo, en la mesoescala puede generalizarse que existe una mayor disponibilidad de rocas de buena calidad en el fondo de cuenca. Se trata de rocas metamórficas y plutónicas de grano fino, sílices y vidrios volcánicos de baja calidad por el pequeño tamaño de los módulos, y las inclusiones que la tornan quebradiza. Estas últimas son

las fuentes de obsidias de Ramadas (Viramonte *et al.* 1988), que, aunque existen cuatro afloramientos, éstos no difieren sustancialmente en su calidad tecnológica. En el Fondo de Cuenca los grandes guijarros de acarreo del río SAC, aunque principalmente graníticos, presentan una alta diversidad de rocas de calidad variable, destacándose las tobas silicificadas y otras rocas metamórficas de grano fino.

6.3-Variación de las Temperaturas y Frecuencia de Heladas

Los resultados de las actividades agropecuarias en la Puna están sujetos a distintas fuentes de variación ambiental, que pueden ser temporalmente predecibles o impredecibles. Entre las primeras se destacan las variaciones -relacionadas con las temporadas estivales e invernales- de las temperaturas y las heladas, y la estacionalidad. Entre las segundas se destacan las fluctuaciones interanuales. En este apartado se analiza la variación de temperaturas y heladas, que por su naturaleza brinda un marco de predictibilidad para la toma de decisión económica.

Las variaciones amplias de las temperaturas diarias y las temperaturas nocturnas inferiores a los 0°C durante todo el año son factores ambientales que operan en la ecología animal y vegetal de mesoescala, impactando en los procesos de desarrollo y en los aspectos funcionales. La Figura 4.5(a) presenta las temperaturas del Valle de SAC del período 1927-1938. Obsérvese que aunque las temperaturas medias mensuales y sus extremos tienen un patrón predecible en términos de estacionalidad, las temperaturas negativas –mínimas medias y absolutas- presentan una banda de amplitud que varía anualmente entre los 4°C y los -13°C. Paralelamente la frecuencia de heladas presenta un patrón fuertemente estacional, y con heladas también presentes durante el ciclo de siembra-cosecha, para el mismo período—Figura 4.5(b). Estas condiciones, de extremos fríos y alta frecuencia de heladas, son altamente limitantes de los cultivos; especialmente del desarrollo de las plantas en las etapas iniciales de crecimiento y en las etapas de floración. Sus efectos se expresan en la mortalidad, la pérdida de inflorescencias y el poco desarrollo de las plantas, lo cual finalmente determina, junto con la aridez, el bajo rendimiento general de los cultivos (Ruthsatz y Movia 1975).

Para el ganado de llamas estas temperaturas negativas afectan con mucha intensidad al estado sanitario de las crías, las cuales pueden morir por hipotermia o enfermedades relacionadas con el frío. Es importante destacar que la incidencia de los extremos de temperatura tiene implicaciones claras en las conductas de selectividad de los ambientes residenciales, de manejo de cultivos y ganado y de producción de tecnologías dependientes de la temperatura –i. e. cerámica. La selectividad de ambientes residenciales está sesgada por la búsqueda de microambientes que atemperan las condiciones de mesoescala. Las quebradas laterales constituyen estos espacios, mientras que los sectores de fondo de cuenca son los más expuestos.

Por otra parte, los extremos fríos nocturnos, predominantes durante todo el año, demandan una mayor inversión en la construcción y mantenimiento de estructuras apropiadas para el uso residencial humano, con ambientes artificiales para mantener el calor. Esto además requiere un mayor consumo de leña para el fuego nocturno. En la Quebrada de Matancillas sus pobladores habitan en casas rectangulares de cimientos de piedras y paredes de barro batido. En los fondos de cuenca de SAC hemos observado casas excavadas en donde el piso habitacional se encuentra a 1,5 mts. por debajo de la superficie y con techumbre compacta de material vegetal. En estos casos etnográficos la diferenciación morfológica de las estructuras residenciales humanas varía en relación con las características locales del paisaje. La inversión en la construcción de ambientes artificiales también se espera para la protección de vegetales y crías de llamas. En efecto, la construcción de paredes de pirca –rocas apiladas- y de canales de riego, disminuye los efectos negativos de las heladas y los vientos. La retención de la humedad de los campos atenúa los efectos negativos de las heladas. En cuanto a la inversión de estructuras para el ganado, etnográficamente

hemos observado en Matancillas el uso y mantenimiento de corrales pequeños para el encierro de madres y crías durante el invierno, para evitar las consecuencias de las bajas temperaturas sobre las crías.

Los extremos climáticos también afectan a la demanda de la producción de tecnologías. Particularmente de vestimenta de abrigo. Etnográficamente la producción y el uso de textiles de lana de llama y oveja son los más generalizados, siendo estas materias primas recursos determinantes de la producción pastoril además de la carne. Otra tecnología afectada por los extremos de las temperaturas es la cerámica. En efecto, la variación diaria de las temperaturas propicia la formación de fisuras por congelamiento, contracción y dilatación en las etapas de precocción, lo cual hace que las vasijas estallen en los hornos. Etnográficamente, la producción de cerámica en Matancillas se restringe a los meses de noviembre y diciembre, cuando los extremos de temperatura son menores.

También hay que destacar los efectos para la biología humana de estos extremos climáticos, que se expresan por una alta frecuencia de enfermedades relacionadas con el frío, especialmente entre neonatos y que explican gran parte de la mortalidad infantil de poblaciones malnutridas. En el nivel de la población este estrés afecta el esfuerzo reproductivo, y la estructura demográfica (Muscio *et. al.* 2001). Además, junto con la hipoxia, el clima frío demanda una mayor ingesta de calorías y grasas, lo cual afecta la selectividad dietética. Es importante resaltar que la magnitud de la variación en las temperaturas diarias es predecible, ya que está asociada con la estacionalidad, pero en escalas diarias es totalmente impredecible. Especialmente durante la estación húmeda.

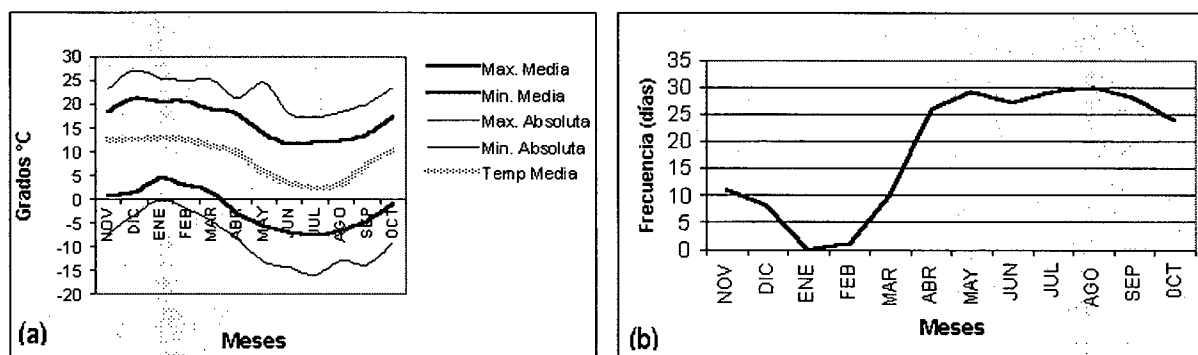


Figura 4.5: Temperaturas y Heladas en el Valle de SAC. Los registros son del período 1927-1938; (a): Temperaturas máximas, mínimas y medias por meses del año (b): Frecuencia de días con heladas por meses del año. Datos del Servicio Meteorológico Nacional.

6.4 – Estacionalidad

Como en el resto de la Puna, en el Valle de SAC el régimen de precipitaciones es marcadamente estacional. Esto afecta fuertemente a las actividades productivas, por el alto contraste entre la temporada húmeda –estival- y la temporada seca –invernal-. En este marco la producción durante el ciclo anual es de carácter discontinuo ya que la producción de los recursos para satisfacer los requerimientos anuales depende mayormente de la abundancia de las precipitaciones durante la estación húmeda. La Figura 4.6 presenta los registros de precipitaciones medias mensuales, tomados durante 42 años consecutivos -1949-1991- (Bianchi y Yáñez 1992). Es muy importante destacar la concentración de las precipitaciones entre los meses de Noviembre a Marzo, siendo nulas las precipitaciones en el resto del año.

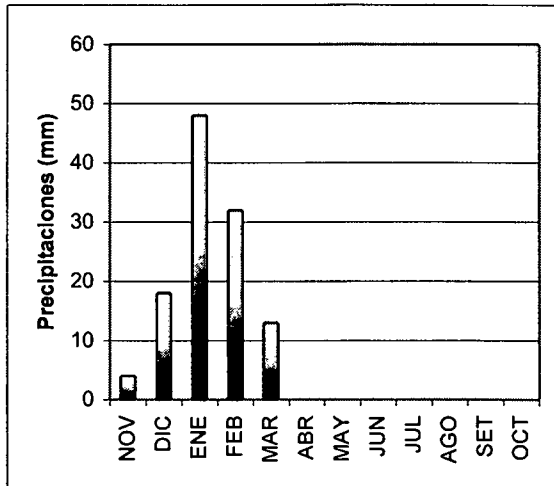


Figura 4.6: Distribución de Precipitaciones Mensuales Medias en el Valle de SAC. Registros correspondientes al periodo 1949-1991. Se destaca la concentración de lluvias durante la temporada estival. Datos de Bianchi y Yañez 1992

El comienzo de las lluvias en Noviembre determina un calendario agrícola en el cual es crítico anticipar las labores de presiembra y siembra para aprovechar las primeras precipitaciones que proporcionan la humedad necesaria para el cultivo. Hay una clara presión temporal para llegar a los meses de mayor precipitaciones -Enero y Febrero- con los cultivos con suficiente desarrollo radicular y aéreo para aprovechar estas lluvias, que son críticas para el desarrollo y el rendimiento final de los cosechas. La característica totalmente predecible de la variación estacional posibilita la planificación y organización de las tareas productivas y predatorias. Esto implica que se deben planificar el uso y la selección de los espacios productivos, la selección de variedades vegetales basándose en la duración del ciclo siembra-cosecha, la organización del trabajo productivo, y la inversión general del tiempo, por ejemplo el destinado a actividades tales como la manufactura de tecnologías. En cada uno de estos aspectos los errores de toma de decisión son de muy alto costo, por lo cual deben predominar los mecanismos de *transmisión cultural sesgada* (sensu Boyd y Richerson 1985), operando a partir de sesgos adaptativos que varían de acuerdo a las particularidades de los hábitats ocupados. Consideraciones similares son pertinentes con respecto al pastoralismo, ya que la estacionalidad determina la temporada de pariciones, y la disponibilidad de agua y pasturas. Esto, etnográficamente fue observado por nosotros en la quebrada de Matancillas –ver Capítulo 6- y por Göbel (2001) en Huancar en el área vecina de Susques. En cuanto a los camélidos silvestres, la estacionalidad está asociada con la frecuencia de alimentación. En efecto, estos animales pastorean más tiempo durante los meses de mayor pobreza de pasturas -abril y mayo-, lo cual los hace más frecuentes durante el día para las actividades de caza, y más predecible espacialmente, en las zonas de pasturas resistentes. Esta información es de gran importancia para programar las actividades de caza.

Un aspecto clave derivado de la estructura geomorfológica del Valle de SAC y que tiene implicaciones para la planificación estacional del uso del espacio es su acotada variación altitudinal entre los fondos de quebrada y el fondo de cuenca. Esto se debe a que las geoformas dominantes son cerros y volcanes muy elevados en sus cúspides, y de gran pendiente hacia los fondos de quebradas, sin sectores altitudinales útiles para la instalación humana en cotas intermedias entre los fondos de quebrada y las cúspides de las montañas, salvo los sectores bajos de ladera –ver Figura 4.3.

En la mesoescala el rango altitudinal de los espacios habitables va de los 3.800 m/nm en las quebradas laterales y los 3650 m/nm en el fondo de cuenca. Esto responde a las pendientes suaves de los fondos de quebradas, orientadas en plano hacia el fondo de cuenca. Además este último presenta diferencias de altitud y relieve propias de su génesis aluvial. La baja altitud relativa de las quebradas

laterales, y la protección a los agentes meteorológicos, hacen que en estos sectores los inviernos sean menos rigurosos, y el impacto de la estacionalidad sobre los ecosistemas locales sea menor.

En la actualidad, los agricultores y pastores con mayor posesión de terrenos bajo su propiedad, utilizan durante el invierno estos sectores por la mayor abundancia de sus pasturas, y la menor exposición a las nevadas. Los espacios de fondo de cuenca son utilizados en verano para aprovechar los brotes tiernos de vegetación principalmente arbustiva. Precisamente la extensión de territorios y la cantidad de puestos para el pastoreo de invernada que se posee en las quebradas laterales son considerados indicadores de riqueza, al igual que la cantidad de hacienda –ver Capítulo 6.

6.5- Fluctuación de las Precipitaciones

Las fuentes de riesgo más importantes en la Puna –definiendo al riesgo como la variación estocástica que afecta en los resultados adaptativos de una conducta determinada (Winterhalder y Lu 1999)- son las fluctuaciones interanuales de las precipitaciones -que pueden tener efectos catastróficos en los rebaños y en los cultivos-, la ocurrencia de heladas -que afecta principalmente a los cultivos y a las crías de ganado -, el ataque de predadores, y las enfermedades que atacan al ganado y los cultivos. Dentro de este conjunto, la fluctuación de las precipitaciones es la fuente de riesgo con más incidencia en toda la estructura productiva agropastoril, ya que afecta directamente a la disponibilidad de agua y a la producción de biomasa primaria (Muscio 1996, 1998).

A pesar del patrón de estacionalidad en la Puna Argentina, la caída de precipitaciones varía de año en año de manera totalmente impredecible, registrándose años con ausencia total de precipitaciones. Esta variación de alta frecuencia implica un contexto de toma de decisión de muy alto riesgo. La variación suele presentar una magnitud muy alta, produciendo años de sequía que afectan a todos los niveles tróficos (Muscio 1998). Este desbalance hídrico para la subsistencia humana puede ser catastrófico, llegando hasta la pérdida total de los herbívoros de mayor rendimiento -domésticos o silvestres-, de las cosechas y el desecamiento completo de las vegas. Precisamente durante los años 1995-1996 ocurrieron sequías que diezmaron los rebaños de SAC.

La Figura 4.7(a) muestra la distribución de frecuencias de las precipitaciones medias de la Puna de Argentina -ver Muscio 1998. La serie se basa en los registros de 8 estaciones meteorológicas de la puna de Salta y Jujuy, con 57 años consecutivos de mediciones (Bianchi y Yañez 1992). Es importante destacar la tendencia gaussiana de la distribución, lo cual permite estudiar las propiedades del riesgo en términos de su media - μ - y su desvío estándar - σ -, y en relación al umbral de requerimientos adaptativos (Winterhalder y Golland 1997). De tal modo, se puede interpretar a este patrón como una distribución de probabilidades tendiente a la normalidad de los resultados de las estrategias de subsistencia humana dependientes de las precipitaciones. Hacia el extremo izquierdo de la campana se ubican los casos en que hubo años malos o de sequía; traduciéndose esto en una disminución general del retorno buscado o un mal resultado del período. Estos años son estadísticamente impredecibles en intervalos de corto plazo: interanuales (Muscio 1998). Estas fluctuaciones, junto con otras contingencias aleatorias, determinan el contexto de riesgo para los nichos económicos humanos en la Puna, por lo cual puede considerársele un factor de selección natural de primer orden para el estudio arqueológico de la evolución de adaptaciones humanas sensibles a esta presión selectiva. Principalmente en términos de estrategias de uso del espacio, selectividad de presas y amplitudes de dieta, estrategias tecnológicas y conectividad biológica entre poblaciones humanas (Muscio 1998, 2002).

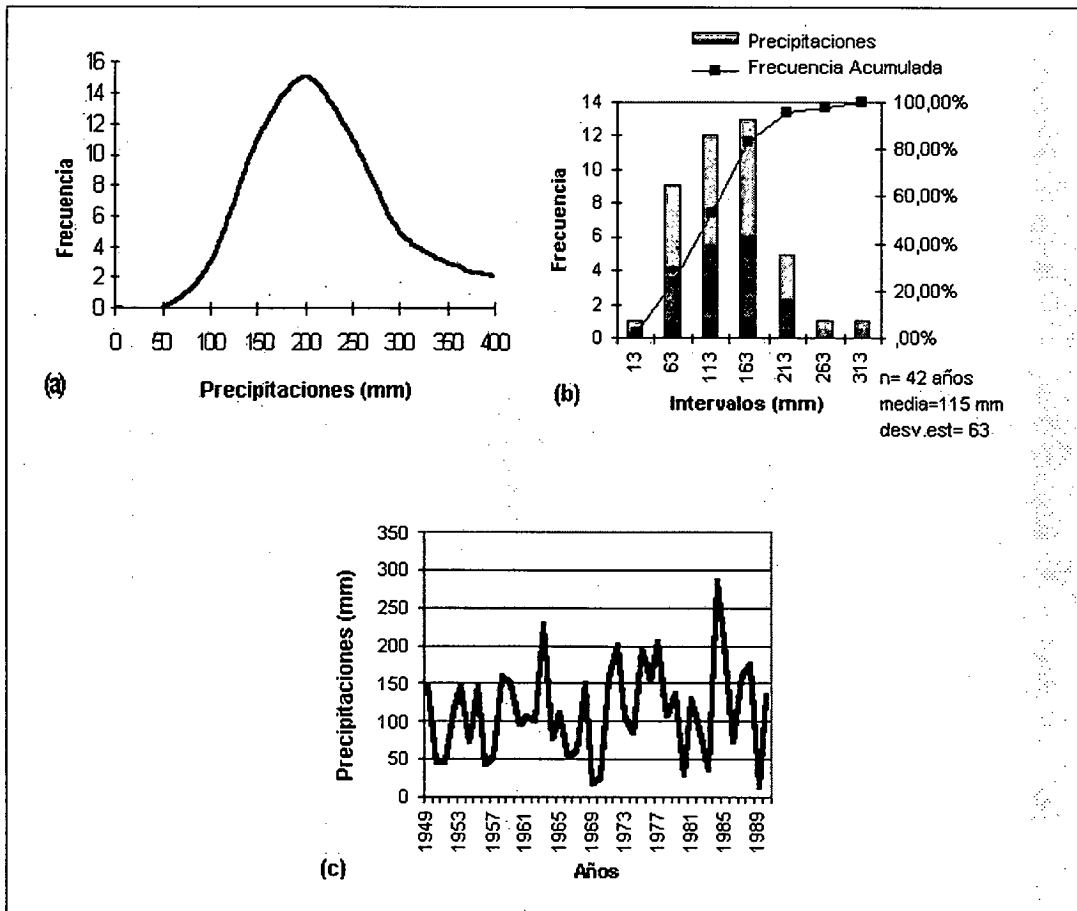


Figura 4.7: Patrones de las Precipitaciones Anuales de la Puna Argentina: (a): Distribución de las precipitaciones anuales medias, de registros que provienen de ocho estaciones meteorológicas, durante un intervalo de 57 años consecutivos -1934 a 1991; (b): Histograma de frecuencias de precipitaciones anuales en el Valle de SAC y frecuencia acumulada -intervalo 1949 a 1991; (c) Frecuencias y fluctuaciones anuales de las precipitaciones en el Valle de SAC - intervalo 1949 a 1991-. Todos los datos están tomados de Bianchi y Yañez 1992.

El Valle de SAC es un área mucho más árida que el promedio de la Puna - $\mu = 115 \text{ mm}$, $\sigma = 63 \text{ mm}$ - lo que acrecienta las situaciones de riesgo. La distribución de precipitaciones anuales, en un intervalo consecutivo de 42 años, muestra una tendencia similar a la de toda la Puna -Figura 4.7(b). Nótese que la frecuencia acumulada en el 80% no supera los 163 mm de precipitaciones anuales, y en el 40 % los 63 mm, correspondiendo a un desvío estándar. Claramente esta región es en extremo árida y riesgosa. El conjunto de las actividades pastoriles y agrícolas de la región está expuesto a la disminución o ausencia interanual de las precipitaciones, que afectan directamente a la disponibilidad del agua de la que dependen los cultivos, los rebaños y también los pastos. En los episodios de mayor magnitud en la disminución de precipitaciones la duración de los eventos de sequía puede abarcar más de un año consecutivo.

En la escala regional, toda la Puna es afectada sincrónicamente por estos episodios de fluctuaciones anuales en las precipitaciones, destacando que pueden estar asociados con los fenómenos ENSO. En el Valle de SAC la disminución de las precipitaciones durante largos periodos de tiempo es muy marcada -Figura 4.7(c). Nótese la asociación de años de sequía severa, de gran magnitud, que en la serie alcanza tres años consecutivos -ver Muscio (1996 y 1998) para más detalles. Tales eventos por su crudeza pueden ser catastróficos, y obligar al abandono del hábitat local y la búsqueda de otros *patches*.

Sin embargo, dada la estructura de las redes hídricas locales, los efectos de las fluctuaciones pueden amortiguarse mediante estrategias de uso del espacio diversificado. Esto puede ser función de la sincronía del desecamiento de las fuentes de agua para riego y de la disminución de las pasturas. En estos términos, la estructura hídrica de las quebradas locales presenta una mayor diversidad de cauces con nacientes en las quebradas altas que tienen distintos ritmos de desecamiento ante eventos de disminución de precipitaciones de mesoescala.

En el fondo de cuenca la situación es totalmente inversa, ya que la fuente de agua principal, el Río San Antonio de los Cobres, cuando reduce su caudal o se seca completamente, lo hace de manera sincrónica con el desecamiento de los pequeños arroyos de las planicies. Por esta razón la instalación residencial en los sectores de fondo de cuenca están expuestas al riesgo de una manera que no pueden manejarse adaptativamente con estrategias que promedian la variación a partir de la diversificación del uso de espacios distintos (*sensu* Winterhalder y Lu 1999).

7- Calidad de Hábitats Para la Instalación Residencial en el Valle de SAC.

En las secciones anteriores analizamos la variabilidad espacial y temporal del área de estudio, identificando diferencias cualitativas en los geoambientes del Valle de SAC. Considerando el potencial de estos ambientes para la implementación de estrategias económicas agrícolas y pastoriles, las quebradas laterales constituyen los hábitats preferenciales, de mayor calidad, para el establecimiento de ocupaciones humanas sedentarias, presentando en una distribución de los recursos críticos espacialmente discontinua y más predecible que el fondo de cuenca. La Tabla 4.2 resume esta información, presentando las diferencias cualitativas entre quebradas laterales y fondo de cuenca para el establecimiento de nichos humanos de producción de alimentos.

Desde una perspectiva evolutiva se deben remarcar dos aspectos del entorno selectivo del Valle de SAC. La primera es que por sus propiedades ecológicas de mesoescala el Valle de SAC y zonas aledañas, constituye un espacio muy duro para la colonización humana con estrategias de producción de alimentos, demandando adaptaciones de alto costo. La baja productividad ecológica de este ambiente, sus condiciones de extrema aridez y la magnitud e impredecibilidad de las fluctuaciones que la afectan determinan contextos de riesgo, propensos a crisis adaptativas. Este entorno demanda una alta inversión en tiempo y energía en las conductas de subsistencia y reproducción, que afectan la relación costo-beneficio del comportamiento adaptativo.

La segunda cuestión a resaltar es que la heterogeneidad espacial en escalas locales ofrece geoambientes con diferentes propiedades, que morigeran las condiciones extremas de mesoescala. De tal manera, la estructura del paisaje se presenta como una distribución de hábitats potenciales que difieren mucho en su calidad para el establecimiento de poblaciones humanas con una estrategia de uso residencial estable –sedentaria- y nichos económicos basados en la producción de alimentos, siendo las Quebradas Laterales los espacios de mayor calidad.

Esta característica del Valle de SAC, derivada principalmente de su estructura geomorfológica que da lugar a Quebradas Laterales de baja altitud relativa y alta humedad, es importante para la construcción de modelos acerca del uso estacional del espacio, que pueden no corresponderse con los formulados en otras áreas. Por ejemplo en Antofagasta de la Sierra –Puna de Catamarca- se plantea una situación diferente, donde los Fondos de Cuenca son los mejores espacios para los cultivos el establecimiento residencial (Olivera 1991).

Propiedades de Los Geoambientes	Quebradas Laterales		Fondo de Cuenca		
	Ladera	Fondo de Quebrada	Aluviones No Aterrazados	Aluviones Aterrazados	Faja de Piedemonte
Disponibilidad de Sustratos para Cultivos	Baja	Alta	Muy Baja	Muy Baja	Nula
Disponibilidad de Pasturas Para Rebaños	Alta	Alta	Baja	Baja	Baja
Protección a los Agentes Climáticos Para Cultivos	Alta	Alta	Nula	Nula	Nula
Presencia de Vegetales Comestibles	Alta	Alta	Baja	Baja	Baja
Presencia de Agua Permanente	Alta	Alta	Alta	Baja	Baja
Frecuencia de Guanacos	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta
Frecuencia de Vicuñas	Alta	Alta	Baja	Baja	Baja
Disponibilidad de Otras Presas de Caza (Vizcacha, Suri)	Baja	Alta	Baja	Baja	Baja
Disponibilidad de Leña	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Impacto de la Estacionalidad Sobre Cultivos y Pasturas	Alto	Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto
Predictibilidad de las Fluctuaciones Interanuales	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula
Impacto de las Disminución de las Precipitaciones	Alto	Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto
Impacto del Aumento de las Precipitaciones	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
Disponibilidad de Bancos de Arcilla Para Materia Prima	Alta	Alta	Baja	Baja	Baja
Disponibilidad de Recursos Líticos	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Estructura Espacial de los Recursos	Agrupados y Predecibles		Agrupados y Menos Predecibles		
Calidad para el establecimiento residencial agrícola y pastoril	Superior		Inferior		

Tabla 4.2: Ranking Cualitativo de Para el Establecimiento Residencial Agrícola y Pastoril de los Sectores de Fondo de Cuenca y Quebradas Laterales del Valle de SAC. Ranking determinado a partir de la variación de recursos en los distintos geoambientes. Las quebradas laterales son los ambientes de mayor calidad para el establecimiento residencial de poblaciones humanas con nichos agrícolas y pastoriles.

Tanto las propiedades de mesoescala del entorno adaptativo del Valle de SAC como las marcadas diferencias en la calidad de geoambientes y hábitats potenciales propician el análisis arqueológico del rol de la evolución selectiva optimizante en el establecimiento de nichos humanos locales con estrategias de producción de recursos, y del rol de los mecanismos de toma de decisión y transmisión cultural adaptativa. Esto demanda la aplicación de modelos generales de conducta óptima y transmisión cultural. La discusión de los mismos constituye el tema del próximo capítulo.

CAPÍTULO 5

MODELOS SELECCIONISTAS PARA EL ESTUDIO DE LA DINÁMICA EVOLUTIVA DE NICHOS HUMANOS CON PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

Introducción

En el Capítulo 3 se estableció el principal supuesto teórico aquí adoptado: que la conducta humana siempre que exista variación, independientemente de cómo sea creada, puede generar procesos de evolución selectiva en varios niveles de los constituyentes fenotípicos mediante sesgos -genéticos o culturales- que controlan el éxito replicativo de los mismos. A partir de este razonamiento son de utilidad para la investigación de patrones arqueológicos los principios y modelos de la Ecología del Comportamiento Humano y de la Teoría de la Transmisión Cultural mediante hipótesis de trabajo que especifican la dirección de tales sesgos.

En esta perspectiva, es fructífera la incorporación de la Teoría Evolutiva de Metapoblaciones, ya que proporciona una serie de modelos para abordar, entre otros aspectos, el estudio de procesos de colonización y persistencia poblacional en hábitats particulares, como una función de la calidad de los mismos y de los efectos de la conectividad entre poblaciones locales –la resultante del movimiento de los organismos entre las subpoblaciones (Hansky 1998). Arqueológicamente los efectos de la conectividad pueden ser investigado a partir de registros biológicos o materiales, que indiquen interacciones entre poblaciones, incluyendo las que dan lugar a procesos de transmisión de rasgos culturales (Muscio 2002).

Este capítulo está de lleno orientado al trabajo teórico, mediante la discusión de algunos aspectos críticos para el estudio de los procesos de evolución de nichos humanos con producción de alimentos que se desprenden de los marcos teóricos seleccionistas arriba señalados. El trabajo teórico tiene por objetivo construir un modelo general, para el estudio de procesos de poblamiento y evolución de nichos humanos con producción de alimentos en áreas marginales, como la Puna, enfocando la discusión a poblaciones que incluyen en su nicho a la agricultura, como es nuestro caso de estudio.

Para facilitar la exposición, primero se presenta el modelo seleccionista de nicho. Luego, en el marco de la Ecología del Comportamiento Humano, se aborda el modelo más general de optimización --el de beneficios con retornos marginales decrecientes y costos crecientes, continuando con el modelo de Amplitud de la Dieta y el Modelo Z-Score de manejo adaptativo de riesgo. Seguidamente, desde la Teoría de la Transmisión Cultural y el Modelo de Herencia Dual se presentan los mecanismos de Variación Guiada y Transmisión Sesgada, discutiendo su potencial para el estudio de patrones arqueológicos. Posteriormente el trabajo teórico continúa en el marco de la Teoría de las Metapoblaciones, a partir del cual se construye el Modelo de Homogenización de la Calidad de los Hábitats Locales de una Metapoblación y del cual se deriva el Modelo de Metapoblación de Fracciones Desiguales de Calidad Decreciente, para discutir la dinámica poblacional en escalas arqueológicas por la cual pueden proliferar en ambientes marginales como la Puna, innovaciones tecnológicas que selectivamente cambian la estructura de los nichos económicos humanos, centrándonos en la discusión de la evolución de nichos económicos que incluyen a la agricultura en entornos selectivos de riesgo. Finalmente a partir de todo el trabajo teórico se derivan y se presentan las hipótesis de investigación a discutir en el plano empírico, sobre la base del registro arqueológico del Valle de SAC.

1- El Modelo de Nicho

En biología evolutiva se define al nicho como al conjunto de las adaptaciones de un organismo a las múltiples dimensiones del entorno (Pianka 1982), que evoluciona selectivamente (Eldredge 1989) --Figura 5.1. De manera simple el modelo de nicho (N) para un tiempo (t_1) resulta de la sumatoria de las adaptaciones (a) con relación a las dimensiones (i), de un entorno (e), en la ecuación:

$$N_{(t_1)} = \sum a_{ij}(t_1) \quad (5.1)$$

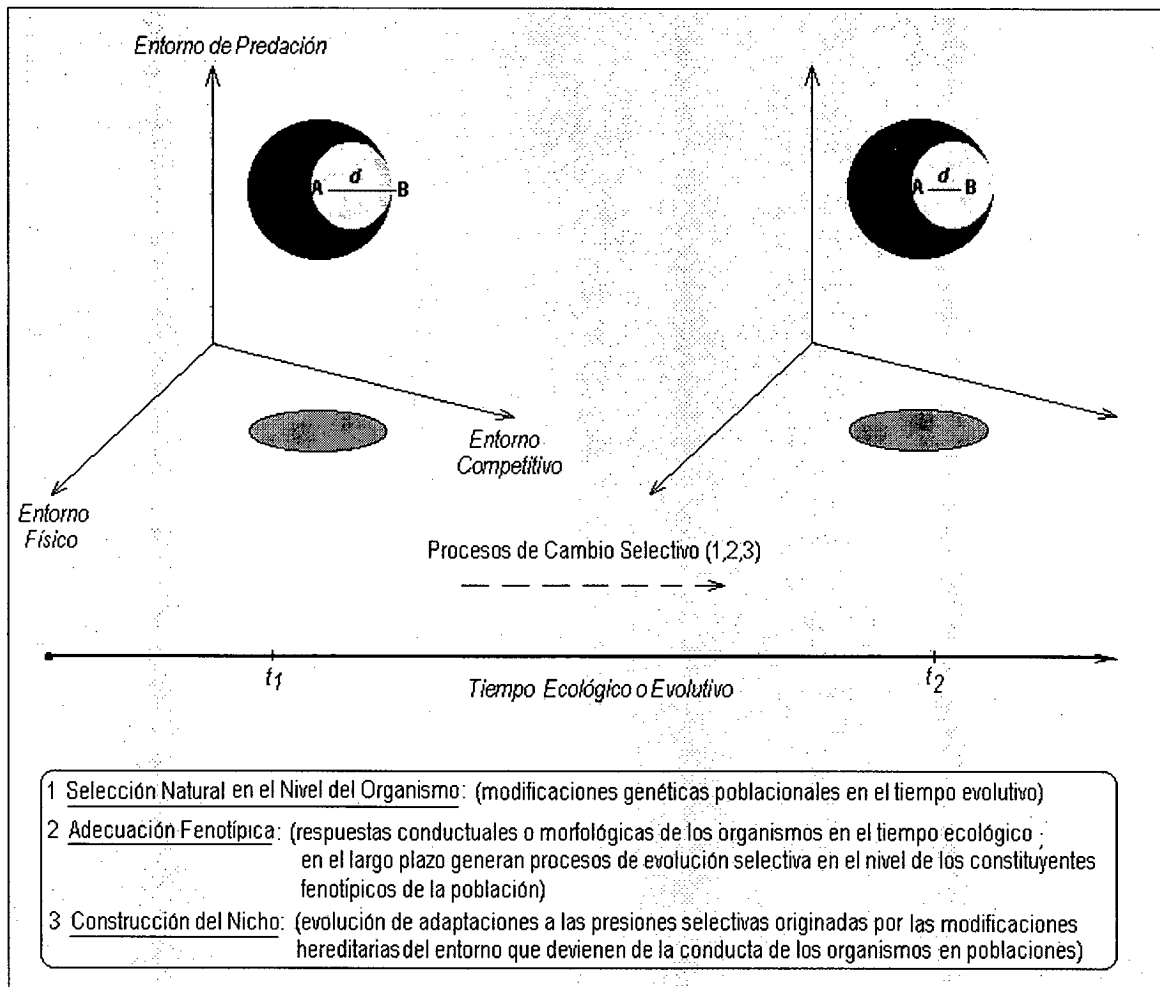


Figura 5.1: Modelo Seleccionista de Nicho y Principales Procesos de Cambio que lo Afectan en el Tiempo Ecológico y Evolutivo. Modificado de Laguens 1999:10, y Pianka 1982

La dinámica del nicho comprende cambios producidos por: 1) la evolución selectiva en el nivel del organismo (Pianka 1982, Eldredge 1989), 2) la adecuación fenotípica por cambios morfológicos o conductuales contingentes con la dinámica del entorno selectivo en escalas ecológicas (Winterhalder y Smith 1992, Winterhalder 2001, Smith 2001) como señalan Winterhalder y Goland (1997), operando en el largo plazo, también genera evolución selectiva Darwiniana ya que produce cambios acumulativos en el repertorio del comportamiento poblacional, y 3) la construcción del nicho, que es el cambio evolutivo por presiones selectivas derivadas de las modificaciones hereditarias del entorno por la conducta de los organismos en poblaciones (Laland *et.al.* 2001).

En cada uno de estos procesos las variables clave son las características morfológicas y cognitivas de la especie - que canalizan el comportamiento probable - y las propiedades sociales, ecológicas y demográficas del entorno selectivo – que imponen las restricciones al comportamiento probable – (Foley 1995), en una variedad de escalas espaciales y temporales (Hutchinson 1965). La Figura 5.1 ilustra el modelo de nicho multidimensional, considerando tres dimensiones relevantes que son fuente de presiones selectivas. En este modelo el fenotipo ideal (A) está perfectamente adaptado a cada una de las dimensiones del entorno selectivo. Este es el fenotipo óptimo frente al cual cualquier otro fenotipo distinto es selectivamente desplazado. Sin embargo cualquier fenotipo real (B) estará a una distancia (d) del óptimo ideal. De tal modo la distancia entre A y B sirve para comparar la medida en la cual los organismos se aproximan a lo óptimo, aumentando o disminuyendo sus probabilidades de supervivencia y reproducción -ver Laguens (1999) para una discusión más exhaustiva en términos arqueológicos. En el tiempo ecológico –intergeneracional- se espera que el cambio hacia lo óptimo ocurra como adecuaciones fenotípicas de los organismos. En la escala evolutiva –transgeneracional- el cambio ocurre principalmente por la selección natural Darwiniana operando tanto en el nivel del organismo como en el nivel de los constituyentes fenotípicos, y expresándose poblacionalmente. En el gráfico esta situación se expresa por el acortamiento de la distancia entre A y B que tiene lugar durante el tramo temporal de t_1 a t_2 , ilustrando un proceso de evolución selectiva optimizante. Sobre la base del modelo de nicho, en Arqueología Evolutiva se pueden plantear hipótesis particulares para estudiar en que medida el comportamiento humano y sus artefactos se ajustaron a lo óptimo en entornos particulares, definido desde modelos más generales. Laguens (1999) considera a la ecuación (5.1) como a la función que define a un espacio adaptativo arqueológico. Desde la perspectiva del nicho aquí adoptamos esta propuesta, ya que proporciona la base para el estudio seleccionista de la dinámica de evolución humana, biológica y cultural (Muscio 2002).

Focalizando en la dimensión económica de la evolución, en el nivel de la población de organismos, el nicho describe el rol económico que cada población de una especie tiene en su ecosistema local y en su interacción con otras poblaciones (Eldredge 2000). El nicho económico da cuenta de las particularidades de las estrategias de obtención y transferencia de energía y nutrientes de los organismos en su hábitat, que posibilitan la reproducción y la contribución potencial a generaciones futuras. El estudio del nicho económico es clave para el análisis materialista de la dinámica de evolución humana en el tiempo y el espacio, considerando también los aspectos históricos y culturales de estos cambios. Esto tiene sus fundamentos.

En las especies culturales son cruciales los aspectos derivados de la *historia cultural* de las poblaciones analizadas que afectan al nicho. Ella canaliza en gran medida el comportamiento adaptativo modal, a partir de sesgos socialmente aprendidos (Cavalli Sforza y Feldman 1983, Boyd y Richerson 1985, Bettinger 1991, Durham 1991, Guglielmino *et al.*). Considerando que la conducta humana en el nivel poblacional genera la producción cultural de entornos selectivos heredables transgeneracionalmente, se ha asignado un rol explicativo en la dinámica evolutiva humana al proceso de construcción de nichos (Laland *et al.* 1999). En las sociedades humanas la construcción de nichos tiene lugar cuando surgen nuevas presiones de selección natural, a partir de la modificación cultural de entornos que son hereditarios, y adaptaciones en respuesta a estas particulares presiones de selección. La construcción de nichos esclarece como el reduccionismo genético -i.e. sociobiología-, ambiental -i.e. socioecología- o culturales -i.e. hermenéutica-, implican acercamientos incompletos e insuficientes para explicar la diversidad emergente en poblaciones de organismos que aprenden socialmente gran parte de sus pautas de comportamiento. Así el estudio evolutivo del comportamiento humano requiere de una perspectiva integradora de cada una de estas vías de causalidad, reconociendo que la plasticidad del fenotipo humano es un producto selectivo, mediante la cual los nichos humanos son flexibles (Kelly 1995, Boone y Smith 1998), cultural y genéticamente sesgados, pero de ninguna manera inmunes a la selección natural (Durham 1991, Richerson y Boyd 1992).

Partiendo del modelo de nicho, en la siguiente sección presentamos los modelos teóricos que utilizaremos en el análisis seleccionista de poblamiento humano durante el Período Temprano en el Valle de SAC. Para esto comenzamos con los modelos de la Ecología del Comportamiento Humano.

2- Ecología del Comportamiento Humano y Nichos Económicos con Producción de Alimentos.

La Ecología del Comportamiento Humano es una rama de investigación derivada de la biología evolutiva, más precisamente de la Ecología Evolutiva. En este marco, su premisa principal es que la conducta de todos los organismos vivos, incluyendo los humanos, es un producto de la selección natural (Smith y Winterhalder 1992). Esta perspectiva es fundamental para analizar la diversidad de conducta humanas, sociales, reproductivas y económicas -- incluyendo el uso del espacio y la tecnología -- bajo el principio de selección natural.

Son muchos los antecedentes de la aplicación en arqueología de este marco teórico, a partir principalmente de la Teoría de la Predación Óptima y de los modelos de manejo del riesgo --ver revisión y citas en Bettinger (1991), Kelly (1995), O'Connell (1995), Winterhalder (2000). Tales modelos están dirigidos al análisis del nicho económico. Su aplicación se ha orientado mayormente al estudio de la dieta (e.g. Broughton y Grayson 1993, Broughton 1994, Grayson y Delpech 1998), la selectividad de hábitats (e.g. Kelly 1991, 1992, Steele 2002), y las estrategias tecnológicas (e.g. Bousman 1993, Ugan *et al.* 2003). Estos trabajos se han centrado principalmente en la arqueología de poblaciones humanas con nichos económicos predadores, siendo menos frecuentes los estudios realizados en poblaciones con nichos en donde interviene la producción de alimentos.

La aplicación de este marco teórico a casos en donde se incluyen estrategias productivas, demanda la adecuación de modelos que fueron originalmente desarrollados para dar cuenta del comportamiento adaptativo de predadores no humanos, como muestran los trabajos de Hawkes *et al.* (1982), Russel (1988), Simms (1987), Layton *et al.* (1991), Winterhalder y Goland (1997), Kohler y van West (1996), Barlow (1997), entre otros. Estas contribuciones han señalado que la aplicación de los modelos de la Ecología del Comportamiento Humano al estudio arqueológico en contextos de producción de alimentos, necesita tomar en cuenta el uso más intensivo del espacio y los recursos que caracteriza a los nichos con estrategias productivas. De aquí se deriva la necesidad de construcción teórica, específicamente orientada al estudio de la toma de decisión adaptativa en economías con producción de alimentos, y sus resultados en escalas arqueológicas. En este marco el desarrollo de teoría arqueológica Darwiniana se enriquece al incorporar los efectos de la transmisión cultural, los cuales pueden favorecer la evolución de tradiciones culturales con sesgos tendientes al óptimo local (Boyd y Richerson 1985). Estos aspectos se abordan en las siguientes secciones, antes es importante fundamentar el principio de optimización del *fitness* mediante un modelo sencillo y de gran generalidad: El modelo de beneficios marginales decrecientes y costos marginales crecientes.

2.1- Optimización del *Fitness*: Modelo de Beneficios Marginales Decrecientes y Costos Marginales Crecientes.

Un principio básico en Ecología del Comportamiento Humano es que el proceso de selección natural por el cual evolucionó la especie humana puede ser concebido como un proceso optimizante del *fitness*, incluyendo la selección favorecedora de *Estrategias Evolutivamente Estables* -EEE-, donde cada estrategia es la óptima, aunque sus resultados no sean los de máximo beneficio neto (Smith y Winterhalder 1992). Mediante la lógica seleccionista, los modelos derivados de este marco teórico asumen que el fin

último de la conducta es maximizar el número de descendencia que sobrevive y deviene en adultos reproductivamente exitosos, constituyendo la base del principio de optimización del *fitness inclusivo*¹ (W).

De aquí se deriva que buena parte del comportamiento humano debe estar dirigido por sesgos tendientes a la optimización de W (Durham 1991). La toma de decisión racional es uno de los mecanismos de causa próxima que guían el comportamiento adaptativo. Este mecanismo opera sesgando la conducta hacia lo óptimo, en un contexto particular en donde las alternativas de comportamiento difieren por su valor de W y los individuos pueden evaluar los resultados de comportamientos alternativos. Este mecanismo, en el largo plazo, genera procesos acumulativos de selección de variación, conductual y tecnológica (Boone 1998), en el nivel de la población (Winterhalder y Goland 1997).

Considerando que el retorno, la utilidad neta, del manejo de recursos es una medida de W –ver Smith y Winterhalder (1992), Winterhalder y Lu (1999) – pueden construirse diferentes modelos para predecir las conductas de diseño óptimo en una variedad de circunstancias. La elección de los elementos -o *currencias*- para medir la utilidad neta dependen del problema a tratar. En los estudios de predación óptima existe consenso en tomar a las calorías como una medida aproximativa del *fitness*, aunque sin descartar a otras como las proteínas (Kelly 1995). Mediante unidades de calorías -kcal o kjoules- pueden cuantificarse los costos y los beneficios de un comportamiento determinado junto con otras unidades, principalmente de tiempo –i.e. kcal/hr, y de esta manera calcular su tasa de retorno.

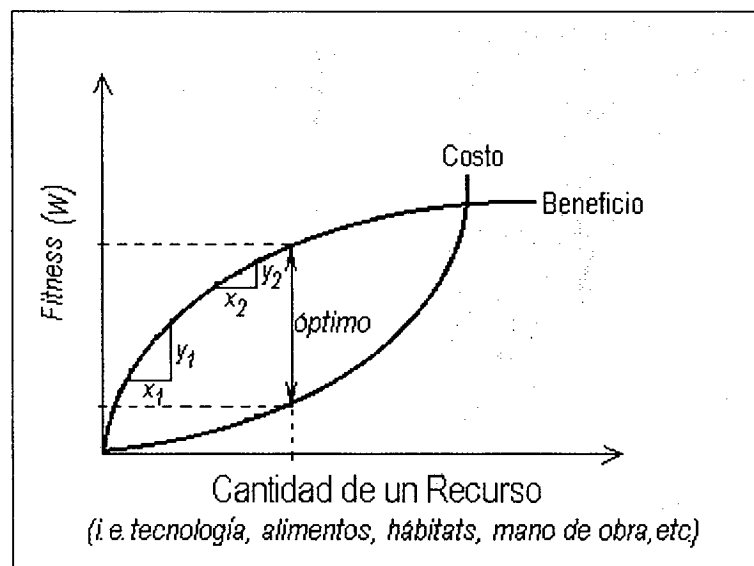


Figura 5.2: Modelo de Optimización de Tasa Beneficios Decrecientes y de Costos Crecientes. La cantidad óptima es aquella que maximiza la relación costos beneficios. Nótese una de las propiedades de la curva de retorno de beneficios decreciente: el valor en *fitness* cambia de acuerdo a la cantidad de recurso que ya se posee, de tal modo que para un organismo localizado en la parte inferior una porción de extra de recurso x_1 le proporciona mayor valor de *fitness* y_2 que la misma porción para un organismo localizado en la parte superior de la curva – x_2 , y_2 .

¹ El *fitness inclusivo* da cuenta no solamente del éxito reproductivo individual obtenido directamente, que es el *fitness Darwiniano*, sino también a aquel obtenido indirectamente por selección de parentesco (Hamilton 1970). Por su generalidad esta medida es comúnmente considerada el mejor indicador del diseño más efectivo para la propagación de genes a las generaciones próximas (Durham 1991). Esta noción es fundamental para el estudio seleccionista de la sociabilidad, particularmente de fenómenos de altruismo, donde el beneficio Darwiniano directo obtenido por el fenotipo altruista es nulo, pero no así el obtenido por la reproducción de parientes que propagan sus genes. Sin embargo para simplificar la lectura, en el resto de este capítulo se utiliza la palabra *fitness* sin especificar su carácter individual o inclusivo; y a lo largo de esta tesis el término *fitness Darwiniano* para dar cuenta de procesos que favorecieron *directamente* la eficacia biológica de los individuos.

Aquí abordamos el modelo más general de optimización de *fitness*, que es aplicable para predecir la conducta óptima en cualquier situación caracterizada por beneficios marginales decrecientes y costos marginales crecientes --Figura 5.2. Un aspecto importante es que las tasas de variación de las funciones de costos y beneficios -las derivadas correspondientes dc ; db - son las que determinan que los beneficios marginales sean crecientes y los costos marginales crecientes. Con respecto a la función de beneficios nótese que una de las propiedades de esta curva es que permite predecir como el valor de *fitness* de la disponibilidad de un recurso, varía de acuerdo a la cantidad de recursos que el individuo ya maneja o posee, de una manera tal que a medida que aumenta la cantidad total poseída disminuye su valor de *fitness*.

En teoría los beneficios marginales de cualquier conducta pueden adoptar diversas funciones, con diferentes tasas de variación (Blurton Jones 1987), sin embargo por su potencial analítico y su recurrencia, la función de beneficios marginales decrecientes es de gran generalidad para modelar situaciones particulares en las que puede actuar la selección optimizante. Lo mismo es aplicable a la función de costos marginales crecientes. Por ejemplo el beneficio del uso de un espacio -de predación o producción- puede ir decayendo conforme se suplen las necesidades, e inclusive estabilizarse a una tasa constante. Paralelamente los costos marginales del uso de ese espacio pueden seguir la trayectoria inversa, es decir ir en aumento conforme aumenta el uso de ese espacio para suplir las necesidades. En estas condiciones la conducta óptima es la que maximiza la relación costo- beneficio, donde la ganancia de *fitness* es máxima, constituyendo el mejor diseño adaptativo y aventajando selectivamente otras alternativas de conducta. La simplicidad y el potencial analítico de la lógica de este modelo lo tornan adecuado para el estudio de muchos comportamientos arqueológicamente detectables -ver Hayden (1998).

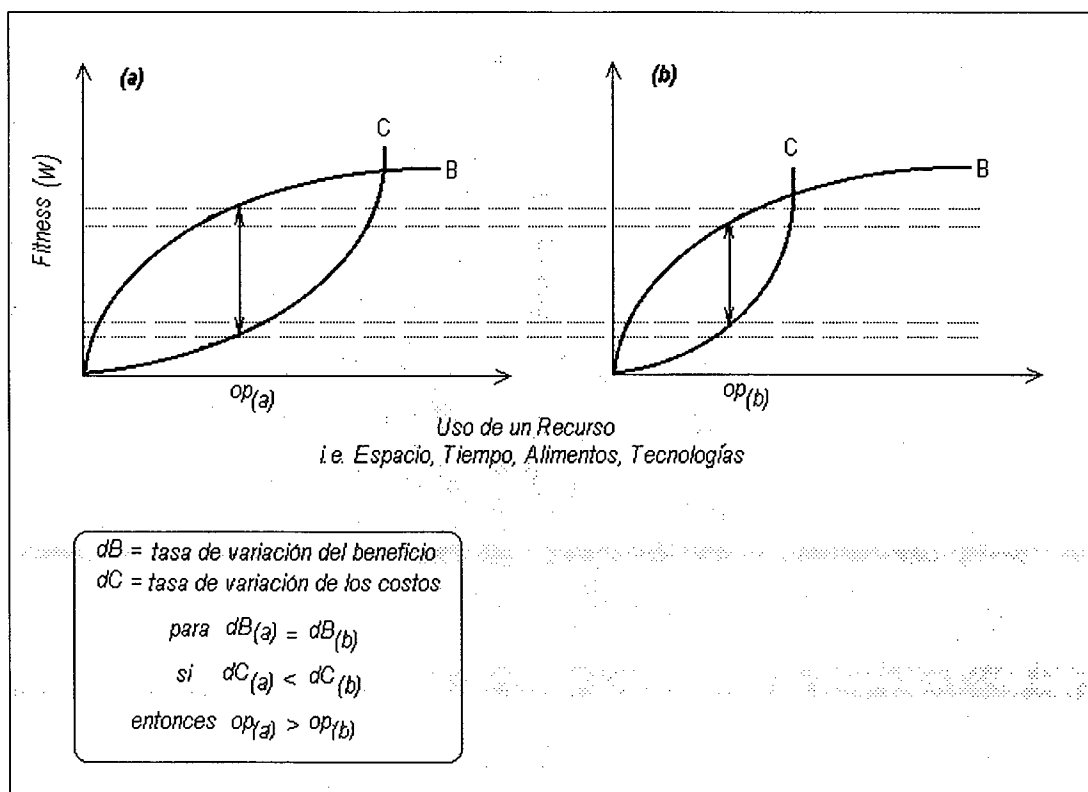


Figura 5.3: Dos Fenotipos Alternativos que Difieren en el Costo de sus Estrategias. Aquí "b" siempre es selectivamente la alternativa subóptima en relación con "a" debido a su mayor tasa de variación -incremento- de sus costos, ver texto.

A la luz de este modelo es muy importante señalar el rol de las innovaciones conductuales o tecnológicas que afectan a la tasa de variación de los costos de la adaptación. En efecto, dejando constante la función de beneficios cualquier variación que disminuya los costos aumenta el *fitness* - Figura 5.2. En esta propuesta existen dos alternativas fenotípicas: "a" y "b", que pueden ilustrar a un rango diverso de conductas de uso de recursos. Ambas alternativas difieren solamente en la tasa de variación de costos, lo cual determina que la opción "a" sea la conducta estrictamente óptima, dado que el óptimo de "a" es superior al óptimo de "b". En estos términos el fenotipo "b" es siempre selectivamente subóptimo –ver la deducción formal en la Figura 5.3. Nótese que aquí la variable clave es la función de costos, que para cualquier beneficio es siempre menor en "a". Esto es importante para estudiar la dinámica de evolución de las tecnologías, especialmente en circunstancias donde los costos de producción son elevados, ya sea por factores físicos o sociales, donde cualquier variante que los reduzca puede ser rápidamente favorecida por la selección natural. Se trata de variaciones en las tecnologías que mejoran la eficiencia económica y en consecuencia el retorno, que aumentan tanto el *fitness* individual como el *fitness artefactual* -su éxito replicativo² (Madsen *et al.* 1999). En el Capítulo 4 se expusieron las razones que hacen de la Puna un ambiente propenso a las adaptaciones costosas, en consecuencia una expectativa que se deriva de este modelo es la evolución por selección direccional de distintos rasgos minimizadores de los costos de la adaptación humana.

A partir del modelo de beneficios marginales decrecientes y costos marginales crecientes del uso de recursos, se puede estudiar el establecimiento de hábitats humanos en ambientes particulares, como una función de la tecnología de obtención y procesamiento de los recursos alimenticios, minimizadora de los costos de la adaptación. Por ejemplo un espacio particular, por contingencias ecológicas, puede ser muy costoso para colonizar por una población humana con una tecnología determinada, pero con otras tecnologías que reduzcan los costos de obtención y procesamiento de los recursos tal espacio puede tornarse colonizable. En este caso las variaciones tecnológicas que mejoran la eficiencia del uso económico del espacio y los recursos, disminuyendo los costos de la adaptación económica son cruciales. Desde esta perspectiva la calidad del hábitat -medida a partir de la relación costos beneficios de su uso- puede variar en relación directa con la tecnología disponible en el *pool* cultural poblacional.

Además de la tecnología, otro factor que afecta directamente a los costos de la adaptación es la productividad ecológica del ambiente. Esta variable controla la frecuencia de encuentro de los recursos de caza y recolección en el espacio, y también el rendimiento bruto de un plantel productivo, afectando entonces la inversión en tiempo y energía dedicados a la subsistencia. Por lo tanto cualquier modificación de la productividad ecológica de un ambiente, por causas naturales o antrópicas, puede afectar positiva o negativamente a los costos de la adaptación. Así, espacios colonizados pueden tornarse muy costosos, disminuyendo su calidad y entonces dejar de ser viables como hábitats humanos, o puede ocurrir una situación inversa en la cual un espacio de baja calidad mejora su estructura de recursos, facilitando la colonización humana. Estos fenómenos de modificación natural o antrópica del entorno, que impactan en el costo de las adaptaciones humanas, requieren de estudios paleoambientales orientados a determinar las variaciones de la productividad ecológica, considerando la etología de las presas potenciales en relación con los cambios en el mosaico ambiental, que puede afectar a la estructura de los recursos económicos. En síntesis, el estudio de la dinámica de la calidad de los hábitats y de procesos de evolución selectiva optimizante, en escalas temporales arqueológicas, puede abordarse a partir de las variaciones bióticas y abióticas de los mismos y considerando la tecnología disponible en el *pool* cultural de la población humana, dado que ambos aspectos son los que principalmente definen la relación costos beneficios de la adaptación. Más adelante en este capítulo –sección 8.1-- se emplea la lógica del modelo de retorno decreciente y costos crecientes para construir un modelo de metapoblación dispersiva, en donde la calidad de los hábitats colonizables está representada por los gráficos de la Figura 5.3.

² Nótese que se está invocando a procesos que operan en diferentes niveles de cambio evolutivo, a partir de diferentes unidades. Esto requiere trabajar con funciones de *fitness*, $f(w)$, específicas para las unidades de cada nivel (Wilson 1999).

Finalmente es importante señalar que pueden construirse otros modelos a partir de diferentes funciones de beneficios y costos caracterizadas por distintas tasas de variación. Por ejemplo considerando situaciones en donde el uso o la disponibilidad de un recurso tenga una función de beneficios marginales crecientes, donde cuanto más se posee de un recurso más se gana en *fitness*. Esto resulta esperable particularmente en situaciones de escasez, donde los recursos son crecientemente valorados (Winterhalder y Lu 1999), como las que ocurren por las fluctuaciones en los recursos críticos de gran magnitud. También puede caracterizar el valor de *fitness* de manejo individual de un recurso, por ejemplo un campo agrícola, que aumenta su rendimiento a medida que no se subdivide, ya que la subdivisión podría no soportar a más de un agricultor (Boone 1992). El trabajo con diferentes funciones de costo - beneficio torna algo más compleja la elaboración de modelos y requiere justificar adecuadamente el significado, en términos conductuales y arqueológicos, de las funciones escogidas -ver Capítulo 11.

3- El Modelo de Amplitud de la Dieta en el Contexto de la Producción de Alimentos

El modelo de Amplitud de la Dieta fue desarrollado en el marco de la Teoría de la Predación Óptima (Giraldeu y Caraco 2000), para predecir el conjunto de recursos alimenticios potenciales que los individuos incluyen en la dieta optimizando la relación costo-beneficio (Smith 1983). Su potencial como herramienta analítica para el estudio de la evolución y la organización de las estrategias de producción de alimentos es notoria –ver Layton *et al.* (1991), Winterhalder y Goland (1997), entre otros.

En el modelo los actores tienen por objetivo maximizar el beneficio de la dieta, incluyendo en esta al conjunto de recursos que proporciona la mayor ganancia neta con relación al tiempo de búsqueda y manejo de los alimentos. La serie óptima define la amplitud de la dieta. Formalmente el modelo asume: 1) que los distintos tipos de recursos tienen una distribución espacial próxima a la de Poisson, es decir que la disponibilidad de cada uno de los recursos en el área de predación tiene la misma proporción relativa, 2) que el tiempo total de predación se divide en dos categorías mutuamente excluyentes: *tiempo de búsqueda* –el tiempo promedio invertido en encontrar un ítem de cada recurso en el espacio- y *tiempo de manejo* – el tiempo promedio invertido en perseguir, capturar, procesar y consumir un ítem de cada tipo de recurso una vez encontrado, 3) que los predadores ordenan la elegibilidad de los tipos de presas de acuerdo a su valor en energía obtenida por tiempo de manejo, en un ranking de costos post encuentro.

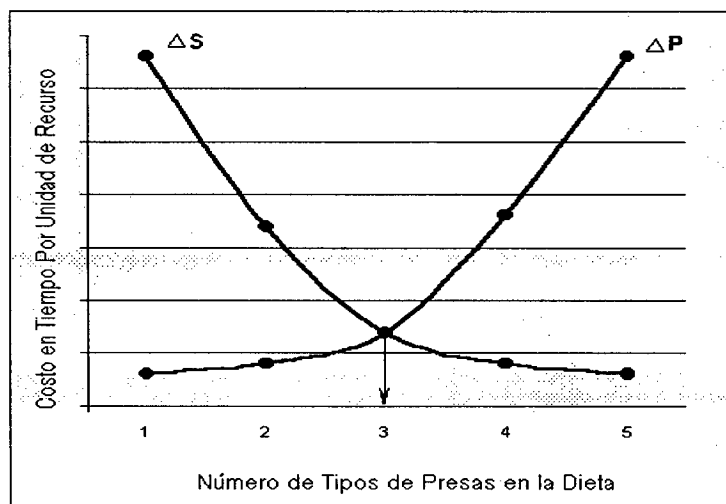


Figura 5.4: Modelo de Amplitud Óptima de la Dieta. Los tipos de recursos están ordenados decrecientemente según su ranking, basado en los costos de manejo. ΔS y ΔP son las tasas de variación de costos de búsqueda y manejo, respectivamente. De la intersección de ambas curvas resulta la dieta óptima: la serie de recursos a la izquierda del punto indicado por la flecha. Modificado de Smith 1983:628

De la división del tiempo total de la predación en tiempo de búsqueda y manejo resultan dos curvas de costos opuestas, Figura 5.4. La curva ΔS grafica los costos decrecientes de búsqueda de cada recurso, la curva ΔP grafica los costos crecientes de manejo conforme se incluyen más tipos de presas a la dieta en un orden decreciente del ranking de recursos -basado en el retorno neto por tiempo de manejo.

La dieta óptima minimiza los costos totales de la predación, incluyendo sólo los tipos de recursos i localizados a la derecha de la intersección de las dos curvas, indicado con una flecha en el gráfico. Los recursos a la derecha son siempre ignorados, para mantener la eficiencia predatoria. El modelo predice que un recurso incrementa el retorno energético y es incluido en la dieta óptima cuando la cantidad neta de energía ganada (E_j), por unidad de tiempo de manejo (h_j) es mayor que la tasa promedio de tiempo invertido en adquirir, procesar, consumir y buscar los recursos de "mayor" beneficio neto. Esto es:

$$\frac{E_j}{h_j} > \frac{\sum \lambda_i \cdot E_j}{\sum \lambda_i \cdot h_i + 1}, \quad (5.2)$$

donde λ_i es la tasa de encuentro para cada tipo de recurso. Los costos de búsqueda (C_s) son principalmente una función de la densidad de los recursos, mientras que los costos de manejo (C_h) abarcan a los costos de *persecución* y *procesamiento* peculiares a cada recurso, y son los que definen su posición en el ranking de elegibilidad. De tal modo las variables claves para generar hipótesis de trabajo arqueológico son "densidad" y "Ranking" de los recursos (Winterhalder y Goland 1997).

La aplicación del Modelo de Amplitud de la Dieta al estudio de economías productoras de alimentos -agricultura o pastoralismo- requiere considerar una serie de puntos para garantizar que los fundamentos del modelo no se violen, y en consecuencia no se invalide la solución de (5.2) y las derivaciones que de ella puedan desprenderse. La asunción de una distribución regular de los recursos puede relajarse, sin afectar sustancialmente las predicciones del modelo (Stephens y Krebs 1986).

El principal problema es el de los costos de las actividades productivas. Específicamente, y para el caso de la agricultura, el interrogante es si los costos de producción precocecha pueden ser equivalentes a los costos de búsqueda o a los de manejo (Keeggan 1986). Este dilema se plantea porque los recursos cultivados se "encuentran" sólo durante el tiempo de cosecha, y en lugares particulares -huertos o campos. Pero para que esto ocurra debe haber inversión en trabajo en etapas previas - actividades de presiembra, siembra y cuidado de los cultivos principalmente.

En un sentido, el tiempo invertido en las actividades productivas con la expectativa de obtener un beneficio a futuro -la cosecha- es comparable al tiempo de manejo y procesamiento que reporta un beneficio promedio en la explotación de recursos silvestres una vez encontrados (Barlow 1997). Siguiendo este razonamiento podría considerarse a los costos de precosecha como costos de manejo. Si se toma esta alternativa, entonces se debe cumplir la condición de que todo el rango de recursos disponibles y fundamentalmente los de alto ranking estén presentes en los campos o huertos, durante el tiempo en el cual las actividades agrícolas tienen lugar. Si esto ocurriera el individuo puede ignorar las actividades agrícolas para salir a la búsqueda de recursos silvestres, incurriendo en costos de búsqueda independientes de los de manejo. Pero si esto no ocurre se viola la asunción crítica de que los tiempos de manejo y los tiempos de búsqueda deben ser mutuamente excluyentes, porque no habría acciones de búsqueda separadas de las de manejo de la agricultura, ya que la predación ocurriría en una fracción espacial no representativa de los recursos potenciales y determinada por las actividades de manejo de los cultivos.

El punto central es que generalmente esto no ocurre, entre otras cosas porque las actividades agrícolas demandan la exclusión de herbívoros que pueden perjudicar a los sembrados y la erradicación

de vegetales que compiten con las plantas cultivadas (Redman 1999). Estos recursos pueden ser potencialmente explotables, particularmente los herbívoros de mayor tamaño. De tal manera una gran fracción de recursos potenciales no estará presente en los espacios de cultivo. Por esta razón el considerar a los costos de precosecha como costos de manejo no es una alternativa analítica adecuada.

Por otra parte, gran parte del tiempo invertido en las actividades precosecha es también comparable a los tiempos de búsqueda de recursos silvestres, ya que de estas actividades –i.e. fertilización, riego, cuidado de los cultivos, etc. – resulta la tasa de encuentro durante la cosecha de los recursos vegetales. Nuevamente, si se considera a estos costos, como costos de manejo se viola la asunción crítica de que los costos de búsqueda y las tasas de encuentro son independientes de los costos de manejo –ver discusión en Barlow (1997). En esta lógica, no cabría una distinción taxativa entre costos de búsqueda y costos de manejo, como lo exige el modelo de Amplitud de la Dieta.

Sin embargo este dilema desaparece si se considera que tanto la agricultura como el pastoralismo *suprimen* los costos de búsqueda. Layton *et. al.* (1991) destacan este punto como una ventaja selectiva de las economías productivas. Formalmente la solución más conveniente, aquí adoptada, es considerar que en las dietas con recursos potenciales provenientes de la producción $C_s \cong 0$. Mediante esta corrección el cálculo de la tasa total de retorno predatorio promedio de la dieta, resulta de considerar a la totalidad de los costos invertidos en la producción de los recursos “no silvestres” –todos los costos que intervienen en la cadena productiva, incluyendo los de procesamiento y consumo– como si fueran costos post-encuentro, en la estructura de costos *de toda la serie de recursos*. Así el tiempo total dedicado a la producción agrícola determina la tasa de retorno post-encuentro de la estrategia agrícola, tomada globalmente, o sea su posición en el ranking de toda la serie de alternativas.

Sugerimos que este razonamiento es totalmente aplicable al pastoralismo, estrategia que también suprime los costos de búsqueda al tener a los animales en cautiverio localizados en puntos particulares del espacio, quedando entonces sólo los costos de manejo de los rebaños para posicionarla en el ranking de elegibilidad. Nótese que en esta propuesta no se viola la lógica del modelo, sólo se hace tender a cero una de las variables, y además se trata a la agricultura y al pastoralismo como si fueran “recursos simples” con tasas de retorno promedio, cuyos recursos derivados pueden salir o entrar oportunísticamente en la dieta, de acuerdo a su retorno marginal y a la abundancia de los recursos de alto ranking-ver Barlow (1997) para una solución similar.

Para obtener los valores de ranking de los recursos potencialmente usados en el Valle de SAC, utilizaremos medidas de resolución más finas que el peso bruto de los recursos – lo cual generalmente se hace en el estudio de la dieta de poblaciones animales o de predadores humanos (Broughton y Grayson 1993). Para esto nos basaremos en los costos de procesamiento postencuentro de los recursos silvestres y domésticos, etnográficamente estimados en la Puna de Salta – ver Capítulo 6. La fórmula básica que utilizaremos, que nos da una medida del retorno por unidad de tiempo de cada recurso (Kelly 1995) es:

$$hz = \frac{Kcal h_i h_i l_i}{tp_i}, \quad (5.3)$$

donde hz es el valor en $kcal/hr$ de un recurso i del cual se deriva su posición en el ranking, h_i es la biomasa bruta de i , medida en kilogramos, l_i es el índice de biomasa útil del recurso i , $kcal h_i$, es la cantidad neta de kilocalorías por kilogramo de recurso i y tp_i es el tiempo de procesamiento postencuentro del recurso i .

La Figura 5.5 ilustra el Modelo de Amplitud de la Dieta utilizado para predecir cuando las oportunidades para la agricultura o el pastoralismo son ignoradas, o son aprovechadas e incorporadas en el nicho económico. De este modelo se desprende que los individuos solamente adoptarán a la agricultura o al pastoralismo cuando sus tasas de retorno marginal sean mayores que la tasa de retorno promedio de ignorar a estas estrategias, continuando con la búsqueda de recursos silvestres. El conjunto de recursos hipotéticos está representado por estrellas y ordenados decrecientemente de izquierda a derecha a partir de su rendimiento post encuentro. A partir de la ecuación (5.3) en el Capítulo 6, generaremos una tabla de ranking en kcal/hr, mediante información actualística, que será utilizada para discutir la amplitud del nicho económico para el caso de estudio bajo este modelo.

La tasa de retorno promedio total de la predación está graficada por la línea gruesa. En el modelo todos los recursos silvestres que caen por debajo de esta línea deben ser ignorados y los que están por encima siempre perseguidos e incorporados en la dieta. De la misma manera todas las oportunidades para la agricultura -o para el pastoralismo- con tasas de retorno superiores a la tasa de retorno promedio son afrontadas, y los cultivos son incorporados, mientras que las oportunidades con tasas de retorno inferiores a la tasa promedio son siempre ignoradas. Las dos situaciones incorporar o ignorar las oportunidades productivas, de acuerdo a su retorno, se representan en el grafico por bandas localizadas por encima y por debajo de la curva de retorno neto predatorio.

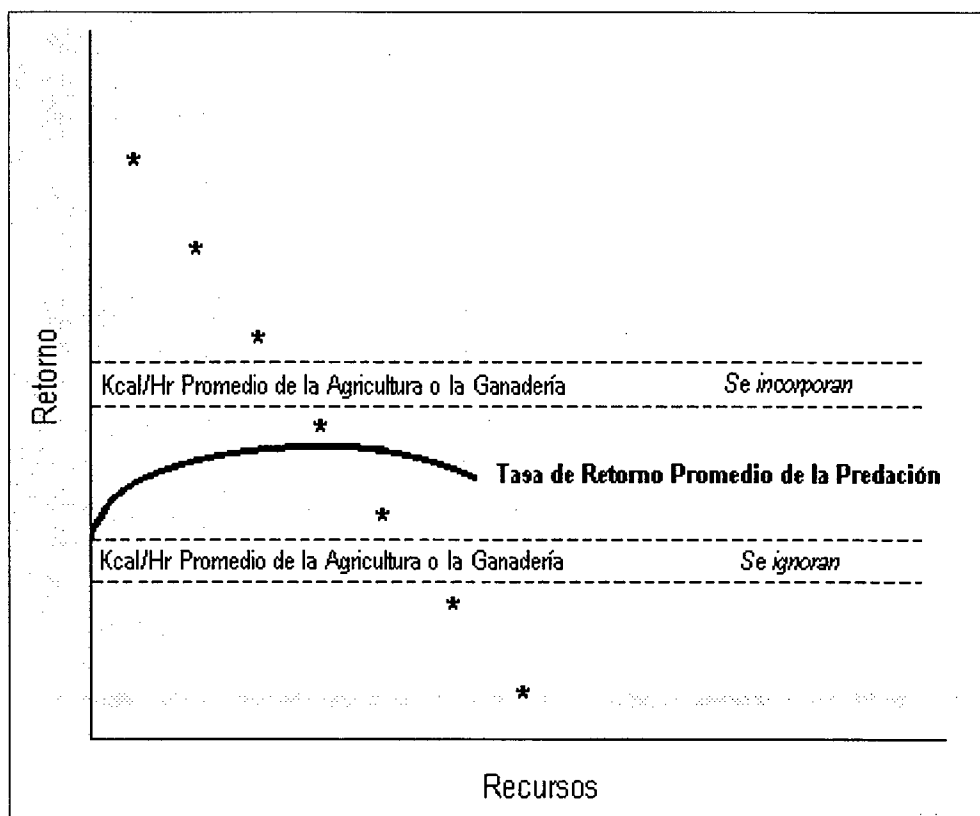


Figura 5.5: Modelo de Amplitud de la Dieta y Estrategias de Producción de Alimentos: En este modelo la incorporación al nicho económico de estrategias productivas depende de sus tasas de retorno marginal en la serie óptima, por lo cual tienen una posición en el ranking. De tal manera, las estrategias productivas se consideran como recursos, que pueden o no ser ignorados, en relación con la tasa de retorno neta y a la abundancia de los recursos de alto ranking. Modificado de Barlow (1997:44) – que se basó en Hawkes *et. al.* (1982) y Simms (1987).

De este modelo se derivan una serie de predicciones que son de interés en la Arqueología Evolutiva de nichos con producción de alimentos –ver Layton *et al* (1991), Bettinger (1991), Hawkes y O'Connell (1992), Winterhalder y Goland (1993), Winterhalder y Goland (1997), Barlow (1997)-, particularizado la discusión a la estructura de recursos de la Puna estas son:

- 1 La inclusión y el predominio en la dieta de los distintos recursos –silvestres o domésticos- dependerán *únicamente* de la disponibilidad de los recursos de *alto ranking* y no de su propia disponibilidad.
- 2 Conforme fluctúe la densidad de los recursos de mayor ranking, la dieta óptima fluctuará en su composición, incluyendo o excluyendo a los recursos de menor ranking, pero los de alto ranking serán *siempre* perseguidos y utilizados una vez localizados, independientemente de su densidad.
- 3 La elegibilidad de los recursos, *su posición en el ranking*, puede cambiar tanto por modificaciones propias en las características de los recursos, como por tecnologías que mejoran su eficiencia de manejo. De tal modo esperamos que las gramíneas silvestres y domésticas y otros recursos de bajo ranking ingresen en la dieta acompañados de tecnologías que mejoran sus costos de procesamiento. Especialmente de artefactos de molienda y ollas de cerámica que aumenten la eficiencia durante la preparación y la cocción de estos recursos.
- 4 Conforme la amplitud de la dieta crece, incorporando recursos y disminuyendo la eficiencia económica, disminuye el éxito reproductivo y la tasa de incremento poblacional. Por lo tanto esperamos que proliferen tecnologías que mejoren aún más la eficiencia en estos casos, a partir de sesgos tendientes a lo óptimo, que operen sobre las tradiciones alfareras locales.
- 5 No obstante el punto 4: Si la reducción marginal en la eficiencia predatoria es menos importante para el crecimiento poblacional que la magnitud absoluta del *rendimiento sostenible* – de largo plazo- proveniente de la incorporación de recursos de menor retorno, la población puede crecer con una dieta más amplia y de mayor eficiencia -- ver Winterhalder y Goland (1993).

Cada uno de estos postulados es de utilidad para estudiar las variaciones en la composición de la dieta como una función de la fluctuación en la frecuencia de encuentro de los recursos de alto ranking, y de modificaciones en la propiedad de los recursos y la tecnología de persecución, captura, procesamiento y consumo. En este marco pueden explicarse las transiciones económicas hacia el uso más intensivo de recursos de alto costo de procesamiento, como los vegetales, en el marco seleccionista coevolutivo (Rindos 1984). Aquí brevemente nos detendremos en el punto 5. Winterhalder y Goland (1987) han propuesto que la disminución de la abundancia de los recursos de alto ranking, por cualquier razón, incluyendo la sobreexplotación densodependiente, puede dar lugar a la “evolución selectiva” de estrategias de uso de especies domésticas, en una trayectoria coevolutiva entre poblaciones humanas y poblaciones de recursos silvestres. Bajo esta hipótesis, la disminución de la densidad de los recursos de alto ranking amplía la dieta, incorporando recursos de bajo ranking. La coevolución puede llevar a modificaciones de estos recursos que mejoren su ranking, haciéndolos más atractivos (*i.e.* cambios en el tamaño de los granos de cereal que disminuyan los costos de manejo, o aumento en el contenido de grasa de animales silvestres que mejoren su retorno post encuentro). Estas pueden acompañarse por innovaciones tecnológicas que también mejoran su ranking --*i.e.* tecnologías de trozamiento, molienda, cocción, etc. Posteriormente un aumento en la densidad de estos recursos, puede fijar una estrategia productiva que predomine en la dieta. Esta situación permite el crecimiento poblacional (Winterhalder y Goland 1997). A este planteo hay que agregar que también la tecnología puede aumentar la densidad de estos recursos, incluyendo recursos animales. Es el caso de las innovaciones tecnológicas en la construcción de ambientes artificiales específicos para plantas o animales -*i.e.* parcelas de cultivos en estructuras arquitectónicas con irrigación y fertilización, o corrales para la protección de animales domesticados de los predadores.

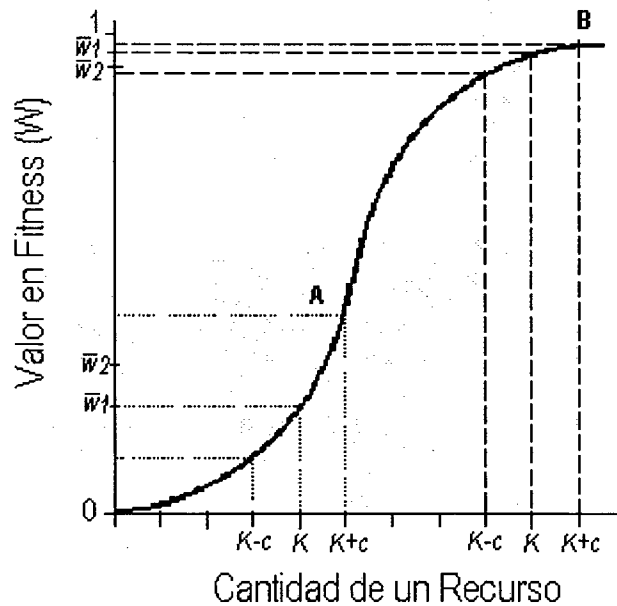
En el punto 2.1 de este capítulo, vimos que todas estas tecnologías que disminuyen los costos de la adaptación económica, son tecnologías que aumentan el beneficio neto. Sobre esta base teórica se puede plantear que en nichos estructurados por estrategias con producción de alimentos, la evolución de la tecnología estará sujeta a presiones selectivas tendientes a la optimización del beneficio, lo cual da lugar a estrategias tecnológicas tendientes a la optimización del retorno. Estas presiones de selección pueden intensificarse tanto por la productividad ecológica del espacio explotado, como por la densidad poblacional. A la par, otras presiones de selección pueden actuar sobre estos nichos. Particularmente las derivadas de la estocasticidad ambiental, que da lugar al riesgo, como veremos en la próxima sección.

4 -Riesgo y Manejo Adaptativo de las Fluctuaciones.

El riesgo se define como la variación impredecible en el resultado de una conducta que tiene consecuencias en el *fitness* de los organismos (Winterhalder y Lu 1999). En Ecología del Comportamiento Humano se ha destacado el rol importante del riesgo en la toma de decisión que tiene lugar en los nichos económicos con producción de alimentos (Winterhalder y Goland 1997). En economías basadas en recursos domesticados, el riesgo se relaciona principalmente con las variaciones impredecibles que afectan a la abundancia y a la disponibilidad, de las poblaciones de recursos de las cuales depende la subsistencia humana, en una relación coevolutiva entre humanos y especies domésticas (Rindos 1980, 1984, 1989). En estas economías el riesgo afecta a la producción de alimentos, a partir de una variedad de factores ambientales que pueden desatar fluctuaciones de disponibilidad de recursos y crisis económicas de distinta escala de severidad.

El potencial selectivo del riesgo puede ser analizado considerando la distribución de probabilidades de los resultados de un comportamiento, en relación con una cantidad crítica de recursos a conseguir (Winterhalder y Lu 1999). Este último es un umbral de *requerimiento* que posibilita la subsistencia y la reproducción y en consecuencia al *fitness*. Por ejemplo para una estrategia agrícola, las probabilidades de alcanzar en la cosecha un valor crítico para la subsistencia de una unidad doméstica puede variar en relación a las distintas *tácticas* potencialmente utilizables (*i.e.* agricultura de secano, riego, uso de variedades resistentes, dispersión espacial de cultivos, etc.). En este caso el valor de requerimientos está determinado por el tamaño y la composición de la unidad doméstica. Aquí es importante considerar las diferentes alternativas para el manejo del riesgo que se desprenden de considerar diferentes umbrales de requerimiento, según las particularidades biológicas y el contexto socioecológico de los organismos. Esto se ilustra a partir de la distribución sigmoidea que caracteriza a la relación funcional entre los resultados de una conducta de obtención de recursos – medida por la Cantidad -- y su utilidad Darwiniana o valor de *fitness* --Figura 5.6. Este constituye el modelo básico de sensibilidad al riesgo, que explica la dependencia del fenotipo óptimo con relación a la localización en la curva del requerimiento-- para su exposición formal ver cuadro de la Figura 5.6.

Del modelo de utilidad sigmoidea se desprende que la toma de decisión adaptativa al riesgo puede seguir dos estrategias principales: evitar la varianza – *risk adverse*- o apostar a las fluctuaciones –*risk prone*. Ambas dependen de la localización de los requerimientos en la curva de utilidad. Las estrategias *risk adverse* se esperan en contextos donde la utilidad es decreciente para los resultados probables de la conducta. Las estrategias *risk prone* se esperan en situaciones en donde la utilidad marginal de los requerimientos críticos es creciente; es decir cuando el valor de cada unidad de recurso va en aumento. Esto caracteriza situaciones de escasez o estrés adaptativo. Generalmente los animales implementan tácticas *risk prone* cuando fluctúa el tiempo entre la conducta predatoria y los resultados, y tácticas *risk adverse* cuando fluctúan las cantidades de recursos. En este marco y muy generalmente, las tácticas *risk prone* no son típicas de los homínidos (Winterhalder y Lu 1999).



Sean dos fenotipos (1, 2) con estrategias distintas de elección de recursos críticos, pero con idéntica cantidad media: $\bar{C}_1 = \bar{C}_2$ donde:

- 1 = Elegir siempre una cantidad fija K
- 2 = Elegir siempre una cantidad variable entre K-c y K+c, teniendo ambas la misma probabilidad: $p = 0,5$

Si la función de valor de fitness es sigmoidea con las medias de 1 y 2 desiguales:

$$\bar{W}_1 < \bar{W}_2 \text{ en A} ; \bar{W}_1 > \bar{W}_2 \text{ en B}$$

Entonces: para A el fenotipo óptimo es 2, dado que aumenta la media de fitness maximizando la varianza para B el fenotipo óptimo es 1, dado que aumenta la media de fitness minimizando la varianza

Figura 5.6: Modelo Básico de Sensibilidad Adaptativa al Riesgo. La curva sigmoidea grafica la relación funcional entre los resultados de la conducta de obtención de recursos críticos -Cantidad- y su valor de *fitness* -W-; y dos diferentes alternativas para minimizar riesgos, dadas por la localización de los *requerimientos* de los organismos en la curva. Para la porción cóncava, en la cual las utilidades marginales son decrecientes -B- las estrategias que tienden a resultados de cantidades fijas de recursos (K) son selectivamente óptimas, comparadas con las estrategias de resultados variables en las cantidades obtenidas, pero de iguales probabilidades (K+c, K-c). Para la porción convexa de utilidades marginales crecientes -A- la selección natural favorece las estrategias de resultados de cantidades variables -con mayor varianza. Los requerimientos son contingentes con el entorno ecológico y una función de las propiedades biológicas particulares de los organismos.

En el siguiente acápite se aborda el modelo Z-Score, que es una derivación del modelo sigmoideo, y aplicable al estudio de la toma de decisión sensible del riesgo en alternativas con diferentes funciones de probabilidades de resultados. Esto puede caracterizar a las opciones con las que se enfrentan los individuos en un rango muy amplio de comportamientos. Nosotros restringiremos la discusión a las alternativas que pueden presentarse en la producción de alimentos en ambientes fluctuantes, como es el caso de la Puna.

4.1 -El Modelo Z-Score

En el ámbito andino se ha discutido el rol del riesgo en las estructuras organizativas agrícolas y pastoriles, tanto etnográficas como arqueológicas. Estos trabajos han señalado la importancia de la variación en los parámetros físicos del ambiente, tales como las precipitaciones, las heladas y la disponibilidad de hábitats, que propicia contextos de riesgo, como también los riesgos asociados a las fluctuaciones en la mano de obra (Browman 1987, Gobel 1994, Escola 1996, Muscio 1998, entre otros). Aquí, a partir del modelo Z-Score, nos concentraremos en el riesgo que se deriva de las fluctuaciones de las precipitaciones y que puede operar selectivamente sobre las estrategias productivas.

Cuando se supone que las funciones de probabilidades de los resultados de distintos comportamientos de obtención de recursos tienden a una distribución gaussiana, resulta apropiado el modelo Z-Score para analizar aquellos comportamientos de mayor potencial adaptativo frente al riesgo. Precisamente en la Puna de Argentina se observa que la distribución anual de la fluctuación de las precipitaciones tiende a una campana de Gauss – ver Capítulo 4 Figura 4.7(a). De tal manera la aplicación del modelo Z-Score está justificada para todos los casos donde los resultados de los comportamientos económicos en el ámbito de la Puna dependen de este patrón de fluctuación de las precipitaciones. Entre estos destacamos a la estrategia agrícola y a la estrategia pastoril. Ambas dependen de las precipitaciones. La primera por la oferta de agua para el desarrollo y crecimiento de los cultivos. La segunda por la disponibilidad de pasturas que está condicionada por la oferta hídrica regional y la evapotranspiración que controlan la humedad de los suelos.

Más generalmente, la oferta de biomasa vegetal y animal disponible para la predación dependen de la productividad ecológica local que está controlada por la fluctuación de las precipitaciones. Por lo tanto para todas estas situaciones es aplicable el modelo Z-Score, como herramienta analítica para estudiar si las diferentes estrategias y tácticas económicas son adaptaciones a las fluctuaciones de las precipitaciones, que afectan al resultado final de la conducta de subsistencia. Al igual que en el modelo sigmoideo, en el modelo Z-Score el rendimiento neto – valor de *fitness*- es una función probabilística. Cada elección de subsistencia está caracterizada por una distribución con valores propios de rendimiento medio (μ) y de variabilidad - el desvío estándar- (σ). Bajo estas condiciones la meta es obtener el valor crítico de rendimiento (R), para evitar niveles maladaptativos, en términos de *fitness*. Según Winterhalder y Goland (1997) -ver desarrollo de la integral en Spieguel (1989:109-110), Winterhalder *et al.* (1999)- la probabilidad de caer por debajo de este valor crítico es:

$$Z = (R - \mu) / \sigma \quad (5.4)$$

La minimización del riesgo resulta de la elección de tácticas de comportamiento con una combinación de varianza-media tal que minimiza la probabilidad Z . La Figura 5.6 muestra el gráfico de la distribución de probabilidades de retorno esperado para tres tácticas de subsistencia diferentes. En los ejemplos estas tácticas son tres alternativas con respecto al número de parcelas de cultivo a utilizar. La serie A representa una táctica de uso de 12 parcelas localizadas en diferentes ambientes con un valor $\mu=7$; y $\sigma =1$. La serie B representa una táctica de uso de 6 parcelas, también dispersas, con un valor $\mu=9$; y $\sigma =2,2$. La serie C consiste en el uso de 2 únicas parcelas concentradas en un mismo ambiente con un valor $\mu=8$; y $\sigma =3,5$. Además de estas tres tácticas potenciales se consideran dos situaciones distintas de requerimiento. La lógica situacional de estos requerimientos es la discutida en el modelo sigmoideo. La primera de las situaciones - R_1 - es cuando las necesidades críticas están por debajo del promedio de las expectativas de rendimiento económico. La segunda situación R_2 es cuando la cantidad necesaria para la supervivencia es superior a las expectativas de retorno promedio que tiene el tomador de decisiones. Para estas dos situaciones las tácticas que minimizan la probabilidad de no lograr la cantidad crítica de recursos divergen.

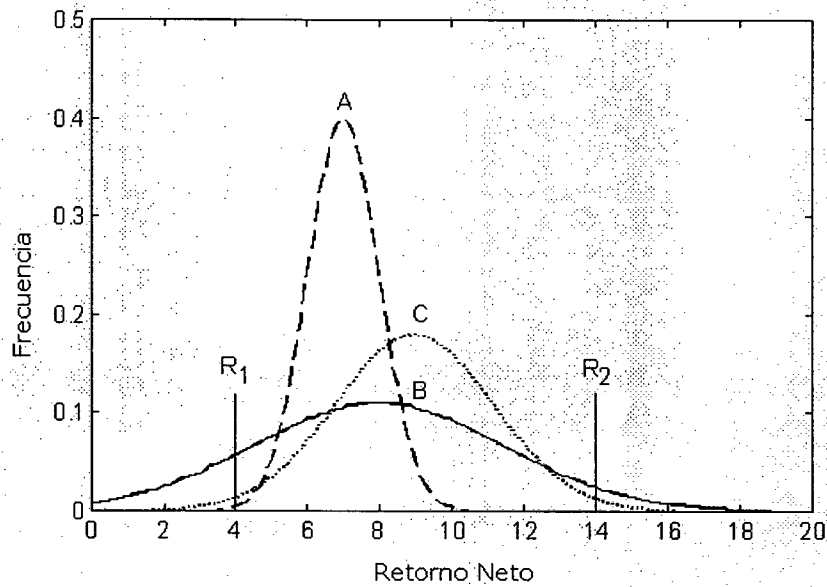


Figura 5.7: Modelo Z-Score: R_1 y R_2 son los umbrales de requerimientos a satisfacer por una unidad doméstica, conforme se ubique en la curva sigmoidea de beneficios. A, B y C son las curvas de distribución de probabilidades de retorno esperado de tres tácticas de cultivo que difieren en su media y en su varianza. Bajo estas condiciones las estrategias óptimas de manejo de riesgo divergen para R_1 y R_2 -ver texto.

Las elecciones de mínimo riesgo, que minimizan Z, dependen tanto de las propiedades estadísticas de las distintas tácticas de conducta como del valor de R. Para $R > \mu$ la mejor táctica es la de mayor variación, la de más alto σ -- o sea la menos predecible. Como vimos este es un comportamiento *risk prone*. En el gráfico se ejemplifica por la serie B para $R_2 = 14$. En este ejemplo la táctica implica una apuesta a un conjunto limitado de opciones de instalación de parcelas. Este es el principio de adaptaciones a ambientes riesgosos, que explotan una base estrecha de recursos fluctuantes pero de mucha utilidad neta, y se esperan en ambientes donde la selección por riesgo opera con mucha fuerza, ya que se trata de fenotipos que consiguen pocas veces los requerimientos. En consecuencia la evolución de conductas de obtención de recursos *risk prone* es esperable cuando las alternativas de comportamiento están muy severamente limitadas (Winterhalder y Lu 1999).

Por otra parte, cuando las necesidades de supervivencia son menores a la media de retorno esperada tal que $R < \mu$, las tácticas que disminuyen el riesgo son las de menor variación, siendo entonces conductas *risk adverse*. La serie A muestra esta situación donde $R=4$. En el gráfico se observa que esta opción es la de menor probabilidad de caer por debajo del valor crítico, pero no es la de más alto rendimiento neto promedio (μ), comparada con B y C. Esto es sumamente importante para estudiar los efectos de la tecnología sobre las estrategias de subsistencia, debido a que determinadas estrategias tecnológicas pueden no ser las que maximizan el retorno neto, sino aquellas que minimizan el riesgo de la obtención de recursos (Bousman 1993, Borrero 1993). En general las estrategias que promedian la varianza, manejando por ejemplo una serie amplia de recursos o un número alto de ambientes parches explotados funcionan de esta manera (ver Halstead y O'Shea 1989). Estas estrategias disminuyen la varianza total (σ). En la estrategia agrícola, los ejemplos aquí discutidos implican tácticas dispersas o concentradas de localización de campos de cultivos, y sirven como modelos de referencia para los objetivos de este trabajo. Esta misma lógica puede aplicarse para el análisis de otras estrategias de uso de espacios productivos fluctuantes en su productividad, tal como la distribución de facilidades pastoriles en el mosaico de pasturas.

Con relación a las estrategias de manejo de riesgo en economías productivas, particularmente con relación a la agricultura es importante destacar dos aspectos que son claves, y que expusieron Winterhalder y Goland (1997): a) Como el intervalo entre la producción y el consumo es extenso –durando un año en ambientes estacionales- los mecanismos que operan promediando la varianza en el tiempo no son efectivos. Por ejemplo un cazador regularmente puede promediar sobre la base de los resultados obtenidos diariamente, pero un agricultor no puede promediar los resultados en las escalas del intervalo de producción, porque simplemente no sobreviviría durante intervalos de producción fallidos consecutivos, y porque además los costos de almacenamiento en estas escalas serían muy altos. b) Como el uso del espacio productivo está altamente localizado en el espacio y la estrategia productiva no requiere de la presencia constante del agricultor, las oportunidades de dispersión espacial para disminuir el riesgo aumentan, dado que un agricultor puede utilizar simultáneamente una gama diversa de espacios productivos con diferentes resultados cada uno. Esto no es posible para un cazador, que no puede estar simultáneamente en varios lugares persiguiendo presas, y haciendo uso de la dispersión de patches para la caza, en la escala diaria del intervalo predatorio. Partiendo de estas dos condiciones estructurales -temporales y espaciales- de las economías productivas de baja escala – Winterhalder y Goland (1997) señalaron que conforme aumenta la dependencia de la producción de alimentos, emergen fuertes presiones selectivas para la evolución de sistemas de manejo de riesgo en los cuales el “compartir” hacia el interior de la unidad doméstica o el grupo predatorio (esperable en la caza y la recolección) es *suplantado por la dispersión de los campos entre las unidades domésticas*, y sistemas de intercambio -entre regiones en las cuales las fluctuaciones no están sincronizadas.

Una serie de derivaciones resultan del considerar al riesgo con una agente selectivo de alto impacto en las economías productivas de la Puna durante el Período Temprano.

- 1 Si los requerimientos de las unidades domésticas son muy altos –superiores al retorno medio esperado- se seleccionaran estrategias y tácticas *risk prone*. Esta es una apuesta total al riesgo, esperable donde cada unidad de recurso incrementa su valor de *fitness* conforme se obtiene más, lo que caracteriza a contextos de escasez en los que se desarrolla la toma de decisión. Se espera si se usan hábitats de baja calidad muy fluctuantes, como los del fondo de Valle de SAC, o bajo situaciones densodependientes en los cuales no existan hábitats de alta calidad vacantes. Por lo tanto esperamos que en el inicio de la transición hacia nichos que incluyan a la agricultura esto no ocurra.
- 2 Si los requerimientos de la unidad doméstica son inferiores al retorno medio esperado- se seleccionaran estrategias y tácticas *risk adverse*. Esta es una apuesta a la seguridad, esperable donde cada unidad extra de recurso reporta poco valor de *fitness*, pero su substracción es muy significativa, lo que caracteriza a contextos de abundancia relativa para satisfacer las necesidades en los que se desarrolla la toma de decisión. Esto se espera si se usan hábitats de alta calidad y con una varianza de microambientes que permitan la dispersión de campos, como las quebradas laterales del Valle de SAC. y donde la densidad demográfica no disminuya las probabilidades de dispersión.
- 3 Una manera alternativa de manejar el riesgo es disminuir los requerimientos de la unidad doméstica, mediante la reducción de los miembros que la componen. Particularmente por el desprendimiento de los individuos en edad reproductiva para la formación de nuevas unidades domésticas en otros hábitats. Esto genera poblaciones estructuradas de tamaño pequeño, y procesos de dispersión poblacional y colonización de nuevos hábitats.
- 4 Si las fluctuaciones en los requerimientos de las unidades domésticas no pueden ser manejadas adaptativamente, éstas pueden dejar de ser biológicamente viables en su nicho económico. Así puede ocurrir un cambio hacia un nuevo nicho biológicamente viable, basado en estrategias menos sensibles al riesgo. Pero si no hay ningún nicho económico disponible se espera la extinción local.

- 5 Bajo condiciones de baja densidad poblacional, donde la abundancia de hábitats y de recursos de alta calidad no haya disminuido, el establecimiento de nichos humanos con estrategias agrícolas vendrá acompañado de tácticas *risk adverse* –ver el punto 1 y 2. Con un uso diversificado de recursos y estrategias económicas.
- 6 El riesgo en las economías agrícolas o pastoriles tiene efectos en la evolución selectiva de los sistemas normativos. Principalmente propiciando la evolución de sistemas normativos y punitivos destinados a reglamentar las oportunidades de dispersión de campos de cultivo y de los territorios de pasturas.
- 7 El riesgo se incrementará si un único recurso de alta densidad domina la dieta, aún cuando la dieta sea diversificada.
- 8 Debido a la heterogeneidad espacial de la Puna, donde existen espacios de mesoescala donde la agricultura es imposible pero sí el pastoralismo de camélidos, las estrategias de intercambio de beneficio mutuo minimizadoras del riesgo, pueden producir poblaciones simbióticas, con nichos económicos divergentes pero complementarios.

5- Teoría de la Transmisión Cultural: El Modelo de Herencia Dual y los Mecanismos de Transmisión Cultural

La Teoría de la Transmisión cultural es un marco teórico desarrollado para explicar los diferentes modos y mecanismos por los cuales se transmite la cultura entre los individuos y prolifera en el nivel de la población. En este marco se define a la cultura como información socialmente aprendida que afecta al fenotipo. Su evolución se explica como un proceso selectivo que favoreció en el clado homínido a poblaciones de organismos con la capacidad de aprender socialmente la información adaptativa, disminuyendo de esta manera los costos de los errores de la experimentación y del aprendizaje individual del comportamiento adaptativo en entornos fluctuantes. En estos términos la capacidad para el aprendizaje social, por mecanismos de copia y transmisión de información adaptativamente sesgada, constituye una adaptación sumamente eficiente en entornos fluctuantes, selectivamente superior al aprendizaje individual (Boyd y Richerson 1985, Richerson y Boyd 1992).

Sobre la base de concebir a la cultura como un sistema de heredabilidad paralelo al genético y con mecanismos de cambio particulares, distintos a los mendelianos, se ha formulado el Modelo de Herencia Dual (Boyd y Richerson 1985, Durham 1991), según el cual en una población dada existe tanto un *pool* de información genético y un *pool* de información cultural que les son propios y que evolucionan de manera interdependiente. Bajo este modelo se caracteriza a la evolución conjunta entre ambos sistemas de información, como una dinámica coevolutiva entre genes y cultura (Durham 1991). La coevolución implica una relación de codeterminación entre cultura, genes y ambiente, de la cual emergen las propiedades fenotípicas de los individuos de la población, y donde los procesos de cambio que operan en la cultura tienen efectos sobre los procesos de cambio genéticos, y viceversa de manera recursiva.

Los mecanismos de cambio que afectan a la estructura genética poblacional son los clásicos de la biología evolutiva: mutación, selección natural, deriva y flujo genético principalmente. Los mecanismos de cambio que operan en la cultura también consideran los efectos de la mutación – errores de replicación de información cultural- y la selección natural Darwiniana operando sobre esta variación. En este marco se reconocen dos modos principales de transmisión cultural: la *Transmisión vertical* y la *Transmisión horizontal* - Figura 5.8.

Partiendo del álgebra de la genética de poblaciones Boyd y Richerson, (1985), formalizaron dos mecanismos básicos de transmisión cultural que constituyen fuerzas de evolución selectiva, basadas en el ensayo y el error individual y en el aprendizaje social de rasgos culturales, que son análogos a los alelos en su tratamiento matemático. Estos mecanismos son: Variación Guiada y Transmisión Sesgada.

Cada uno de ellos actúa a partir de sesgos genéticos o culturales que direccionan la transmisión de información cultural que se expresa en el fenotipo. Los sesgos genéticos son predisposiciones innatas –instintos– para el comportamiento social, económico o reproductivo. Los sesgos culturales, son predisposiciones culturalmente adquiridas que no necesariamente tienden a maximizar el *fitness* individual, aunque esto no sea lo frecuentemente esperable siguiendo la lógica seleccionista ⁴ (Durham 1991).

En términos coevolutivos, cuando el sesgo que actúa sobre la replicación de variantes sigue el modelo genético -es decir que direcciona la replicación de caracteres que optimizan el *fitness* de los organismos- lógicamente la selección natural actuando en los distintos niveles del constituyente fenotípico no se opondrá a la selección natural operando en el nivel del organismo. En este caso las poblaciones humanas y su *pool* cultural –incluyendo las poblaciones de artefactos- proliferarán conjuntamente hacia lo óptimo. Si ocurre lo contrario, se entabla una relación entre las fuerzas que operan sobre el *fitness* cultural y el *fitness* de los organismos a la que Durham (1991) caracteriza como de Oposición, por la cual evolucionan caracteres maladaptativos para los organismos, pero que pueden persistir y diversificarse selectivamente, ya que su *fitness*, como en el caso de los virus, no depende de los organismos individuales en los cuales se expresan (Neff 2001).

Antes de pasar la descripción de cada uno de los mecanismos de transmisión cultural, desde el seleccionismo multinivel es importante destacar que cada uno de ellos son: a) modelos formales para explicar la transmisión cultural del fenotipo en el nivel de los organismos individuales, y b) modelos formales de selección natural que actúan en el nivel de los constituyentes fenotípicos –por ejemplo en el nivel del artefacto- en el cual los agentes selectivos son los humanos que toman decisiones que controlan el éxito replicativo de la información cultural –el *fitness cultural* (Durham 1991).

Es importante destacar que debido al carácter selectivo de la transmisión cultural, sus efectos son comparables a los de la selección natural operando en el nivel del organismo individual – de hecho a todos los fines lógicos el cambio por este proceso es selección natural Darwiniana (Bettinger *et al.* 1995, Winterhalder y Goland 1997). La Figura 5.9 ilustra tres resultados posibles de la acción de la Transmisión Cultural Selectiva: los procesos direccionales, los estabilizadores y los disruptivos. Nótese que si no se consideran las escalas temporales en juego, cada uno ellos no se diferencia de la selección natural operando a partir del *fitness* de los organismos individuales, en las escalas de tiempo que modifican al genotipo modal por la reproducción individual (Neff 2001). Por lo tanto la discusión empírica de la evolución selectiva por transmisión cultural debe considerar la tasa de evolución de la variación arqueológica y los patrones de cambio como los principales indicadores de este proceso, que lo diferencian de la evolución selectiva en el nivel del organismo. Abordaremos estos aspectos en los siguientes acápite.

⁴ Es un hecho probado –etnográficamente- que mucha variación cultural puede generar conductas contrarias al *fitness* individual y que por selección natural de variación cultural estas pueden proliferar (Durham 1991). En estas condiciones se espera que a) la selección natural actuando en el nivel del individuo destruya esta variación si sus efectos son deletéreos antes de alcanzar la vida reproductiva de los organismos (Durham 1991), o b) que esta variación sea selectivamente ventajosa en el nivel del grupo y retenida por la selección natural operando en este nivel (Boyd y Richerson 1985). Por esto lo esperable es que la cultura evolucione adaptativamente, en escalas de largo plazo, siguiendo el modelo genético (Wilson 1975), pero a partir de reglas que no son las genéticas (Boyd y Richerdson 1985, Cronk 2000, y especialmente Durham 1991), y que incluyen procesos como la selección natural de grupos culturales (Soltis *et al.* 1995).

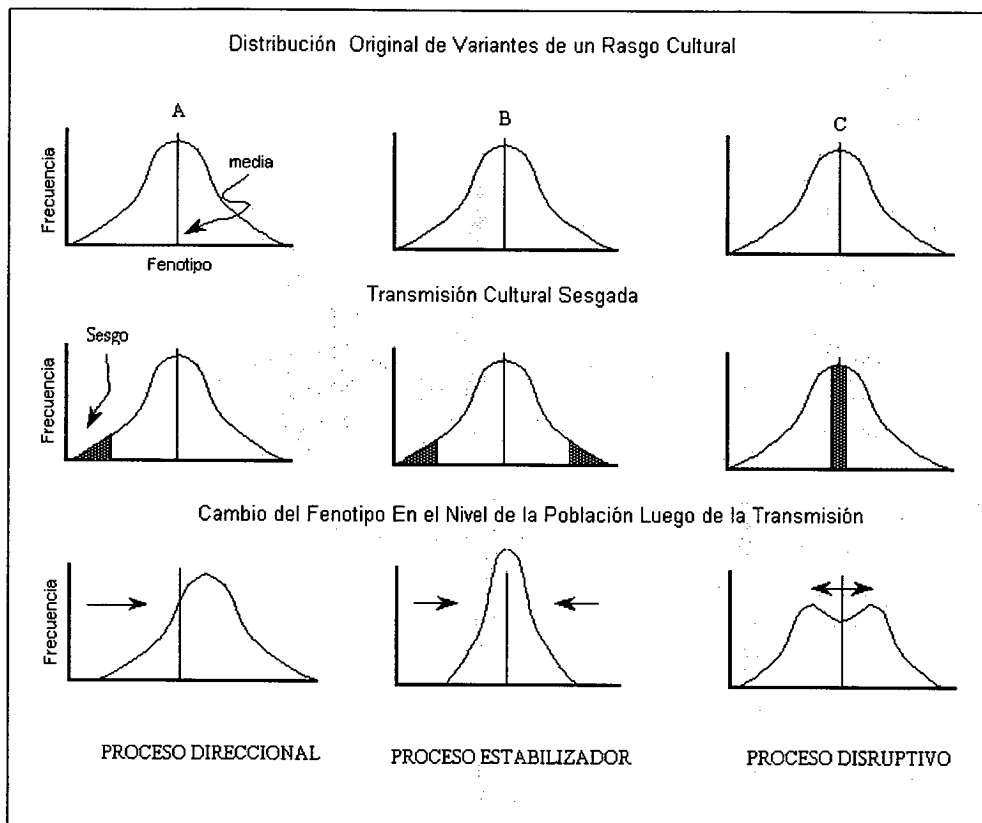


Figura 5.9: Tres Resultados Ideales de la Transmisión Cultural Selectiva: Direccional, Estabilizador y Disruptivo. Las flechas indican la dirección del sesgo, que actúa favoreciendo la transmisión, replicación y proliferación de la variación en un *pool* cultural. Nótese que estos procesos no se diferenciarían de la selección natural operando en el nivel del organismo, si no se consideran fundamentalmente la tasa de cambio evolutivo, y los patrones de retención de variantes-ver texto.

5.1- La Variación Guiada

La Variación Guiada es un mecanismo de “adición” selectiva de nuevas variantes culturales al fenotipo, que resulta de un *pool* cultural heredado. Los individuos adquieren azarosamente la conducta del entorno imitando y aprendiendo de los *role models* presentes en la población. Posteriormente -- experimentando y aprendiendo por sí mismos-- toman decisiones basadas en sesgos genéticos o culturales con respecto a la utilidad del comportamiento aprendido para lograr objetivos determinados, adicionando nueva variación cuando es necesario. Hay que destacar que en la Variación Guiada, la selección Darwiniana tiene lugar en el proceso de aprendizaje de la información que se va a adicionar al *pool* heredado. Efectivamente mediante el ensayo y el error los individuos retienen las variaciones que se ajustan a sus fines eliminando selectivamente al resto de las variantes.

En la escala transgeneracional la Variación Guiada, siendo un proceso aditivo, a partir de los errores de transmisión y adición de variación genera nuevos *role models* y mayor variabilidad total en el *pool* cultural de la sociedad. Este mecanismo actuando poblacionalmente, si los sesgos de adición de variación siguen el modelo genético -- de maximización de *fitness*--, rápidamente produce cambio evolutivo tendiente al óptimo local poblacional. Discutiremos este y el resto de los mecanismos en el marco de la evolución de tradiciones alfareras poblacionales, ya que tal cuestión constituye uno de los ejes centrales de investigación en este trabajo. Para ejemplificar cada uno de ellos tomaremos como

referencia a un “alfarero óptimo”, cuyo comportamiento tecnológico enfrenta diferentes restricciones, ante las cuales los distintos mecanismos de transmisión cultural pueden propiciarle soluciones maximizadoras del *fitness*.

Por ejemplo, si un alfarero hereda vertical u horizontalmente de los *role models* disponibles en su sociedad la información necesaria (*In*) para la fabricación de artefactos de morfología *x* con materias primas *m*₁, y por cualquier motivo debe replicar *x* pero con una materia prima distinta *m*₂, entonces *In* puede no ser adecuada ante esta nueva situación. Supongamos que el objetivo es la fabricación de alfarería y que la información heredada no incluye agregar rocas trituradas a la materia prima arcillosa para disminuir la plasticidad de la pasta, siendo esta una condición crítica para obtener los diseños buscados. Supongamos también que en el entorno en el cual esta habilidad evolucionó y fue aprendida, los bancos de arcilla disponen de inclusiones naturales suficientes. Ante una nueva situación, en un entorno en el cual los bancos de arcilla no incluyan naturalmente rocas que sirvan como antiplástico de las pastas, la *Variación Guiada* llevará al alfarero encontrar una solución a este problema de diseño, incorporando nueva información “aprendida por sí mismo” al *pool* cultural. Si el sesgo es optimizante, esto podría ser el agregar rocas trituradas a la pasta que funcionaran como antiplástico, minimizando los costos totales de producción, por ejemplo reutilizando vasijas rotas y agregando tiestos molidos. Asumiendo las mismas condiciones de sesgo y los mismos objetivos para la fracción de alfareros del resto de la población, entonces la nueva información selectivamente aprendida y la nueva conducta se fijarán poblacionalmente no por copia, sino porque los individuos se comportan de idéntica manera. Esto hace que la próxima generación disponga de *role models* con información cultural adaptativamente de mayor calidad. La recursión transgeneracional de este proceso mueve al fenotipo modal de esta población al óptimo local con respecto a esta conducta y amplifica la variación cultural total poblacional. Precisamente la adición de variación al *pool* cultural es la principal característica de este mecanismo –Figura 5.10. Por esta razón su estudio arqueológico requiere del análisis cuantitativo de la variación con el fin de detectar patrones de adición de rasgos a lo largo del tiempo en clases de artefactos (Bettinger y Erkens 1997). Aún más, dado que pueden existir distintas soluciones óptimas a un mismo problema de diseño la *Variación Guiada* puede producir una diversidad de comportamientos funcionalmente equivalentes en una misma tradición cultural, amplificando aún más la diversidad de rasgos culturales (Muscio 2002).

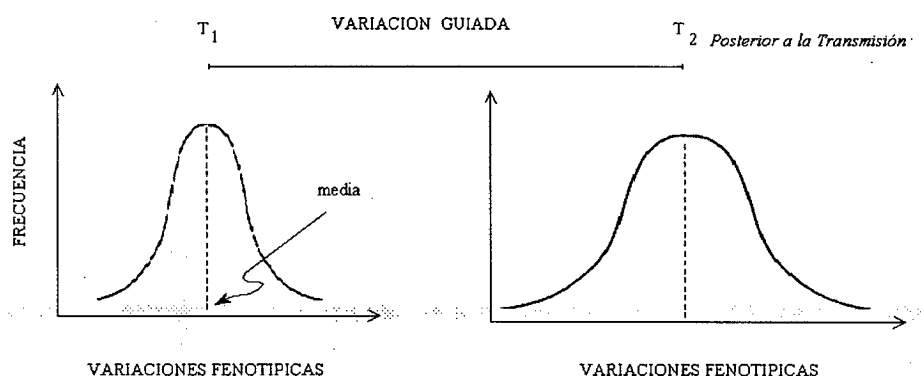


Figura 5.10: Efectos de la Variación Guiada. En un tiempo inicial *t*₁ la distribución de las variantes de un rasgo cuantitativo tiene una media y un desvío estándar característico. La fuerza de la Variación Guiada aumenta la variabilidad total adicionando sesgadamente nueva variación en un tiempo posterior *t*₂, luego de la transmisión. La nueva distribución para el mismo rasgo en el nivel de la población presenta en *t*₂ una mayor variación, medida por ejemplo en su desvío estándar. Recursivamente este mecanismo amplifica la variabilidad total del *pool* cultural y cuando el sesgo de adición es optimizante, conduce a la población al óptimo local para cierta conducta en particular, transmitida culturalmente –ver texto.

5.2- La Transmisión Sesgada

Por otra parte, la Transmisión Sesgada asume que los individuos aprenden selectivamente de los *role models*, es decir que la transmisión no es al azar. Esta consiste en una serie de mecanismos de copia selectiva de variantes del *pool* heredado, también mediante sesgos genéticos o culturales que dirigen la replicación de variantes de acuerdo al objetivo deseado. Estos mecanismos son el Sesgo directo, el Sesgo indirecto, y el Sesgo dependiente de la frecuencia. Todos ellos son mecanismos sustractivos de variación cultural.

En la transmisión por Sesgo Directo, el individuo hereda del entorno –por aprendizaje social– información que luego pone a prueba, por ensayo y error durante el aprendizaje individual, descartando fragmentos de información del *pool* cultural de los *role models* que no cumplen con los objetivos deseados. Este es un mecanismo de “sustracción” de variación del *pool* cultural heredado. Por ejemplo, si se heredan dos variantes para la conducta se pone a prueba a ambas y el individuo retiene sola aquella que cumple con sus objetivos deseados.

Suponiendo que una tradición alfarera, compuesta por n variantes que condicionan la conducta de producción evoluciona en un entorno (E_1), en donde la incorporación de clastos a la arcilla muchas veces es necesaria para obtener pastas maleables; entonces la información tecnológica contiene instrucciones para agregar artificialmente antiplásticos (h), como para no hacerlo (q). Si el alfarero hereda toda esta información y posteriormente en un nuevo entorno (E_2) los bancos de arcilla explotados contienen antiplásticos naturales que, “mediante experimentación individual”, aprende que son totalmente adecuados para la fabricación exitosa del diseño buscado; entonces su conducta tecnológica puede modificarse selectivamente en esta nueva situación. En este contexto el Sesgo Directo, a partir de la información individualmente aprendida, puede eliminar direccionalmente del *pool* cultural a la fracción de información tecnológica h , reteniendo el resto de la información. Si todos los alfareros de la población se comportan igual, mediante criterios de sesgo similares de aprendizaje individual, este proceso produce nuevos *role models* para la próxima generación que transmitirán información tecnológica que incluya solamente la variante q en un *pool* cultural de tamaño $n-1$. Transgeneracionalmente la recursión de este proceso, y la eliminación selectiva de variación subóptima, produce la evolución de una tradición tecnológica alfarera divergente con la tradición heredada, con información tendiente al óptimo local y con una disminución total de la variación, por la pérdida de la variación subóptima.

Resulta claro que tanto la Variación Guiada como el Sesgo Directo son mecanismos altamente sensibles a los costos del error y a los costos de aprender individualmente la solución óptima a un problema de diseño adaptativo. De manera que ambos son mecanismos eficientes cuando estos costos son bajos, como en el caso de aprender habilidades poco elaboradas. Con mucha frecuencia estas condiciones no se cumplen, por ejemplo cuando el individuo no puede aprender individualmente con facilidad toda la información requerida para que su comportamiento se ajuste a la conducta deseada, y entonces el aprendizaje individual es muy costoso. Veámoslo más en detalle.

Si el alfarero tiene que decidir que procedimientos de cocción de cerámica – i.e. clase de hornos, combustibles, horas de cocción, momento más adecuado para la cocción, etc. – son los que maximizan en su entorno las probabilidades de tener éxito en la producción de una morfología buscada; el “costo de aprender individualmente” todo el conocimiento preciso acerca del comportamiento de los materiales que maneja frente a las variables críticas que intervienen en la cocción y en la forma del artefacto podría demandarle una cantidad enorme de energía y trabajo. Este proceso de aprendizaje podría demandar años de experimentación para obtener información adaptativa cuya demanda es inmediata.

Paralelamente otro problema a sortear es cuando el “costo de equivocarse” en cualquiera de estos procedimientos es muy alto, tal como el que puede devenir por la elección de una técnica de cocción defectuosa, que arruine todas las piezas en las cuales se invirtió mucho tiempo y energía de manufactura, durante etapas de precocción –por ejemplo utilizando combustibles que muy rápidamente eleven la temperatura del horno y estallen todas las piezas. En ambos casos, cuando los costos de aprendizaje individual y los costos del error son elevados, la experimentación por ensayo y error es la peor alternativa frente a la posibilidad de copiar y replicar la información adaptativa ya obtenida por otros, que reporta rápidamente la solución a la restricción selectiva que el individuo debe sortear. Cuando los costos del aprendizaje individual son muy altos, la transmisión por Sesgo Indirecto, es el mecanismo más adecuado. El Sesgo Indirecto actúa basado en la copia “en paquete” que hace un individuo del *pool* cultural de *role models* exitosos en una o más habilidades. Por ejemplo, el artesano puede copiar todo el *pool* de información acerca del procedimiento de manufactura y cocción de alfarería de un *role model*, sin saber porqué y como cada acción del procedimiento copiado funciona.

Dado que únicamente el individuo puede evaluar la efectividad de toda la serie de comportamientos, su único interés son los resultados de los mismos. Por esta razón la dirección del sesgo es copiar, a partir de un indicador no ambiguo de éxito, la suma total de comportamientos de algún otro. El prestigio que puede tener un ceramista de su sociedad puede servirle como “rasgo guía” que lo identifica como un buen modelo para copiar sus habilidades. La copia en paquete de toda la información del *role model*, le evita afrontar los costos de aprender individualmente la complejidad de los procesos de manufactura necesarios para el diseño óptimo en cuestión. Nótese que esta es una de las soluciones más eficientes ya que los costos de la experimentación individual se anulan completamente y el individuo obtiene culturalmente el fenotipo óptimo, a expensas de la inversión en tiempo y energía realizada por otros.

Como vimos, es crítico que los *role models* tengan alguna propiedad que los individuos puedan tomar como indicador de su éxito. El estatus, los *display* de riqueza o el prestigio social sirven para estas funciones, pero también la propia observación de la tasa de errores de los otros –ver Boyd y Richerson (1985), Muscio (2003). Un efecto lateral de este mecanismo, es que al copiarse un stock de información completo, se transmite y replica indirectamente otra información, carente de utilidad funcional para el diseño de conducta o artefacto en cuestión. Por ejemplo rasgos decorativos o variaciones formales que imponen los *role models* a sus artefactos y que no contribuyen al desempeño efectivo de los mismos, medido en *fitness* en el nivel del individuo. Este es uno de los mecanismos claves para la replicación de la variación selectivamente neutral⁵.

Por otro parte, cuando los costos del error son muy altos pueden operar mecanismos aún más eficientes para minimizarlos. Supongamos que por cualquier razón los individuos no pueden decidir cuales son los *role models* de mayor éxito, y que tampoco tiene la información necesaria para comportarse óptimamente en un entorno en particular —por ejemplo porque se encuentran en un entorno distinto al cual fueron enculturados. En este caso el *sesgo dependiente de la frecuencia* puede actuar direccionalmente para proveerles de la información adaptativa. Por este mecanismo el sesgo que actúa direcciona la copia del comportamiento en relación con su frecuencia –abundancia– en la población. Una de las formas de este mecanismo es la denominada Transmisión Conformista. Mediante este mecanismo los individuos nunca experimentan por si mismos y evitan exponerse a los costos del error, copiando el fenotipo con “mayor frecuencia” en la población.

⁵ En términos absolutos la variación neutral tiene costos de producción y replicación. Sin embargo el punto clave es que en términos relativos, para que esta variación sea efectivamente neutral debe tener un valor selectivo mínimo comparada a otra variación en un ranking de valor de *fitness* (Van Pool 2001) En consecuencia sus costos deben ser los suficientemente bajos como para ser ignorados por la selección natural.

Retomando el ejemplo del alfarero óptimo. Si en un entorno (E_1) evolucionó una población de alfareros donde existen dos variantes de información cultural (r , d) que determinan dos fenotipos, donde r lleva a un fenotipo con una técnica de cocción de cerámica reductora (f_1) y d lleva a un fenotipo con una técnica de cocción oxidante (f_2). Cuando la frecuencia de los fenotipos en la población (p) no es simétrica, tal que para f_1 , $p=0,7$ y para f_2 , $p=0,3$; el individuo utilizará $p=0,7$ como único criterio de sesgo para la copia del comportamiento tecnológico. En este caso, el alfarero imitará a f_1 y adoptará la información cultural r , para la cocción de su alfarería mediante técnicas reductoras. Asumiendo que esta técnica es la óptima, en una situación en donde los costos de cocción son elevados para las morfologías en cuestión, por las variables físicas del entorno –i.e. altitud, temperatura, y disponibilidad de combustible, entre otras- la Transmisión Conformista actuando transgeneracionalmente puede fijar recursivamente la frecuencia de f_1 en $p \cong 1$. Es decir en una frecuencia de fenotipos donde predomina la información cultural r que optimiza la manufactura de la cerámica en la tradición alfarera local.

Nótese que la Transmisión Conformista no solamente anula todos los costos del error y el aprendizaje individual del comportamiento óptimo, sino que además disminuye fuertemente la variación intrapoblacional y promueve la persistencia de las diferencias entre subpoblaciones o grupos, aún en proximidad espacial. Particularmente cuando opera sobre la conducta social: el conjunto de normas y sanciones que da lugar a un orden social determinado y a sus instituciones, y que crea el entorno social del cual emergen las diferentes características de la individualidad de las personas⁶ (Shennan 2002).

5.3- Transmisión Cultural y Registro Arqueológico

Los modelos de transmisión cultural son apropiados para elaborar hipótesis explicativas de los patrones de la variabilidad arqueológica en escalas temporales que varían de la centena al millar de años (Soltis *et al.* 1995). Las principales líneas de investigación que se derivan de estos modelos abarcan el estudio del cambio tecnológico o económico, que afecta a los nichos humanos (Bettinger y Erkens 1997), y el estudio de la evolución institucional, en el marco de la teoría social Darwiniana -ver Dickens (2000).

La aplicación de estos modelos en arqueología depende de la definición –mediante modelos estrictamente arqueológicos-- de los contextos apropiados para la acción de cada uno de estos mecanismos, en el estudio de casos. El punto de partida necesario es considerar las condiciones bajo las cuales la transmisión cultural habría evolucionado, o sea cuando es adaptativamente ventajosa con relación al aprendizaje individual, y extender esta lógica a ambientes adaptativos variados.

Siguiendo la lógica seleccionista del modelo genético, se puede proponer que “la proporción de transmisión cultural I_{tc} -o sea la información que es socialmente transmitida- es una función *creciente* respecto del costo del error c_e y del costo del aprendizaje individual c_{ai} y *decreciente* respecto del costo del aprendizaje social c_{as} – ver (5.5), (5.6), (5.7) y Figura 5.11, Muscio (2002).

⁶ Como se ha demostrado a partir de la Teoría Evolutiva de Juegos las fuerzas de transmisión cultural, particularmente la Transmisión Conformista permiten la evolución de instituciones que sirven para la sanción de *free riders* en sistemas cooperativos de gran escala, que es lo que caracteriza a las sociedades humanas (Boyd y Richerson 1996, Richerson y Boyd 1997, 2001). De aquí emergen distintos órdenes sociales, que caracterizan a grupos sociales y que tienen la capacidad de crear individualidades diferentes según el caso. Estas se expresan en dimensiones tales como la identidad, la competitividad, y las preferencias de conducta de los individuos. La heterogeneidad *entre* grupos, que resulta de la Transmisión Conformista actuando en el interior de los grupos, hace posible que la selección natural actúe en este nivel, por la proliferación de grupos con habilidades competitivas superiores que extingan socialmente a otros grupos -ver referencias y casos arqueológicos de este cuerpo de teoría social Darwiniana en Shennan 2002.

$$\frac{\partial I_{tc}}{\partial c_e} \geq 0 \quad (5.5)$$

$$\frac{\partial I_{tc}}{\partial c_{ai}} \geq 0 \quad (5.6)$$

$$\frac{\partial I_{tc}}{\partial c_{as}} \leq 0 \quad (5.7)$$

Las relaciones establecidas por estas desigualdades sirven como punto de partida para el estudio de los patrones de variación en artefactos o rasgos conductuales, cuando se presupone que actuó la transmisión cultural. Sintéticamente, el objetivo es analizar si la variación arqueológica, por ejemplo en una población de artefactos, estuvo más o menos constreñida por la transmisión social o contrariamente es más abundante, por los efectos de la experimentación o la creación individual, a partir de la medición cuantitativa de esta -ver Bettinger y Eerkens (1997).

Las desigualdades (5.5) y (5.6) dicen que el aumento del costo del error por un lado, y del costo del aprendizaje individual por el otro, se corresponden con el aumento de la transmisión cultural -- o lo que es lo mismo, con el decrecimiento del aprendizaje individual. Esto aumenta la proporción de la transmisión social controlando la replicación de los rasgos. En cambio la desigualdad (5.7) dice que el aumento del costo del aprendizaje social disminuye la transmisión social.

La Figura 5.11 presenta gráficamente esta propuesta que es útil para operativizar los modelos de transmisión cultural a casos de estudio concretos en arqueología. En la Figura 5.11 la parte central de la distribución corresponde a un equilibrio entre las fuerzas de Variación Guiada y las Fuerzas de la Transmisión Sesgada controlando la transmisión de rasgos culturales. Estos pueden incluir tanto las morfológicas de artefactos, la selectividad de presas y hábitats, como también a los sistemas políticos que estructuran los roles que ocupan los individuos en una sociedad -nichos sociales- entre otras cuestiones de interés arqueológico (Muscio 2002, 2003).

Cuando la transmisión social para la expresión de un rasgo es mínima -pero no nula- se espera que la variación en la población de ese rasgo sea máxima, y mayormente explicada por el aprendizaje o la experimentación individual. Esto puede dar lugar a una mayor variabilidad formal en una población de artefactos. En la Figura 5.11 esta situación se ubica cercana al origen del gráfico. Por ejemplo la variación métrica en una población de artefactos líticos de baja inversión de energía, como los instrumentos sobre lascas, serían más propensas a la variación por experimentación y a la Variación Guiada (Bettinger 1991).

La aplicación arqueológica de los modelos de transmisión cultural depende de dos cuestiones básicas: 1) de la construcción de argumentos que claramente expongan la dirección y la fuerza de los sesgos intervinientes en la transmisión, y 2) de la estimación acertada de los "costos del error" y de los "costos del aprendizaje social" de conductas particulares. En ambas, el marco teórico de la Ecología del Comportamiento Humano es una herramienta clave, porque precisamente sus modelos -siguiendo el modelo genético- predicen los sesgos esperables en el comportamiento de los individuos en contextos selectivos específicos, y *la fuerza de tales sesgos*.

Como vimos, la experimentación puede ser muy costosa como una función del riesgo. Entonces si el riesgo aumenta, la transmisión cultural sesgada actuará rápidamente para mantener la variación cultural de mayor calidad, frente a esta presión de selección. Es decir que los individuos no experimentarían si en su *pool* cultural existen modelos de conducta que disminuyan los riesgos y los copiarán selectivamente. De esta manera, tales diseños de conductas o artefactos de manejo adaptativo del riesgo, persistirán y proliferarán en el largo plazo, por mecanismos de Transmisión Sesgada. En este marco, el Sesgo Indirecto retendrá variación neutral, que dejara señales filogenéticas

en un registro arqueológico. Esperamos que los sesgos derivados del riesgo sean muy fuertes en la transmisión de información cultural de poblaciones de entornos fluctuantes e impredecibles como la Puna.

Si no existen modelos para imitar en la población, la toma de decisión óptima conjuntamente con la Variación Guiada pueden propiciar que evolucionen rápidamente las conductas y artefactos localmente óptimos, luego de lo cual pueden ser mantenidos por mecanismos fuertemente sesgados de transmisión cultural. Por ejemplo en los momentos iniciales de la transición económica, la evolución de estrategias de dispersión de campos y de sistemas normativos de la dispersión de los cultivos, puede ocurrir direccionalmente por mecanismos de toma de decisión evitativos de riesgo controlando a la Variación Guiada, y seguir evolucionando –y generando divergencias locales- bajo el control de la Transmisión Conformista. Cada uno de estos procesos tiene su expresión empírica. Principalmente en el nivel de las poblaciones de artefacto, donde es posible el estudio de la transmisión neutral y funcional –mediante la seriación de frecuencias, el análisis cladístico y las tasas de cambio (O'Brien y Lyman 2000), la correlación de rasgos cuantitativos (Bettinger y Eerkens 1997). Lo mismo se espera para innovaciones tecnológicas que aumentan la eficiencia, ya que como se desprende del modelo de amplitud de la dieta la frecuencia de encuentro de los recursos de alto ranking, es el principal factor que perciben los individuos en su hábitat local, y que controlará la fuerza de los sesgos para la evolución y proliferación de tales innovaciones. De tal manera el crecimiento demográfico puede llevar a la aparición de sesgos para la transmisión cultural dependientes de la densidad, donde el costo del error es alto como una función de la competencia por los recursos.

Por otra parte, en contextos de alta densidad demográfica y de aumento de la complejidad organizativa de una sociedad, los costos del error de la conducta interindividual e intergrupala pueden aumentar, aumentando la fuerza de los sesgos que restringen al ensayo y el error de la conducta social. Aquí la Transmisión Conformista operará manteniendo las conductas localmente óptimas. Arqueológicamente esperamos que mucha variación simbólica sea mantenida, por ejemplo aquella que demarque nichos sociales particulares (Muscio 2003). Otros ejemplos son los artefactos y las conductas relacionadas con los sistemas de reciprocidad, el acceso a territorios y las obligaciones económicas. La replicación de arte rupestre como señales de territorialidad –ver Capítulo 9- o de abundancia de recursos, sujeta a Transmisión Conformista, es un mecanismo por el cual pueden persistir tradiciones locales estilísticas diferenciadas –neutrales en la escala del diseño, Muscio (2002).

En cuanto al costo del aprendizaje social, el aumento del tamaño de la población puede disminuirlo debido al aumento de la frecuencia de modelos para imitar en los ambientes locales (Durham 1991). Por otra parte, aprender socialmente puede ser costoso cuando las conductas a replicar tienen un valor de *fitness* bajo o nulo, por cual los individuos no afrontaran los costos de aprender de otros, y seguirán patrones de conducta individualizados, es decir adquiridos por sí mismos. En estos casos, esperamos una gran retención de variación neutral. Por ejemplo en rasgos que no tienen ningún valor funcional en los instrumentos líticos, es decir que no modifican nada su *performance* adaptativa.

Otras situaciones tienen que ver con la complejidad de los rasgos culturales que son transmitidos. Se espera que el costo del aprendizaje social disminuya con relación al costo del aprendizaje individual, como una función de la complejidad de los rasgos. Los diseños de artefactos y comportamientos muy complejos, difíciles de reinventar o aprender individualmente, son entonces los más sensibles de los mecanismos de transmisión sesgada. La replicación de morfologías complejas, por ejemplo de diseños muy elaborados de alfarería, podrían estar fuertemente controlados por el Sesgo Indirecto. También esto se puede plantear cuando los procedimientos de manufactura son complejos. Estos casos están más próximos al extremo superior del gráfico de la Figura 5.11.

Otros procesos que pueden disminuir las probabilidades del aprendizaje social, no por sus costos- son aquellos que afectan la abundancia de *role models* en una población. Por ejemplo si en la dispersión y colonización espacial de hábitats, la población dispersiva no es representativa de los *role models* de la población fuente para una conducta de alto valor de *fitness*, puede tener lugar la deriva cultural, operando de manera divergente. Debido a estos procesos, la Variación Guiada, y la Transmisión Sesgada producirán la disminución de las señales filogenéticas en distintos conjuntos de un registro arqueológico, mediante sesgos localmente óptimos que propicien la evolución de nuevos *role models*. Estas ideas pueden discutirse en registros materiales concretos, mediante estudios de filogenia artefactual dependientes de las distancias y del aislamiento geográfico.

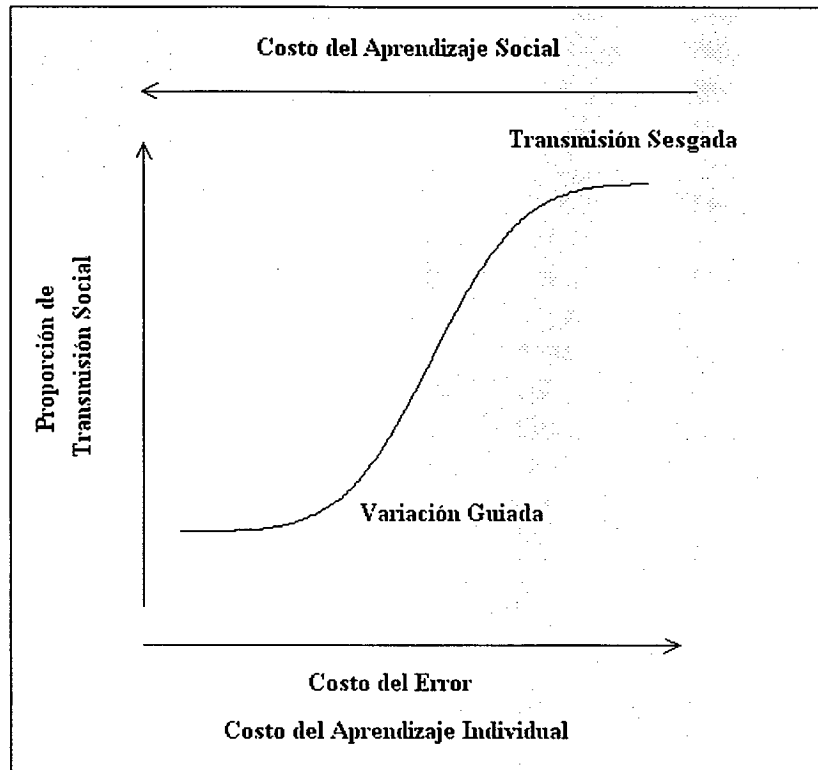


Figura 5.11: Proporción de la Transmisión Social de Variantes de Comportamiento con Relación a los Costos del Error y a los Costos del Aprendizaje. La Transmisión Social –cultural- es una función *creciente* del costo del error y del costo del aprendizaje individual y *decreciente* del costo del aprendizaje social. La función sigmoidea sirve sólo a los fines ilustrativos. En los extremos del gráfico predominan la Variación Guiada –inferior- o la Transmisión Sesgada –superior. En la parte central hay un balance entre ambas fuerzas de evolución cultural selectiva. En el origen la Transmisión Social es cero, por lo que no hay Transmisión Cultural para el estado de carácter en cuestión y la variación conductual es completamente una función del aprendizaje individual o de la experimentación. En esta situación la variación total ha de ser máxima para ese rasgo. Una alta variación también es esperable con la Variación Guiada, pero disminuyendo conforme aumenta la proporción de Transmisión Social, siendo mínima para los extremos de Transmisión Sesgada. Todas estas relaciones son aplicables al estudio de la evolución por transmisión cultural de la variación arqueológica.

Finalmente, es importante señalar que debido a que los procesos de evolución selectiva por transmisión cultural operan en escalas de tiempo medianas, en el lapso de vida de un individuo o en unas pocas generaciones de individuos, muchos cambios derivados de ellos pueden ser percibidos en el registro arqueológico de manera abrupta. Esto es una ventaja para su discusión arqueológica, particularmente para distinguirlos de la evolución selectiva en el nivel del individuo.

Debido a que en la selección natural en el nivel del organismo las tasas de evolución están aparejadas con la eficacia biológica y las tasas reproductivas de los individuos en su población (Boyd y Richerson 1985), los cambios arqueológicos ocurrirán en estos ritmos, con tasas lentas comparadas a las tasas de evolución selectiva por transmisión cultural. En consecuencia la medición de las tasas de evolución de artefactos y el patrón de cambio de la variación, son decisivas para dirimir qué clase de proceso tuvo lugar en su historia evolutiva: la evolución selectiva en el nivel del organismo individual o la evolución selectiva por transmisión cultural.

En el tratamiento empírico de estas hipótesis, los indicadores demográficos y biológicos son decisivos, dado que la trayectoria demográfica de una población es una de las medidas principales de la selección natural por éxito reproductivo individual. Por esta razón los modelos arqueológicos que esclarezcan la dinámica demográfica de las poblaciones humanas y su correlato con las tendencias de evolución de la cultura material son claves (Muscio 2002). En esta tarea es importante la medición de las tasas de cambio y las velocidades de evolución y su correlación con las tasas de crecimiento demográfico. Éstas, en el caso de la Transmisión Cultural, deben ser notoriamente mayores a las de la selección natural biológica.

Por otra parte la Variación Guiada presentaría un patrón de aparición rápida de variación novedosa, seguido luego de estasis para la morfología o conducta en cuestión. Su patrón de cambio se presentaría como una función cuadrática sobre el eje temporal. Contrariamente la Transmisión Sesgada, especialmente el Sesgo Directo junto a la transmisión horizontal, sería evidente por un patrón sigmoideo, similar al de la selección genética pero mucho más acelerado en el tiempo -ver Muscio *et. al.* (2002).

Aquí sugerimos dos hipótesis mutuamente excluyentes:

- a) Si la tasa de evolución artefactual –funcional- es alta y la tasa de crecimiento poblacional es baja o nula, la dinámica evolutiva no se correspondería con la selección natural en el nivel del organismo, sino en el nivel de los artefactos o de los constituyentes fenotípicos.
- b) Si la tasa de crecimiento demográfico y la tasa de evolución artefactual –funcional- están sincronizadas, entonces puede ser defendida una dinámica selectiva en el nivel del organismo individual.

Para ambos casos sugerimos que la tasa de evolución de la variación neutral –estilística-acoplada a la variación funcional es un indicador adecuado para discutir la temporalidad de estos procesos. El uso de tipos históricos, como cronómetros y como indicadores de filogenia, es pertinente en la discusión de estas hipótesis. Pero sugerimos que el patrón de evolución temporal del Coeficiente de Variación -CV- (*sensu* Sokal y Rohlf 1979), de caracteres funcionales de artefactos y su tasa de cambio son medidas más apropiadas –ver Shott (1996b), Van Pool (2001).

La contrastación de ambas hipótesis por vías independientes en registros biológicos, particularmente por marcadores de diferenciación biológica entre poblaciones, es necesaria también en esta discusión –ver Simoni *et. al.* (2000). A partir de estos indicadores, en comunidades etnográficas de la Puna de Salta, se ha propuesto que la deriva genética es el principal mecanismo que afecta la evolución en comunidades aisladas, tales como la de Pastos Grandes (Aldeza *et. al.* 2002), por lo cual en el Período Temprano esperamos efectos similares, y expresados también en la variación neutral culturalmente transmitida.

En resumen, a los fines arqueológicos es importante remarcar una serie de derivaciones que se desprenden de los modelos de transmisión cultural para el análisis evolutivo del poblamiento humano durante el Período Temprano en el Valle de SAC, las cuales guiarán nuestro trabajo.

- 1 La ocupación humana de la Puna, con nichos de producción de alimentos, producirá en la escala temporal arqueológica tradiciones locales y regionales, fuertemente sesgadas por las presiones de selección del riesgo y de la baja productividad ecológica, que se expresarán en las tecnologías y en los sistemas normativos de la conducta social.
- 2 Los linajes culturales locales y regionales abarcarán tanto variación funcional como variación neutral, principalmente por los efectos del Sesgo Indirecto.
- 3 Localmente los linajes culturales evolucionarán rápidamente, debido a que las fuerzas selectivas locales son muy fuertes, produciendo divergencias culturales de escala local y regional.
- 4 Las tasas de evolución serán máximas en los momentos iniciales de la transición hacia nichos económicos productivos en la Puna, debido a que en esta instancia las presiones selectivas serán máximas.
- 5 Debido a la Transmisión Conformista y a la heterogeneidad espacial de la Puna, se mantendrán las diferencias culturales entre grupos, aún cuando la migración y la interacción social de escala espacial amplia sean altas –lo cual esperamos como adaptaciones al riesgo.
- 6 Debido a que las presiones de selección derivadas del el riesgo, la baja productividad ecológica y la hipoxia son fuertes en toda la Puna, la toma de decisión y la Transmisión Cultural –especialmente la Variación Guiada– producirán convergencias evolutivamente persistentes entre las poblaciones locales.
- 7 Si ocurren procesos de dispersión hacia la Puna, desde poblaciones de ambientes ecológicamente distintos, con tradiciones culturales distintas, esperamos que rápidamente la Variación Guiada y la Transmisión Sesga, actúen generando diferenciación tendiente a lo óptimo en los nuevos ambientes locales.
- 8 Debido a que en el gradiente ecológico la distancia entre hábitats locales potenciales para el uso humano aumenta, conforme decrece la productividad ecológica aumentando también las probabilidades de extinción local, esperamos que en la Puna Alta la Transmisión Cultural ligada al aislamiento genere divergencias locales por deriva cultural y mayores tasas de variación por extinción local y recolonización, que se expresarán con patrones discontinuos en los linajes culturales arqueológicos. Esperamos que en estos casos los patrones temporales de evolución neutral tiendan a ser más estocásticos -caóticos.

En la siguiente sección presentamos el marco de la Teoría de Dinámica de Metapoblaciones, con el fin de construir un modelo general para analizar, a partir de sus implicaciones, los procesos de poblamiento, transmisión cultural y toma de decisión óptima que pudieron haber actuado en la transición hacia nichos con economías productivas en el Valle de SAC. Centraremos nuestro interés en la evolución de nichos económicos que incluyen a la agricultura, ya que este es nuestro caso de estudio.

6- Teoría de Metapoblaciones y Dinámica Poblacional

La Teoría de Metapoblaciones es un marco teórico evolucionista centrado en el estudio de los procesos dinámicos que tienen lugar en poblaciones naturales, incluyendo los procesos de evolución selectiva y de proliferación de variación neutral (Barton y Whitlock 1997). Su principio fundamental es que la persistencia de una especie, cuyo rango de distribución abarca *patches* de un ambiente heterogéneo e impredecible, depende de su existencia como un set de poblaciones locales que, aunque independientes en su nicho local y ocupando *patches* diferentes, están conectadas por la

migración (Harrison y Taylor 1997 Olivieri y Gouyan 1997). De aquí surge la definición clásica de la metapoblación como "la población de poblaciones locales" de una especie interconectada por la migración de organismos (Levins 1970, Wilson 1975), de la cual se deriva la definición más amplia que incluye cualquier sistema en el cual las poblaciones están subdivididas pero intercambian migrantes (Wilson 1975, Harrison y Taylor 1997, Hanski 1998).

En biología y ecología evolutiva se argumenta que la estructura poblacional en esta escala espacial grande, inclusiva de muchas poblaciones locales, constituye una red que disminuye los riesgos de extinción, de la metapoblación y de las poblaciones locales, en ambientes impredecibles y fluctuantes -por sus propiedades físicas o por las interacciones con otras especies competidoras o predatorias de la especie focal. A partir del modelo de Levins (1970), la teoría de metapoblaciones es principalmente una teoría acerca del riesgo de extinción que opera sobre la estructura poblacional de las especies, y de las diferentes configuraciones poblacionales y procesos de cambio evolutivo que pueden ocurrir como consecuencia del riesgo de extinción (Hanski 1998). Entre éstos se destaca el rol de la selección natural actuando en procesos de especiación, en la evolución de adaptaciones locales, en la propagación de variación neutral y en la evolución de adaptaciones a la propia dinámica de la metapoblación (Barton y Whitlock 1997). En estos términos la migración misma se concibe como un rasgo de las especies que evoluciona por selección natural y en el marco de la dinámica de la metapoblación de la especie en cuestión (Olivieri y Gouyan 1997).

Para la arqueología este marco teórico es de particular interés, porque permite estudiar en escalas de largo plazo la acción de los mecanismos de toma de decisión y transmisión cultural en el contexto de procesos poblacionales dinámicos, donde la migración, la extinción, y la colonización de ambientes son fundamentales (Muscio 1996, 1998-1999, 2002). Antes de avanzar en la discusión del potencial explicativo de la Teoría de las Metapoblaciones para el estudio arqueológico de los procesos de poblamiento humano de espacios heterogéneos y fluctuantes, como las Tierras Altas Surandinas, es importante precisar algunas definiciones terminológicas utilizadas en este marco teórico - ver Tabla 5.1.

En el marco de la Teoría de las Metapoblaciones se han desarrollado muchos modelos para explicar los factores que inciden en la dinámica de evolución de una sola especie o de múltiples especies, siendo el de Levins (1970) el "modelo canónico", del cual se derivan muchos otros. Estos modelos constituyen construcciones formales cuya unidad mínima de análisis es la población local: la concentración de individuos en áreas particulares, denominados demes en genética de poblaciones. En esta escala de organización tienen lugar la mayoría de las interacciones ecológicas, genéticas y conductuales. Estas unidades están separadas espacialmente por áreas vacías, formadas por *patches* más o menos inhabitables, donde la densidad de las especies es muy baja o nula (Stacey *et. al.* 1997). No obstante la mayoría de las especies dispone de mecanismos que evolucionaron selectivamente, para que los organismos puedan atravesar *patches* inhabitables en un estadio de su historia de vida (Olivieri y Gouyan 1997). Estos mecanismos son los que conectan a las poblaciones locales mediante la migración. En consecuencia un punto central en el estudio de la dinámica de metapoblaciones es la frecuencia de la migración -la conectividad demográfica- entre las poblaciones locales.

En términos formales la conectividad entre dos poblaciones locales es una variable continua, que cuando vale 0 las poblaciones están completamente aisladas y cuando es muy alta, con un valor próximo al número de individuos de cada población, ambas poblaciones funcionan como una sola unidad. La conectividad demográfica, junto con la extinción local y la colonización constituyen las tres variables clave de los modelos de metapoblaciones (Hanski y Gilpin 1997, Hanski 1998).

<i>Término</i>	<i>Definición</i>
<i>Patch</i>	Espacio de mesoescala con características bióticas y abióticas particulares en un paisaje heterogéneo.
Calidad del Patch	Propiedad del <i>patch</i> dada por la relación costos-beneficios de su explotación y por las fluctuaciones que afectan a la estructura de todos los recursos para una población local.
<i>Patch</i> Ocupable	Espacio dentro del mosaico ambiental que por su calidad permite el establecimiento de un hábitat para una población local colonizadora.
<i>Patch</i> Inocupable	Espacio dentro del mosaico ambiental que por su calidad no puede ser colonizado. Estos espacios separan una de las otras a las poblaciones locales.
<i>Patch</i> Transitorio	Espacio dentro del mosaico ambiental utilizado transitoriamente por un predador de alta movilidad (e.g. por su conducta predatoria), en los cuales las poblaciones de organismos no forman verdaderas poblaciones aisladas.
Áreas Vacías	Serie de <i>patches</i> inocupables. Si sus dimensiones son grandes constituyen barreras biogeográficas
Hábitat	<i>Patch</i> ocupado por una población local: sinónimo <i>patch</i> – <i>hábitat</i>
Hábitat Vacante	<i>Patch</i> no ocupado por una población local pero que puede ser potencialmente ocupado.
Hábitat <i>Sink</i>	Hábitat de baja calidad ocupado, donde la población local no puede persistir si no es por el aporte de inmigrantes.
<i>Home Range</i>	Hábitat del organismo individual en su población local.
Colonización Local	Establecimiento de una población en un hábitat local, mediante un nicho efectivo – perdurable por varias generaciones.
Extinción Local	Extirpación de un segmento de la metapoblación lo suficientemente cerrado a la inmigración, de manera tal que el <i>patch</i> permanece despoblado por organismos de esa especie por muchas generaciones.
Recolonización Local	Reocupación de un <i>patch</i> por una población, posterior a un proceso de extinción, mediante el establecimiento de un nicho efectivo, llevado a cabo por migrantes de poblaciones locales existentes. Sinónimo: <i>Turnover</i>
Migración	Movimiento irreversible de los individuos más allá de su <i>Home Range</i> y de su población local, por el cual atraviesan <i>patches</i> inocupables.
Conectividad	
Dispersión	Ampliación del área de distribución de una especie o de una metapoblación por la colonización de nuevos <i>patches</i> .
Población Fuente	Población Local que ocupa un <i>patch</i> de alta calidad y que genera migrantes.
Población <i>Sink</i>	Población Local que ocupa un <i>patch</i> de baja calidad y cuya persistencia depende de la recepción de migrantes de poblaciones fuentes.

Tabla 5.1: Terminología Básica de la Teoría de Dinámica de Metapoblaciones. Términos y definiciones extraídas de Hansky y Gilpin 1997 y Wilson 1975.

En la tabla 5.1 se define a la extinción local como la extirpación de la población de un *patch* colonizado, cuya duración es transgeneracional. En la teoría de metapoblaciones se considera que la extinción local y la fluctuación en el tamaño poblacional son fenómenos naturales, que forman parte de la dinámica de una población distribuida heterogéneamente en el espacio (Carlson y Edenhamn 2000, Kendall *et al.* 2000). En general se reconocen cuatro causas de extinción local. Estas son: la estocasticidad demográfica, la pérdida de variación genética, la estocasticidad ambiental, y las causas deterministas - e.g. pérdida del hábitat, o disturbios del mismo-. La estocasticidad demográfica - las fluctuaciones en el tamaño de la población- afecta principalmente a las poblaciones que están por debajo de un tamaño umbral. La pérdida de variación genética afecta a poblaciones aisladas y opera de una manera comparativamente lenta. Ambos factores pueden ser concurrentes y se espera que actúen sobre poblaciones que ya están en declive, y pueden también impedir el establecimiento de nuevas poblaciones locales, pero es improbable que sean las causas principales de las extinciones -ver Harrison y Taylor (1997). En cambio la estocasticidad ambiental -las fluctuaciones azarosas en las propiedades de los hábitats- y las causas deterministas, pueden extirpar muchas poblaciones locales en un período de tiempo breve. Ambas se reconocen como los principales factores de extinción. Particularmente la estocasticidad ambiental que se manifiesta de manera “sincrónica” en espacios geográficos amplios (Harrison y Taylor 1997, Carlson y Edenham 2000), y que puede actuar produciendo estocasticidad demográfica también espacialmente sincrónica -autocorrelacionada- (ver Kendall *et al.* 2000).

La Figura 5.12 presenta un ejemplo gráfico de una metapoblación cuyo rango de distribución abarca dos ambientes que difiere por sus propiedades bióticas y abióticas - A y B- en el gradiente espacial de mayor escala. En estos dos ambientes los *patches hábitats* están heterogéneamente distribuidos. La ilustración expone las principales características de una metapoblación estructurada: la distribución heterogénea de los hábitats y de los *patches* vacantes, las diferencias de tamaño entre las poblaciones locales, la conectividad entre las poblaciones locales separadas por áreas vacías, y la configuración en red de todo el sistema. Cuando la estructura poblacional es de esta clase –o se presupone que lo sea- su dinámica puede abordarse a partir de modelos de metapoblaciones basados en el modelo canónico o en estructuras más complejas –ver Capítulo 11.

Arqueológicamente los modelos de metapoblaciones sirven para plantear hipótesis acerca de la estructura poblacional y las causas de las extinciones en el análisis de procesos de poblamiento humano, en distintas escalas espaciales. También son útiles para analizar los efectos de la toma de decisión y la transmisión cultural que afectan la replicación de conductas y artefactos asociados a la dinámica de extinción y colonización de hábitats o a procesos dispersivos, donde el espacio varía en sus propiedades físicas y bióticas (Muscio 2002). Nótese que la definición de extinción local como extirpación no implica necesariamente la muerte de los individuos de las poblaciones locales, sino la desocupación de los *patches* colonizados durante una escala de tiempo transgeneracional. Esto puede explicar situaciones que en arqueología se suelen denominar “abandono local” y cuando son geográficamente extensos “abandono regional” (ver Mandrick 1993, Nelson 1999, Redman 1999, Muscio 1998-1999). En cada caso las discontinuidades poblacionales se expresan como “silencio arqueológico” (Núñez *et al.* 1995-1996, 2001. Seguidamente presentamos los aspectos más generales de este marco teórico, que son de utilidad para derivar algunas expectativas arqueológicas para la investigación evolutiva del poblamiento del Valle de SAC, durante el período Temprano.

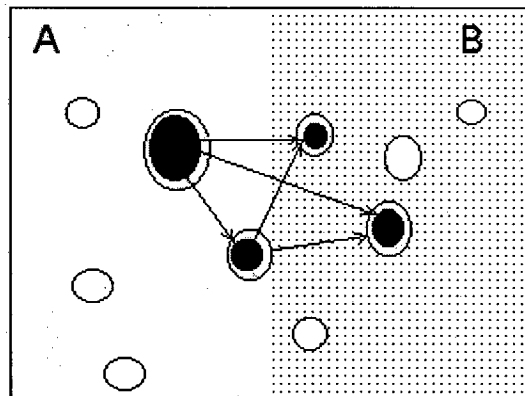


Figura 5.12: Modelo de Metapoblación Espacialmente Estructurada. El rango de distribución de la metapoblación abarca dos ambientes ecológicamente diferenciados, A y B en el gradiente espacial de mayor escala. Círculos llenos: *patches hábitats* ocupados; contornos grises: límites de las poblaciones locales; líneas y flechas: dirección de la migración y conectividad demográfica; círculos vacíos: hábitats vacantes.

La fluctuación en el número de individuos en tiempo y espacio es una característica de todas las poblaciones biológicas (Carlson y Edenham 2000), incluyendo las poblaciones humanas (Rogers 1992, Mandrick 1993, Kelly 1995, entre otros). Un aspecto clave de la dinámica de metapoblaciones es que su persistencia global (P) depende de los factores que inciden en las tasas de extinción local (μ) y en las tasas de colonización de hábitats vacantes (β). Estos factores son los que principalmente controlan el tiempo de vida de la metapoblación en su rango colonizado y también su expansión espacial, cuando la disponibilidad de hábitats vacantes la permite (Holt y Keitt 2000).

Como generalidad en el estudio de la dinámica de metapoblaciones se acepta que la probabilidad de extinción de toda la metapoblación declina rápidamente en tres circunstancias (Hanski 1997, 1998, Carlson y Edenham 2000), a saber:

- 1) Cuando la cantidad de poblaciones locales que componen a toda la metapoblación es grande -Figura 5.13.A, para $f(x_1)$.
- 2) Cuando la asincronía de las extinciones locales aumenta, siendo P máxima cuando las extinciones locales son completamente independientes -Figura 5.13.A, para $f(x_2)$.
- 3) Cuando la conectividad demográfica entre las poblaciones locales aumenta -Figura 5.13.A, para $f(x_3)$.

Cada una de estas condiciones pueden presentarse de manera simple o combinadas. Esto genera distintas dinámicas en el nivel de la metapoblación (Harrison y Taylor 1997). Por otra parte en el nivel de la población local se espera que las probabilidades de persistencia aumenten:

- 1) Cuando el tamaño de la población aumenta en número de integrantes -Figura 5.13.B, para $f(x_1)$.
- 2) Cuando la calidad del hábitat aumenta -Figura 5.13.B, para $f(x_2)$.
- 3) Cuando la conectividad con el resto de la metapoblación aumenta -Figura 5.13.B, para $f(x_3)$.
- 4) Cuando su estabilidad demográfica es mayor, es decir que su tamaño fluctúa menos -Figura 5.9.B, para $f(x_4)$.
- 5) Cuando el *patch* hábitat ocupado es de mayor tamaño -Figura 5.13.B, para $f(x_5)$.

Estos factores que disminuyen las probabilidades de extinción local, pueden operar de manera conjunta o individualmente (Foley 1997). Un caso particular, es cuando la "calidad" de los hábitats afecta tan negativamente la persistencia de las poblaciones locales, que estas no pueden persistir sin percibir aportes demográficos externos -Figura 5.13.C. Así, siempre que una población local ocupe un *patch hábitat* de baja calidad por lo cual es demográficamente inviable, sin el aporte externo de individuos reproductivos desde poblaciones que ocupan hábitats vecinos de mejor calidad, la persistencia de las primeras ocurre por el "efecto rescate" (Stacey *et al.* 1997, Ims y Yaccoz 1997, Hansky 1998).

A los hábitats de las poblaciones cuya persistencia depende de la recepción de inmigrantes, y que se extinguen cuando aumenta el aislamiento se los denomina *sink* (Stacey *et al.* 1997, Vincent y Yoshimura 1998) y a sus poblaciones, *poblaciones sink*. En términos ecológicos la existencia de hábitats *sink* es un producto de las propiedades bióticas y abióticas del hábitat local y del nicho de su población bajo el cual resulta la relación costos beneficios del uso del *patch* (Wiens 1997). Por otra parte, la dinámica propia de los hábitats puede tornarlos *sink* por cualquier variación que afecte a su calidad y en la dinámica de la metapoblación hábitats que una vez fueron *sink* pueden devenir en hábitats fuente y revertirse la dirección del rescate poblacional (Stacey *et al.* 1997).

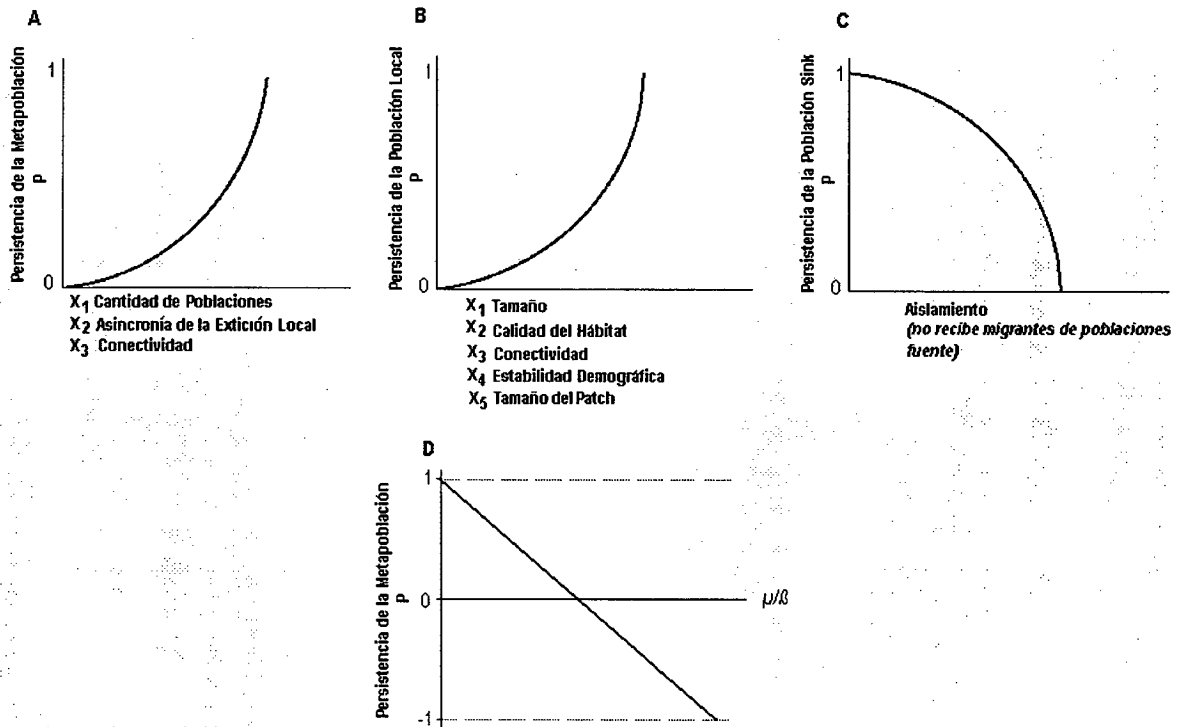


Figura 5.13: Factores que Intervienen en la Persistencia de una Metapoblación y de Poblaciones Locales. A- Incremento de la persistencia en el nivel de la metapoblación conforme aumenta la cantidad de poblaciones locales, la asincronía de las extinciones locales y la conectividad demográfica; B- Incremento de la persistencia de las poblaciones locales conforme aumenta su tamaño, la calidad del hábitat, la conectividad, la estabilidad demográfica y el tamaño del *patch hábitat*, C- Población de un hábitat *sink*, cuya persistencia depende totalmente de la recepción de inmigrantes, D- Persistencia de la metapoblación en el balance de Levins entre la tasa de extinción local y la tasa de colonización, donde P es siempre positivo cuando $\mu/\beta < 1$.

Finalmente, una modo por el cual la persistencia de una metapoblación, que ocupa un espacio muy heterogéneo y fluctuante, puede adoptar un estado de equilibrio en el cual metapoblación persiste, es a partir del balance positivo entre la tasa de extinción y la tasa de colonización—Figura 5.13. C. Este es el equilibrio no trivial de Levins (Gyllenberg *et al.* 1997), donde :

$$\hat{P} = 1 - \frac{\mu}{\beta}. \quad (5.8)$$

En el modelo canónico siempre que $\mu/\beta < 1$, la metapoblación persiste debido a que P es positiva. Una metapoblación de Levins presupone que todas las poblaciones locales tienen un riesgo de extinción constante, y que la tasa de colonización es proporcional a la fracción de *patches* ocupados y a la fracción de *patches* vacantes. De aquí se deriva un aspecto fundamental de la dinámica de metapoblaciones: para que la metapoblación persista la recolonización debe ocurrir a una tasa lo suficientemente alta como para compensar la extinción, y para permitir que una metapoblación pequeña crezca. La condición $\mu/\beta < 1$ o $1 < \beta/\mu$ implica que una población local rodeada de hábitats vacantes causará el establecimiento de al menos una nueva población durante su lapso de vida, para que la metapoblación persista (Hanski 1997). En el Capítulo 11 se expande la presentación formal de estas ideas y del modelo canónico de metapoblaciones, aquí solamente enfatizamos que el modelo canónico, puro o mixto —e.g. incorporando dinámicas emergentes del efecto rescate—, es un buen punto de partida para discutir hipótesis arqueológicas acerca 1) de los procesos que pueden operar sobre las

tasas de extinción local y de recolonización, 2) de las formas que puede adoptar la dispersión humana en ambientes heterogéneos diferenciados por su calidad 3) de la temporalidad de los procesos de poblamiento y des poblamiento de espacios, y 4) de la acción de la toma de decisión racional y las fuerzas de la transmisión cultural operando en procesos dispersivos, que puede dar lugar a la adopción selectiva de innovaciones. Cada uno de estos aspectos puede tratarse en el marco de la Ecología del Comportamiento Humano (Bettinger 1991, Borrero 1993, Lanata y Borrero 1994, Lanata 2002) y de la Teoría de la Transmisión Cultural, mediante la construcción de modelos estrictamente arqueológicos de dinámica de metapoblaciones en escalas temporales y espaciales amplias, propias de la arqueología (Muscio 1998-1999).

Desde nuestro punto de vista el estudio arqueológico de cada uno de estos procesos es totalmente dependiente del estudio del nicho económico de las poblaciones humanas, debido a que las estrategias de obtención de recursos y la tecnología disponible determinan la calidad de los *patches habitats* de la metapoblación, a partir de las propiedades bióticas y abióticas de ellos. En efecto las diferentes estrategias económicas de uso del espacio afectan a la dinámica local de las poblaciones humanas, por sus efectos en el *fitness* de los organismos individuales del cual resulta la tasa efectiva de crecimiento poblacional (r), que finalmente controla β (Rogers 1992). Por ejemplo un mismo *patch*, para dos poblaciones humanas con nichos económicos divergentes puede resultar *sink* o *no sink*, debido a las diferencias en la eficiencia de uso de los recursos, o por la sensibilidad al riesgo de la estrategia económica que predomina en el nicho -ver Holt (1997) para poblaciones animales. Es más, los criterios de selectividad de hábitat pueden variar, conforme varía la utilidad neta obtenida por las estrategias de explotación del *patch* (Smith 1993, Kelly 1995, Layton 2000, Steele 2002).

Siguiendo la lógica seleccionista optimizante, esperamos que los *patches* de menor calidad, que propician poblaciones *sink*, sean los últimos en ser ocupados por poblaciones humanas con cualquier nicho económico particular. Cashdam (1992) señala que los rangos actuales de distribución de poblaciones humanas etnográficas están correlacionados con la abundancia y con la distribución de los recursos. Más particularmente, por el tema que nos ocupa, es importante notar que la densidad global actual de la población humana está severamente afectada por la altitud, de un modo tal que la densidad promedio se incrementa gradualmente con el decrecimiento de la elevación alrededor de los 800 m/nm, y abruptamente luego del 100 m/nm. De tal modo la gran mayoría de los humanos viven actualmente en altitudes bajas menores a los 100 m/nm, mientras que las poblaciones de altitudes superiores son menos densas y espacialmente más variables (Cohen y Small 1998). En la escala evolutiva esto puede reflejar la selectividad humana condicionada por la historia filogenética de la especie en ambientes de baja altitud y subtropicales, la cual sesga la elegibilidad de hábitats a espacios de esta clase (Steele 2002). Más precisamente, la abundancia de humanos en elevaciones extremas como las Tierras Altas de los Andes y del Tibet, está en gran parte condicionada por la baja productividad ecológica de estos entornos y por la hipoxia que afecta a la reproducción humana (Aldenderfer 1998). De tal manera estos espacios son de muy baja calidad, en comparación con espacios de menor altitud, por lo que esperamos que hayan sido ocupados más tardíamente, en la dispersión global de la especie y en sus procesos posteriores de poblamiento, como los que pudieron tener lugar durante el Periodo Temprano en la Puna de Argentina.

La Ecología del Comportamiento Humano, es un marco teórico adecuado para el estudio arqueológico de las variaciones en la calidad de los hábitats de una metapoblación humana, que pueden propiciar procesos dispersivos, cambios evolutivos en el nicho económico y en el *pool* cultural de las poblaciones locales, y la adopción selectiva de innovaciones tecnológicas en la dinámica de la escala de la metapoblación. Estos son los temas del siguiente apartado.

6.1- Dinámica Poblacional en la Escala Arqueológica Evolutiva: Modelo de Homogenización Espacial de la Calidad de los Hábitats Locales De una Metapoblación.

Desde el evolucionismo se ha señalado la necesidad de construir modelos específicamente arqueológicos de la dispersión poblacional humana en el espacio (Borrero 1989, 1989-1990, 1993, 1994-1995, 2001; Young y Bettinger 1995, Steele 2002, O'Connell 1999, entre otros). Por "específicamente arqueológicos" entendemos a modelos en los cuales las variables son significativas –que varían– en las escalas temporales y espaciales arqueológicas, y que generan patrones particulares en estas escalas. Estos difiere de los modelos dispersivos de escala ecológica, donde los rangos de distribución de las poblaciones son dinámicos en escalas espaciales y temporales no evolutivas (Brown 1995). Sin embargo, como remarcó Foley (1995) la selección Darwiniana en el nivel del organismo individual es un proceso recursivo, que genera patrones de macroescala por procesos que operan en las escalas de tiempo de la competencia en el nivel de la población, es decir por procesos que actúan en la microescala.

Desde esta lógica, la Teoría de Dinámica de Metapoblaciones es adecuada para modelar procesos dispersivos en escalas arqueológicas, por una razón básica: el tiempo de vida de una población local es siempre de largo plazo, y en el caso más dramático puede abarcar dos generaciones –la de los fundadores y la de su descendencia si es que ésta se extingue antes de su edad reproductiva. Así el tiempo de vida de una metapoblación humana transcurre siempre en la escala temporal arqueológica evolutiva. En esta escala las tasas de extinción y colonización de regiones, son variables dinámicas abordables arqueológicamente mediante la temporalidad radiocarbónica de las ocupaciones (Deward y Mc Bride 1992, las tasas de depositación de artefactos (Borrero 1993), las amplitudes promediadas de las dietas (Broughton y Grayson 1993, Broughton 1994, 1997), y la distribución de la variación cultural en el tiempo y en el espacio (Lipo *et. al.* 1996, O'Brien y Lyman 2002), entre otros indicadores arqueológicos.

Partiendo de este planteo, aquí presentamos un modelo simple basado en la dinámica de metapoblaciones, en escalas espaciales y temporales arqueológicas, considerando los efectos evolutivos de la competencia y la selección Darwiniana en la dinámica de extinción de poblaciones locales y recolonización de espacios heterogéneos, y en la transmisión cultural y la persistencia de rasgos fenotípicos. Basándonos en la Ecología del Comportamiento Humano, asumiremos que si en el nivel del individuo el fenotipo es optimo, en el nivel de la población y en la escala evolutiva, la selección natural favorecerá a estos fenotipos, mediante su aumento demográfico y la proliferación de su *pool* genético y cultural (Durham 1991). De tal modo, los patrones materiales resultantes de estos procesos selectivos, se presentan en escalas arqueológicas y evolutivas.

Teóricamente, la distribución de humanos en el paisaje puede seguir el "modelo de distribución idealmente libre". El mismo asume que en la selectividad de hábitats, cada individuo tiene las mismas propiedades competitivas y conforme se va incorporando a la población, elige de manera óptima los hábitats de mejor calidad – aquellos que maximizan su *fitness*. (Cashdam 1992, Bonne 1992). Bajo estas condiciones los primeros inmigrantes eligen y se emplazan en los mejores hábitats de un área. Pero en la medida en que los hábitats se llenan, la calidad del hábitat decae por lo cual los individuos deben ocupar otros hábitats de mayor calidad. Si nuevos individuos se incorporan a la población, por inmigración o por crecimiento demográfico, eligiendo siempre los mejores hábitats; llega un punto en el cual todos los hábitats tienen la misma calidad. En este punto se alcanza un equilibrio Nash (*sensu* Gintis 2000) –ver Capítulo 11- en el cual todos los individuos obtienen el mismo éxito reproductivo (Cashdam 1992). Nótese que bajo este modelo el *fitness* individual, en el equilibrio Nash, está espacialmente sincronizado.

Este modelo es útil para plantear la dispersión espacial de poblaciones humanas asumiendo que la temporalidad de la ocupación de un espacio es de escala transgeneracional y que la Estrategia Evolutivamente Estable evolucionará por la selección natural actuando en la escala evolutiva. En

consecuencia, derivamos que una metapoblación que evoluciona en la escala arqueológica bajo el modelo de distribución idealmente libre, en el equilibrio presentará la tasa de crecimiento en cada uno de sus hábitats espacialmente sincronizada. Llevando esta lógica al marco de la Teoría de Metapoblaciones, podemos construir un modelo simple del cual derivar expectativas en escalas temporales arqueológicas evolutivas. Para ello consideraremos los efectos densodependientes de la predación, expresados en la pérdida de la "varianza de la calidad de todos los *patches hábitats* de una metapoblación en su rango espacial" (V_{rp}), es decir de la homogenización global de la calidad del rango ocupado por la metapoblación conforme este va creciendo en el tiempo, siguiendo un modelo de distribución idealmente libre.

De tal manera asumimos un espacio heterogéneo A, con un número finito de hábitats vacantes que difieren en su calidad, y que varían en una serie H_1, H_2, H_3, H_j , ordenada desde los mejores hasta los subóptimos. Asumimos que cada ambiente tiene una frecuencia de encuentro de recursos de alto ranking (λ) que es limitada y dependiente de productividad ecológica de biomasa local –particularmente de herbívoros grandes. Partiendo de la Teoría de la Predación Óptima medimos la calidad individual de cada hábitat vacante por su tasa de retorno esperada R_p , para el sostenimiento de una población local de tamaño n . Del modelo de Levins asumimos una población fuente vecina en un estado donde $\mu/\beta < 1$ y que colonizará A. Dado esto, en el tiempo inicial (t_i) de la colonización de A, la competencia es nula, todos sus *patches* habitables están en su valor potencial máximo de λ y de R_p , por lo cual la calidad global del espacio colonizable tiene un valor medio \bar{R}_p que es máximo, y al mismo tiempo la varianza global V_{rp} es máxima.

Asumimos que los individuos dispersivos encuentran nichos en A y que la metapoblación crece colonizando hábitats a una tasa $\beta_1=f(r)$, donde r es la tasa intrínseca de crecimiento demográfico -o parámetro malthusiano (Wilson 1975, Pianka 1982). También asumimos que la capacidad de carga global (K) está dada por la media de λ y que en el tiempo inicial de la colonización de A $\mu_1=f(\Omega)$, es decir que la tasa de extinción local está controlada por la tasa de predación de los recursos de alto ranking Ω , que es máxima en t_i –por lo cual μ_1 es mínima. Dadas estas condiciones postulamos que la homogenización de la calidad global del espacio colonizado por la metapoblación –el decrecimiento de V_{rp} - seguirá la dinámica de la solución de la ecuación diferencial logística (Wilson 1975). Esto es:

$$V_{rp} = V_{rp}(t_i) \left(1 - \frac{1}{1 + e^{-(\mu_1 - \beta_1)t}} \right), \quad (5.9)$$

donde el tiempo (t) está medido en unidades radiocarbónicas, y las tasas de extinción y colonización (μ, β) por la temporalidad de las ocupaciones arqueológicas locales. Nuestro modelo es entonces un modelo de escala arqueológica. De acuerdo con este modelo la pérdida de la varianza de hábitats de la metapoblación es un efecto dependiente de la densidad, en escalas temporales arqueológicas, cuya curva es sigmoidea -ver Figura 5.14. En el inicio de la dispersión la visibilidad arqueológica debe ser mínima, pero con registros de alta resolución temporal. Conforme la metapoblación crece ocurrirá una fase exponencial de aumento demográfico a expensas de los recursos de mayor calidad, donde β se incrementará exponencialmente y será mayor a μ . En esta fase las amplitudes promediadas de las dietas locales serán estrechas, y aumentarán las tasas de deposición de artefactos y de ocupaciones arqueológicas –el número de *componentes* por intervalo radiocarbónico, en la mesoescala espacial o mayor. A medida que aumenta el tiempo de permanencia de la metapoblación en su rango espacial y aumenta su tamaño (N), declinará la tasa de retorno de la predación de cada *patch hábitat* local – R_p . Esto es consecuencia de la disminución densodependiente de los recursos de alto ranking (Winterhalder y Goland 1997), que hará declinar a Ω .

Como en el espacio habitable los hábitats vacantes de alta calidad no son infinitos, conforme aumenta el tiempo de persistencia de la metapoblación los individuos dispersivos colonizarán los

hábitats de menor calidad y declinará la varianza de la calidad de todo el conjunto de *patches hábitats*, por la sobreexplotación local de los recursos de alto ranking, ampliándose las dietas locales, y aumentando las tasas de depositación de artefactos, y la tasa de ocupación arqueológica.

En el punto en el cual la tasa neta de crecimiento de la metapoblación es máxima (R_{max}), β será máxima, y la tasa de homogenización de la calidad global del rango de dispersión de la metapoblación también será máxima. Este punto marca el fin del crecimiento exponencial de la población, y el comienzo de las presiones selectivas principalmente derivadas de la competencia densodependiente – ver Pianka (1981). En el eje temporal este momento (t_x) se corresponde con el punto de inflexión de la curva sigmoidea señalada en la Figura 5.14. Para este segmento temporal, en una secuencia arqueológica regional, esperamos que la tasa de depositación de artefactos sea máxima, que las dietas se hayan intensificado porque la frecuencia de encuentro de recursos de alto ranking, relativa a N disminuyó a la mitad ⁷ y que la tasa de ocupaciones arqueológicas en la escala regional sea máxima. Más adelante retomaremos esta discusión, aquí sólo es importante señalar que inmediatamente luego de este punto, esperamos el comienzo de una fase de selección direccional para cualquier innovación tecnológica que aumente el *fitness* ya que la competencia comienza a acelerarse y β disminuye.

En un punto del tiempo, avanzado el crecimiento de la metapoblación, ocurrirá que la dispersión de la tasa de retorno local respecto a la media de la tasa de retorno de todos los *patches hábitats* de la metapoblación (\bar{R}_p), será nula. En este punto la calidad de todos los *hábitats* será espacialmente homogénea, con varianza nula. Bajo estas condiciones la escasez de recursos de alto ranking se vuelve “espacialmente sincrónica” en toda la metapoblación. Es decir que la frecuencia de encuentro de estos recursos se vuelve espacialmente homogénea en el nivel de la metapoblación, y la tasa de retorno promedio muy inferior alcanzando K . Este umbral de varianza nula de la calidad de los *patches hábitats*, está representado por la parte plana de la curva de la Figura 5.14. Como asumimos una correlación entre la tasa de retorno y el *fitness*, en el umbral de varianza nula en la calidad de los *hábitats*, el *fitness* de los individuos de la metapoblación estará también espacialmente sincronizado por lo cual, dejando todo lo demás constante, las dinámicas locales evolucionarán demográficamente con la misma tasa de variación, en un equilibrio hipotético densodependiente (Rogers 1992) donde la competencia es máxima y β se estabiliza u oscila en torno de λ . Arqueológicamente esperamos que las tasas locales de depositación de artefactos y las tasas de ocupación arqueológica tiendan a estabilizarse, con dietas promediadas de amplio espectro y donde la resolución temporal de los palimpsestos sea mínima. Este tramo temporal en la escala de la metapoblación, podría corresponderse con lo que Borrero (1989-1990, 1994-1995) denomina “colonización efectiva”, de un espacio mínimamente analizado en la mesoescala.

Debido a la acción de la toma de decisión adaptativa y de la transmisión cultural esperamos que durante todo el lapso de persistencia de la metapoblación, evolucionen tradiciones culturales locales y regionales tendientes a lo óptimo, donde la Transmisión Conformista preserve la variación cultural en el nivel de las poblaciones locales y genere una metapoblación “culturalmente estructurada” (*sensu* Boyd 2002). Paralelamente por la conectividad entre *patches hábitats*, la Transmisión Vertical – especialmente a partir de la copia y el Sesgo Indirecto- puede actuar propiciando la proliferación de variación neutral en toda la metapoblación, y por este medio puede evolucionar una tradición cultural en esta escala. Esto mismo se espera a partir del Sesgo Directo operando sobre variación funcional. Estos aspectos son importantes para la discusión que sigue.

⁷ Teóricamente esperamos que en la tasa de crecimiento R_{max} ocurra en $K/2$, según se deriva de la ecuación diferencial logística $dn/dt=r(K-N/K)N$, (Wilson 1995). Debido a que en nuestro modelo asumimos que $(\mu_1 - \beta_1)$ es una constante independiente del tiempo y K es la abundancia de los recursos de alto ranking, en R_{max} , β_{max} , λ vale $1/2$ de $\lambda_{inicial}$.

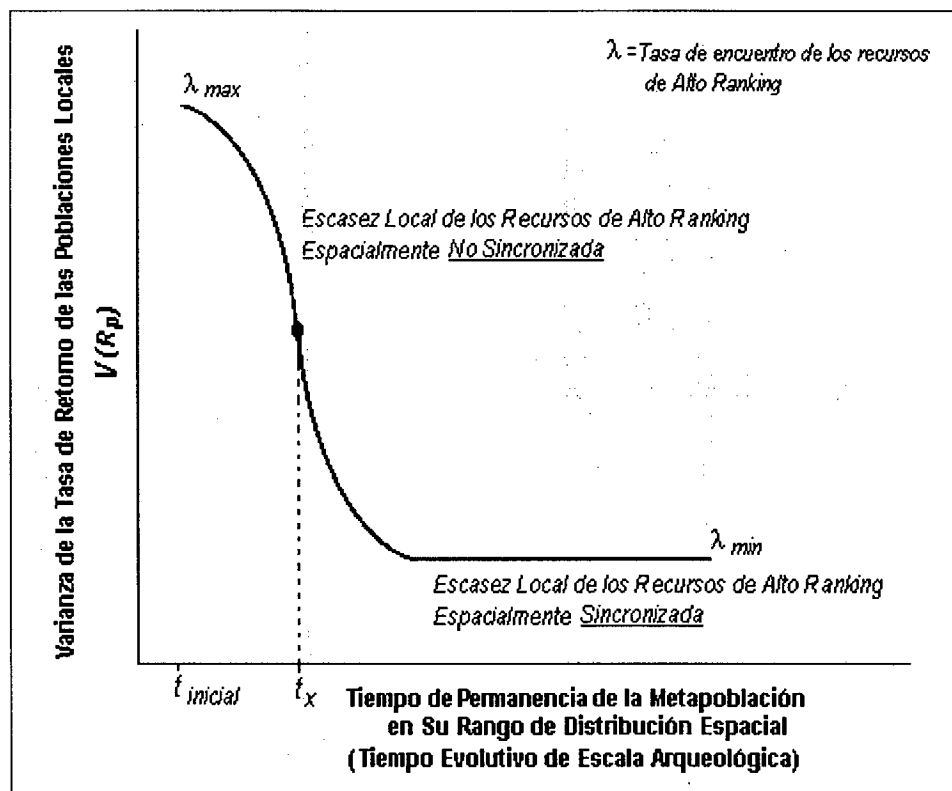


Figura 5.14: Modelo de Homogeneización de la Calidad de los Hábitats Locales de una Metapoblación. En el inicio de la colonización de A, $t_{inicial}$, la frecuencia de encuentro de los recursos de alto ranking (λ), y la tasa de predación de estos recursos (Ω), son máximas en los hábitats locales, y decaen conforme aumenta el tamaño y el tiempo de persistencia de la metapoblación, medido en la escala arqueológica y evolutiva. El punto en la curva sigmoidea indica el tiempo (t_x) en el cual la tasa de disminución espacial de la varianza entre todos los hábitats locales de la metapoblación es máxima. En el extremo inferior de la curva todos los hábitats locales ya tienen la misma calidad, y las tasas de retorno locales están espacialmente sincronizadas, como así también la escasez local de los recursos de alto ranking-ver texto.

En breve, en este modelo, la tasa de homogenización de la calidad de los *patches hábitats* depende de tres variables principales, que son dinámicas en escalas temporales arqueológicas de resolución radiocarbónica: 1) del tiempo de ocupación de la metapoblación de su rango espacial, 2) de la tasa de colonización β - dependiente del *fitness* individual obtenido por el consumo de recursos de alto ranking y que controlan μ/β , y 3) de la calidad intrínseca de los *patches* en el gradiente ecológico, particularmente de la densidad de la biomasa de alto ranking y de las fluctuaciones que afectan a su productividad y recomposición a la predación, y que en conjunto controlan las tasas de retorno local. Cada una de estas variables pueden ser arqueológicamente discutidas en el marco del estudio del poblamiento humano de regiones (Borrero 1994-1995,2001), y la ecuación (5.9) puede utilizarse modularmente en simulaciones más complejas, por ejemplo de dinámicas no lineales –ver Kohler 2000.

6.2- Algunas Implicaciones del Modelo

Del modelo de sincronización de la varianza de la calidad de los hábitats, y basándonos en la Figura 5.14, podemos realizar una serie de derivaciones: Cercano al punto de varianza nula en la calidad de *patches* ocupados, todas las poblaciones locales pueden transformarse en un *cluster* altamente vulnerable a la extinción local, debido a que por la escasez de los recursos de alto ranking y la disminución de Ω , el *fitness* modal en la metapoblación habrá disminuido. Si existen áreas vecinas

con disponibilidad de *hábitats* vacantes, que sirvan como *patches buffer* de la presión demográfica, la metapoblación puede expandir su rango mediante la colonización densodependiente de estos *patches*. Esto ocurrirá siempre que en los *hábitats* vacantes, de las áreas vecinas, la tasa de retorno esperada sea igual o superior a la tasa de retorno de los *hábitats* vacantes de la metapoblación dispersiva. Arqueológicamente, esperamos el comienzo de ocupaciones de áreas marginales –por su menor calidad global - radiocarbónicamente más jóvenes y con amplitudes de dietas más diversificadas, dependiendo de la disponibilidad de los recursos de alto ranking en estos nuevos *hábitats*, y con menores tasas locales de depositación de artefactos –debido a que se trataría de poblaciones más jóvenes y más pequeñas.

Por otra parte si no existe disponibilidad de *patches* vacantes que sirven con *hábitats buffer* para la presión demográfica, el rango de distribución de la metapoblación puede permanecer fijo, con poblaciones locales altamente propensas a la extinción y con una dinámica de persistencia de Levins (Holt y Keitt 2000). Arqueológicamente esperamos que esto se exprese por secuencias discontinuas de ocupación de escala local, pero temporalmente solapadas en la mesoescala, indicando la persistencia de la metapoblación en su conjunto y donde cada componente arqueológico contenga señales filogenéticas de la tradición cultural de mesoescala, de la metapoblación. En cambio si los *patches* ya han devenido en *sink* –por sobreexplotación- las poblaciones locales pueden persistir por el efecto rescate, siempre que hubiera poblaciones fuentes vecinas que de manera densodependiente enviaran emigrantes. Arqueológicamente también esperamos secuencias discontinuas de ocupación de escala local, y asincrónicas en la mesoescala, pero con una mayor tasa de variación neutral filogenéticamente no relacionada con la tradición cultural de escala de la metapoblación de mayor antigüedad. El análisis cladístico es la principal herramienta para el estudio de estos procesos (O'Brien *et. al.* 2002 a y b, Jordan y Shennan 2003).

Un aspecto muy importante que se deriva de la pérdida de varianza global en la calidad del espacio ocupado por la metapoblación, es su alta exposición al riesgo. En efecto, bajo condiciones en las cuales todos los *hábitats* disponibles arrojan el mismo resultado, no hay lugar para estrategias de uso del espacio *risk adverse*, basadas justamente en promediar la varianza de diferentes alternativas, como se deriva del modelo Z-score. De tal modo las fluctuaciones ambientales de mesoescala que afecten a la base de recursos actuarán sincrónicamente en toda la metapoblación, por lo cual todas las poblaciones locales pueden ser extirpadas en conjunto. Así, esta sería una metapoblación *risk prone*. Sin embargo esto ocurrirá sólo cuando la calidad inicial global de los *hábitats* de la metapoblación es baja, es decir cuando su rango abarque ambientes marginales y fluctuantes y sin disponibilidad de *patches buffer* frente al riesgo. La señal arqueológica de un proceso de extinción en la escala de la metapoblación debe ser principalmente la discontinuidad ocupacional de mesoescala –regional, radiocarbónicamente sincrónica, correlacionada con el deterioro paleoambiental y la pérdida o la fragmentación de los *hábitats*. Otra alternativa es la persistencia de poblaciones locales en refugios no afectados por la extinción, lo cual se manifestaría por la reducción abrupta del rango distribucional de mesoescala de las ocupaciones arqueológicas, que se presentarían solamente en las fracciones espaciales de los *hábitats* refugios –ver Núñez *et. al.* (2001) para un caso probable de este tipo. Este proceso también podría ser evidente por la pérdida de variación cultural producida por un cuello de botella y por evolución de tradiciones culturales divergentes.⁸

Sin embargo, y esto lo enfatizamos, esperamos que mucho antes de llegar a este umbral de varianza nula de la calidad de los *hábitats*, la amplitud de la dieta de las poblaciones locales se

⁸ Esto podría dar lugar a dinámicas evolutivas –genéticas y culturales- no lineales, como las caóticas (Hugget 1992, Rogers 1992, Hansky y Gilpin 1997, Kohler y Gumerman 1999), que por su complejidad formal se apartan del modelo aquí presentado.

incremente, a partir de la incorporación de estrategias que disminuyan los costos de los recursos de baja calidad y aumenten la eficiencia del nicho económico, y con esto disminuyan las probabilidades de extinción local. Lo mismo afirmamos para estrategias dispersivas y tácticas económicas que minimizan el riesgo. Por lo tanto esperamos que la selección natural favorezca estrategias dispersivas *risk adverse* hacia áreas no colonizadas, mucho tiempo antes que se homogenice globalmente la calidad de los hábitats, y siempre que existan áreas vecinas con hábitats vacantes.

Aquí es clave subrayar que en un proceso de homogenización creciente de la calidad de los hábitats locales, cualquier innovación tecnológica que aumente la eficiencia predatoria, que disminuya el riesgo, o que sea funcional en ambas dimensiones, será retenida por selección natural. Si existen poblaciones vecinas que dispongan de estas innovaciones, la Transmisión Sesgada operará para replicarlas, por lo cual las poblaciones locales disminuirán sus probabilidades de extinción, e incorporará nueva variación cultural. Enfatizamos que es esperable que esto ocurra en momentos cercanos a (t_x), que es el punto en el cual la "tasa" de disminución de la varianza global es máxima, donde termina la fase de crecimiento poblacional exponencial y la competencia densodependiente comienza a crecer con fuerza, por lo cual el beneficio obtenido de las innovaciones tecnológicas que mejoran a la adaptación se incrementa. Particularmente los que aumentan la eficiencia predatoria en la competencia. Si tales innovaciones en el nicho tienen lugar, entonces puede devenir una nueva fase de incremento poblacional (Layton *et al.* 1991, Winterhalder y Goland 1997, Zvelebil 1996, Rogers 1992) y la evolución selectiva de estrategias que intensifican el uso del espacio, como la agricultura -si hay accesibilidad de especies domesticables o ya domesticadas y hábitats adecuados (Rindos 1984)- o el pastoralismo -cuando la productividad vegetal es inaccesible a los humanos pero no a los herbívoros especializados en esta vegetación (Foley 1995). En estos casos se espera la reducción en las estrategias de movilidad, el aumento de la estabilidad residencial (Kelly 1992) y el incremento en las tasas locales de depositación de artefactos. Queremos remarcar la importancia del modelo de coevolución de Rindos (1980), ya que esperamos que los nichos humanos coevolucionen simbióticamente y selectivamente en una dinámica en donde declina la densidad de los recursos de alto ranking -ver Winterhalder y Goland para una discusión exhaustiva de este punto- y disminuya la varianza global en la calidad de los *patches* colonizados.

Podemos trasladar la lógica de este modelo a una situación algo más compleja, en un modelo arqueológico en el cual la dinámica evolutiva tenga lugar en una metapoblación espacial y demográficamente estructurada, que permite ampliar la discusión de la evolución de innovaciones tecnológicas en el nivel de la metapoblación. En el siguiente acápite se aborda esta cuestión.

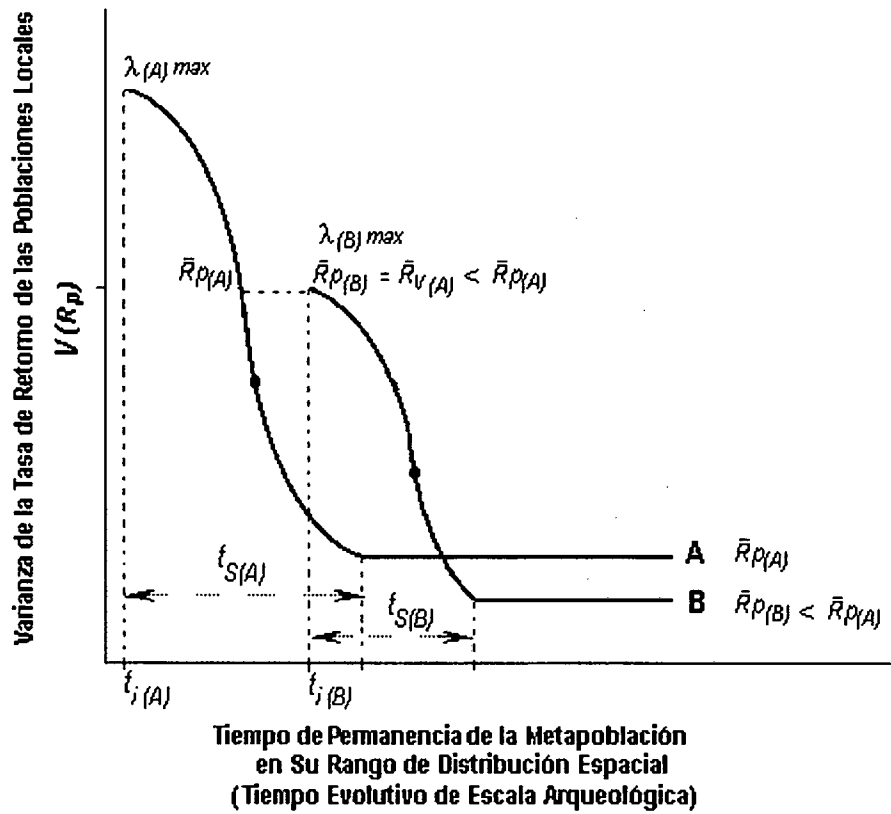
6.3- Modelo de Metapoblación de Dos Fracciones Desiguales con Hábitats de Calidad Decreciente

Holt (1997) ha señalado la importancia de la heterogeneidad del espacio en escalas amplias, que pueden llevar a que fracciones de una metapoblación que ocupan espacios ecológicamente diferenciados evolucionen selectivamente hacia nichos más o menos especializados en la cadena trófica. Esto es enteramente aplicable a metapoblaciones humanas. Consideremos que en el gradiente espacial de macroescala existen dos espacios adyacentes A y B pero separados por áreas inhabitables pero que son barreras para la dispersión, y que ambos espacios están disponibles para su colonización humana mediante nichos económicos basados en la predación de recursos de alto ranking. Asumamos que estos espacios difieren mucho por la calidad y diversidad de sus *patches* habitables, donde la calidad global de A, medida por la *abundancia*, la *diversidad* y las *fluctuaciones* de sus recursos, es muy superior a la calidad de global de B. Además por la *menor diversidad* de hábitats potenciales, la varianza de la calidad de *patches* locales de B es muy inferior que la de A, siendo toda la fracción B más homogénea y con menos riesgo de extinción local.

Considerando que el inicio de la colonización (t_i) es una función dependiente de la calidad de los *patches*, y que λ_A es mucho mayor que λ_B , entonces la fracción A comenzará a ser colonizada primero, con Ω_{max} controlando la constante ($\mu_1 - \beta_1$) en (5.9). Luego las fuerzas de la transmisión cultural y la toma de decisión adaptativa propiciarán la evolución de poblaciones locales tendientes al óptimo de A, y el comienzo de una fase de crecimiento demográfico a expensas de los recursos de alta calidad. Conforme aumenta el tiempo de persistencia de la metapoblación su tamaño aumentará, y la abundancia de los hábitats locales disminuirá, llegando al punto en el cual todos los *patches* de mejor calidad están ocupados, y los nuevos individuos comienzan a ocupar *patches* subóptimos, pero aún de mejor calidad que los *patches* vacantes de B. En esta fase esperamos que la metapoblación de A siga creciendo con $\beta > \mu$ pero disminuyendo el *fitness* modal. Conforme aumenta el tiempo de persistencia de la metapoblación en su rango A, la calidad global de los *patches* hábitats vacantes (\bar{R}_{VA}) declinará y también la varianza de la calidad de los *patches* (VR_{pA}). En el punto en el cual las tasas de retorno de los *patches* vacantes de A igualen las tasas de retorno esperadas en los *patches* vacantes de B, (\bar{R}_{VA}) = (\bar{R}_{VB}) los individuos tendrán la “oportunidad” de migrar y colonizar los *patches* de B y asumirán los costos de la migración, siempre que estos sean menores a los costos de oportunidad de no migrar⁹. Si los costos de la migración son bajos, como una función de la distancia y de la existencia de corredores principalmente (Wiens 1997), la metapoblación aumentará su rango de distribución, incorporando los *patches* vacantes de B. Es muy importante aclarar que esta fase dispersiva no implica que la varianza en la calidad de los *patches* hábitats de la fracción A sea nula, sino simplemente que la calidad entre los *patches* vacantes de A y B se han igualado –ver Figura 5.15. De tal modo el retorno promedio de B (\bar{R}_{PB}) es siempre menor que el retorno promedio de A (\bar{R}_{PA}) –debido a que por definición B es un paisaje más homogéneo y con *patches* vacantes de menor calidad, aún cuando λ_B sea máxima. Por esta razón su varianza entre *patches* también es menor al comienzo de su colonización, como lo expresa el gráfico. Dadas estas premisas, si en el inicio de la colonización de B el comportamiento predatorio es similar al de A, siguiendo los mismos sesgos de selectividad de presas, por lo cual $\Omega_A = \Omega_B$, entonces: 1) la tasa de sincronización de la varianza de la calidad de los *patches* en B (su derivada temporal) será mucho mayor que en A; 2) el tiempo entre la colonización y la sincronización espacial de la escasez de los recursos de alto ranking en B será más corto que en A; 3) la tasa de extinciones locales en B será mayor que en A; y 4) la tasa de colonización en B – y su potencial envío de emigrantes, será menor que en A –ver recuadro de la Figura 5.15 para la deducción.

De esta manera la dispersión de A hacia B se espera que suceda como un resultado densodependiente, donde los *patches* vacantes de la fracción B son *patches* *buffer* de la presión demográfica de la fracción A, emplazados en áreas marginales vecinas donde la razón de Levins μ/β será menor. Así evolucionará una metapoblación estructurada espacialmente en dos fracciones, en el rango de dispersión AB, cuyos hábitats difieren tanto en su calidad como en la tasa de disminución de la varianza de los mismos. En esta metapoblación la fracción poblacional de A será de mayor tamaño –por su antigüedad- y menos vulnerable a la extinción local –por su capacidad de dispersarse en B. En cambio la fracción poblacional de B estará compuesta por poblaciones locales más pequeñas –por la calidad de sus hábitats que afecta el *fitness* individual, por la menor antigüedad. Así estas poblaciones serán más propensas a la extinción local debido a su menor tamaño y a la estocasticidad ambiental: el riesgo. Si a lo largo del tiempo de ocupación, las poblaciones de B han disminuido drásticamente la abundancia de recursos de alto ranking –lo cual podría ocurrir debido a la mayor fluctuación del ambiente o combinada con la intensidad predatoria, los hábitats podrían devenir en *sink*, de tal manera que sus poblaciones dependerían para su persistencia del efecto rescate desde A, o desde otras poblaciones vecinas, si las hubiera porque existiera una metapoblación espacialmente más inclusiva. Concluimos que una metapoblación que evoluciona con estas características se aparta del modelo de Levins, que asume tasas constantes de riesgo de extinción local, y adopta una estructura similar a la de continente–isla (Harrison y Taylor 1997).

⁹ El costo de oportunidad es el beneficio perdido por adoptar una conducta en vez de otra.



Donde

A = Espacio con patches hábitats de Alta Calidad

B = Espacio con patches hábitats de Baja Calidad

λ = Tasa de encuentro de los recursos de Alto Ranking

t_i = Tiempo de inicio de la colonización dependiente de la calidad del hábitat vacante

t_s = Tiempo de inicio de la sincronización de la escasez de recursos de Alto Ranking

μ = Tasa de extinción local

β = Tasa de colonización local

\bar{R}_p = Tasa de retorno promedio de todos los patches hábitats locales

\bar{R}_v = Tasa de retorno promedio de todos los patches hábitats vacantes

Ω = Tasa de predación de recursos de Alto Ranking

Si en $t_i(B) : \bar{R}_p(B) = \bar{R}_v(A) < \bar{R}_p(A)$, y con: $\Omega_A = \Omega_B$

$$\text{Entonces : } \frac{dV(Rp_A)}{dt} < \frac{dV(Rp_B)}{dt}$$

$$: t_{s(A)} > t_{s(B)}$$

$$: \mu_A < \mu_B ; \beta_A > \beta_B$$

$$: \bar{R}_p(B)t_s < \bar{R}_p(A)t_s$$

Figura 5.15: Evolución de una Metapoblación Humana Espacial y Demográficamente Estructurada en Dos Fracciones que Difieren en la Calidad Global de sus Patches. Las fracciones son los espacios A y B de distinta calidad y con diferentes tasas de disminución de la varianza entre hábitats –ver texto.

En un modelo de esta naturaleza esperamos que conforme crezca el rango colonizado de la metapoblación en los sectores más marginales de B, las poblaciones más dispersas –con menor conectividad- y más pequeñas que ocupen hábitats subóptimos, sean las más propensas a la extinción selectiva. Estas poblaciones serán arqueológicamente identificables por componentes de menor duración temporal, bajas tasas de depositación y dietas muy amplias, indicando nichos muy costosos y maladaptativos. Este sería el caso de las ocupaciones de la transición Pleistoceno Holoceno de la Puna Norte de Argentina, a juzgar por la amplitud de sus nichos (Muscio 1999). Esto formaría parte de la dinámica propia de los inicios de la colonización y del crecimiento de la metapoblación, donde el contexto selectivo es de baja competencia y en el cual las densidades poblacionales son bajas. En este tramo inicial de la evolución de la metapoblación, la estocasticidad ambiental es la principal presión selectiva, por lo cual se espera la evolución selectiva de tecnologías y conductas adaptativas al riesgo, y la mayor tasa de extinción en los márgenes del rango colonizado (Wilson 1975, Pianka 1982, Holt 2000). En la siguiente sección nos referiremos a la dinámica esperable en contextos en los cuales la fuerza de la competencia aumenta en esta clase de metapoblación estructurada, y donde esperamos que ocurra la evolución selectiva de adaptaciones que mejoran la eficiencia del nicho a partir de la intensificación del uso de la base de recursos. Orientaremos la discusión a las oportunidades de evolución de la agricultura.

6.4- La Transición Agrícola en el Marco de la Teoría de las Metapoblaciones

Conforme la competencia aumenta y se acelera la homogenización de los hábitats locales - disminuyendo la frecuencia de encuentro de los recursos de alto ranking- emergerá un entorno selectivo favorable para las conductas económicas y dispersivas que atenúen la tasa de extinción local densodependiente. En la escala de la metapoblación pueden evolucionar selectivamente tales comportamientos por transmisión cultural con sesgos localmente óptimos y por la toma de decisión adaptativa. Esto puede llevar a la divergencia entre los nichos económicos de las fracciones poblacionales de A y de B.

Podemos postular que estos procesos se acrecentarán, inmediatamente después de los puntos donde la tasa de disminución de la varianza entre *patches* es máxima para cada fracción poblacional. En el grafico 5.15 estos puntos son aquellos en donde ocurren las inflexiones de las curvas sigmoideas de A y de B, los cuales están temporalmente desfasados. Esta asincronía en el comienzo del incremento de la competencia densodependiente entre las dos fracciones poblacionales tiene consecuencias importantes. La principal es que los procesos que amortigüen la competencia, tales como la dispersión hacia áreas vecinas, ocurrirán primero en la fracción A.

Esto es de particular importancia para considerar un escenario de transición hacia nichos que incluyan a la agricultura, siguiendo el modelo coevolutivo de Rindos (1980,1984). En lo que sigue nos centraremos en este punto. Pero antes es muy importante dejar en claro que para que ocurran procesos por los cuales prolifere la agricultura en fracciones marginales de una metapoblación, *no es una condición necesaria* que el fragmento poblacional que ocupa áreas marginales sea el producto de la expansión de una sola metapoblación dispersiva. Enfatizamos que lo único necesario para que esto ocurra es que, por cualquier razón, haya evolucionado una metapoblación espacial y demográficamente estructurada, en fracciones cuyas tasas de sincronización de la varianza entre hábitats sean notoriamente distintas, como describe la Figura 5.15 y su deducción; y que selectivamente sus nichos económicos hayan divergido, de manera que las poblaciones de A tengan nichos con un uso más intensificado del hábitat y mediante estrategias agrícolas, y en B esto no haya ocurrido por la baja calidad global de sus hábitats, pero que no obstante disponga de un cierto número de hábitats en los cuales la agricultura puede ser llevada a cabo. Si se dan estas condiciones, es decir independizándonos del origen de la población fundadora de B, entonces podemos emplear la lógica del

modelo de sincronización de la varianza de los *patches hábitats* en el análisis de los procesos que pueden controlar la proliferación oportunista¹⁰ de la agricultura en la escala de la metapoblación.

En esta discusión es importante apelar al concepto de Frontera Agrícola (Zvelebil 1996), y considerar a la estrategia agrícola como un rasgo fenotípico que puede dispersarse en una metapoblación por los efectos de la conectividad y de la selección natural propia de los entornos locales (Rindos 1989), proliferando por su éxito replicativo. En estos términos, 1) si en la metapoblación se fija el fenotipo agrícola (f_a), 2) si la calidad de los hábitats impone límites para la expansión de este fenotipo, que restringen a la agricultura a los *patches hábitats* de la fracción A, y 3) si en B existen algunos hábitats potenciales para la implementación de la agricultura –especialmente debido a los efectos de la extinción local que deja hábitats vacantes, entonces surgen dos posibilidades hipotéticas para la expansión de la frontera agrícola y la proliferación de f_a en el nivel de la metapoblación AB: 1) *Expansión poblacional oportunista y adaptación local*, 2) *Adopción selectiva optimizante*.

- 1) *Ampliación de la Frontera Agrícola Por Expansión Poblacional Oportunista y Adaptación Local:* Dada una metapoblación AB, estructurada espacialmente en un gradiente ambiental, donde hay fracciones con hábitats de alta calidad (A), con mayor densidad poblacional y poblaciones locales con nichos que incluyen a la agricultura; y fracciones marginales (B) con hábitats de baja calidad, menor densidad poblacional, y hábitats vacantes para la agricultura (B), la mayor tasa de extinción local y la menor tasa de colonización de B, dejarán más hábitats vacantes para su colonización que la fracción de A. En un proceso en el cual los hábitats de A se van sincronizando espacialmente por la escasez de los recursos de alto ranking, perdiendo varianza y disminuyendo la tasa de retorno promedio a tasa máxima; y cuando el retorno esperado en los hábitats vacantes de A sea igual o menor al retorno esperado en los hábitats vacantes de B, $\bar{R}_{VA} \leq \bar{R}_{VB}$, entonces la probabilidad de colonización oportunista de los hábitats vacantes de B por poblaciones dispersivas portadoras de f_a aumentará, propiciando la expansión de estas poblaciones hacia la fracción marginal de menor calidad global. De este modo, por la expansión poblacional el *pool* cultural de las poblaciones dispersivas que evolucionaron en los hábitats de alta calidad se expandirá hacia las áreas marginales, y f_a proliferará en B. Conforme pasa el tiempo, estas nuevas poblaciones de B evolucionarán selectivamente hacia los nuevos óptimos locales, diferenciándose de sus poblaciones ancestrales de A. Por este mecanismo mixto de expansión poblacional y adaptación local a las propiedades de los nuevos hábitats locales, proliferará la agricultura en aquellos hábitats vacantes en donde las probabilidades de éxito de esta estrategia sean altas. De tal modo la frontera agrícola se ampliará hacia áreas marginales por los efectos combinados de la expansión poblacional oportunista y la adaptación local por transmisión cultural y toma de decisión selectiva.
- 2) *Ampliación de la Frontera Agrícola por Adopción Selectiva Optimizante:* Dada una metapoblación estructurada espacialmente en un gradiente ambiental, donde hay fracciones con hábitats de alta calidad (A) en donde existen nichos locales agrícolas, y fracciones marginales con hábitats de baja calidad (B) donde no existen poblaciones con nichos agrícolas pero hay hábitats apropiados para la misma, en el momento en el cual la tasa de homogenización de la calidad de hábitats locales de B sea máxima (t_{xb}) las presiones de

¹⁰ El término oportunista lo utilizamos para referirnos a la selección y proliferación de fenotipos contingente con el entorno selectivo. Así los individuos no ignoran las oportunidades de mayor valor de *fitness* de un set de oportunidades alternativas. En el nivel poblacional, una población es oportunista cuando los individuos ocupan un *patch hábitat* en función de sus costos y beneficios. En la ocupación oportunista de un *patch* puede ocurrir que el *patch* en cuestión sea colonizado cuando presenta la relación costos-beneficios más favorable frente a otros y cuando esto se revierte su población es extirpada, generando una dinámica poblacional inestable. Esto último es esperable en contextos independientes de la densidad (Pianka 1982, Wilson 1975).

selección natural densodependientes, expresadas por la escasez de recursos de alto ranking, favorecerán rápidamente la replicación de f_a mediante la adopción selectiva, por transmisión cultural y toma de decisión, de la agricultura. Siguiendo el Modelo de Amplitud de la Dieta esto ocurrirá cuando la tasa de retorno marginal de esta estrategia aumenta el beneficio neto del uso de los recursos en B. Bajo estas condiciones los individuos con este nuevos fenotipo selectivamente colonizará los hábitats vacantes de B más apropiados para la agricultura, a partir de una estrategia económica copiada del área vecina A. Posteriormente, en el transcurso del tiempo evolutivo, por la acción de la transmisión cultural y la toma de decisión adaptativa los nichos de B evolucionarán divergentemente hacia los nuevos óptimos locales para el fenotipo adoptado selectivamente de A.

Brevemente discutiremos con mayor precisión ambas hipótesis y sus implicaciones arqueológicas. Un aspecto importante, *que es válido para las dos hipótesis* en este modelo, es que debido a que la calidad de B es siempre menor que A y su fluctuación es mayor, las poblaciones locales en B con nichos que incluyan a la agricultura, serán siempre más propensas a la extinción local, y presentarán dinámicas de persistencia local más inestables. Principalmente por la estocasticidad ambiental actuando en poblaciones de tamaño pequeño. Rindos (1984, 1985, 1986) ejemplifica la posibilidad de la persistencia y la expansión de la agricultura en ambientes marginales, a partir de poblaciones locales oportunistas y sometidas al riesgo.

Bajo la hipótesis 1) la frontera agrícola se expande por dispersión de poblaciones. En el marco del modelo presentado de metapoblación espacialmente y demográficamente estructurada en fragmentos con diferencias muy marcadas en sus tasas de extinción y colonización, la dispersión poblacional portadora del f_a puede ocurrir inmediatamente posterior al punto de máximo crecimiento de la homogeneidad de A (t_{xa}), a partir de poblaciones locales que colonizan ambientes marginales en B. En la escala temporal este proceso sería evidente por la mayor antigüedad de las ocupaciones con agricultura con respecto a B. Más importante, como en el modelo los puntos de inflexión de ambas curvas están desfasados, esperamos que la dispersión poblacional hacia B, que propague el *pool* cultural y genético que incluye a la agricultura ocurra en un momento en el cual el tamaño poblacional de B es bajo y su tasa neta de crecimiento R_B está muy lejos de ser máxima –ver gráfico 5.15. Por esta razón la oferta de hábitats vacantes en B para los individuos dispersivos oportunistas de A es máxima, ya que conforme aumenta el tiempo de ocupación de B la abundancia de sus hábitats vacantes decrece, y también su calidad. Por lo tanto: t_{xb+1} es la “oportunidad” óptima de dispersión para los fenotipos de A, y en consecuencia en este punto invadirán B. Arqueológicamente esperamos que en las áreas marginales –B–, el registro arqueológico presente la aparición abrupta de ocupaciones agrícolas con componentes con altas tasas de depositación de artefactos por el uso más intensivo del hábitat. Más importante estas ocupaciones se presentarán de manera discontinua en el tiempo arqueológico, es decir no sincronizadas, con una sucesión esporádica de ocupaciones que emergen y se extinguen a distinto ritmo, vinculadas con las oportunidades de dispersión desde A. Paralelamente el contexto general será uno en el cual la tasa de incremento de las ocupaciones arqueológicas es baja en la escala regional; incluyendo también el descarte arqueológico de poblaciones locales que conservan su propio nicho; ya sea porque sus hábitats locales no permiten el desarrollo de la agricultura o porque su beneficio marginal sea bajo.

Por otra parte, bajo la hipótesis de expansión de la frontera agrícola hacia B por adopción selectiva, se espera que esto ocurra principalmente cuando la escasez de los recursos de alto ranking en B tornen muy costosa a la adaptación humana local, en un entorno en donde la tasa de extinción es mayor a la tasa de colonización ($\mu > \beta$). Más precisamente en el punto t_{xb+1} , cuando se incrementa la competencia densodependiente y haya culminado la fase de crecimiento exponencial de B, y no disponga de *patches*

buffer para aliviar su sobrecarga demográfica. Es decir que no pueda expandirse hacia áreas vecinas. Igual que en el caso anterior en la secuencia arqueológica regional este proceso sería evidente por la menor antigüedad de las ocupaciones con agricultura con respecto a las de A. Pero de manera diferente, y esto es muy importante, bajo esta hipótesis esperamos que la transición ocurra de manera sincrónica en el rango espacial de B, debido a que su fracción poblacional es más densa y porque todas sus poblaciones locales se hallarán bajo las condiciones críticas de adaptación casi simultáneamente. Por esta razón arqueológicamente esperamos, en B, la aparición sincronizada de ocupaciones agrícolas, en componentes con altas tasas de depositación de artefactos, por el uso más intensivo del hábitat y en un contexto en el cual la tasa de incremento de las ocupaciones arqueológicas es alta en la escala regional. Incluyendo tanto el descarte arqueológico de poblaciones que aún no han adoptado a la agricultura en la metapoblación porque sus hábitats locales no lo permiten, o porque aun el beneficio marginal de esta estrategia sea localmente subóptimo. Resulta evidente de la discusión anterior que la estructura cronológica de mesoescala –particularmente el patrón de distribución de los fechados- es crítica para discutir estas hipótesis.

Otro punto que es necesario abordar en este trabajo teórico, es cual de las dos hipótesis es la más probable de acuerdo a la estructura de la metapoblación del modelo presentado. Para ello analizaremos desde lo óptimo las probabilidades de f_a para dispersarse en la metapoblación AB, aumentando su éxito replicativo por cualquiera de las dos vías. Considerando que t_{xa+1} ocurre muchos antes que t_{xb+1} y razonando que la selección natural es un proceso optimizante que favorecerá siempre los fenotipos que aprovechen las mejores oportunidades del conjunto de alternativas distintas, que en este caso serían $t_{xa2}, t_{xa3}, \dots, t_{xa+i}$, donde cada una de estas “oportunidades temporales” de dispersión es consecutivamente subóptima respecto de t_{xa+1} para f_a , entonces siempre la oportunidad óptima para la dispersión de f_a en la metapoblación AB será t_{xa1} ; y dado que se cumple que $t_{xa1} < t_{xb}$ la ampliación de la frontera agrícola ocurrirá por la expansión poblacional de A hacia B y no por la adopción selectiva.

Nótese dos aspectos que son claves en este razonamiento y que condicionan toda esta deducción: 1- para que esto se cumpla f_a debe haberse fijado en el fragmento A previamente a t_{xa+1} . y 2- la tasa de incremento poblacional de A, relativa a f_a , debe ser lo suficientemente grande para permitir la expansión a B. Para el primer punto remitimos al modelo de Rindos (1980,1984) para explicar las causas últimas del proceso coevolutivo que pueden fijar en A la agricultura –ver Winterhalder y Goland (1997) para el tratamiento de este modelo en el marco de la Teoría de la Predación Óptima. Con respecto al segundo punto señalamos que la antropología evolutiva ha demostrado transculturalmente, que siempre que la agricultura está presente en el nicho económico la tasa de fertilidad poblacional es mayor (Sellen y Mace 1997), propiciando el crecimiento poblacional. Esto hace que las poblaciones con economías agrícolas sean altamente dispersivas y de gran potencial para desplazar a otros nichos de menor eficiencia económica (Richerson *et. al.* 2001).

Debemos notar que la posibilidad de la hipótesis B puede ser explorada en el marco de modelos que partan de condiciones iniciales diferentes, por ejemplo llevando a una dinámica mixta de Adopción Selectiva y Expansión Dérmica, o donde prime la Adopción Selectiva. Más precisamente, en estos casos interesa arribar a resultados analíticos, utilizando numéricamente (11), donde las curvas sigmoideas de los fragmentos de la metapoblación adquieran diferentes propiedades. Particularmente cuando los puntos de inflexión no están desfasados y la calidad global de los hábitats no difieran demasiado en toda la metapoblación. Otras situaciones pueden ser modeladas para discutir procesos en los cuales la frontera agrícola permanece estable. De cualquier manera, en este punto dejaremos la discusión teórica de estas hipótesis, apuntando a trasladar la discusión a la arena empírica. En esto contribuiremos en los capítulos sucesivos, mediante el estudio arqueológico del poblamiento con economías productivas del Valle de SAC, durante el Período Temprano.

6.5- Diferencias del Modelo de Dispersión de Innovaciones en Metapoblaciones Estructuradas con los Modelos de Difusión y Flujo Dérmico.

Las dos hipótesis presentadas aquí para explicar la expansión de una frontera agrícola – que también son aplicables para el pastoralismo- están basadas en el marco más general de los modelos seleccionistas coevolutivos, *Coevolutionary Selectionist Models*, (CSM) –(Rindos 1980, 1984, Winterhalder y Goland 1997), entre otros. Ambas hipótesis son alternativas a las hipótesis derivadas de los modelos de *Difusión Cultural –Cultural Difusión Models* (CDM), y a las derivadas de los modelos de *Difusión Dérmica - Demic Difusion Models* (DDM) –(Cavalli Sforza 1996). Estos modelos fueron desarrollados para caracterizar la proliferación de poblaciones humanas con economías productivas en escalas continentales y regionales (Harris 1996).

El marco CDM se basa en el adaptacionismo ecológico y el difusionismo de la Escuela Histórico Cultural, por el cual las innovaciones se esparcen por la influencia de sociedades en etapas de desarrollo superior –ver Lyman *et.al.* (1997a y b). No obstante existen variaciones más elaboradas de los modelos difusionistas que consideran la Adopción Cultural Adaptativa de las innovaciones como una resultante de la tendencia de los sistemas adaptativos humanos a la homeostasis, y donde las variables claves por excelencia son la presión demográfica o los cambios modales del ambientes (e.g. Zvelebil 1996). En todos estos modelos la evolución selectiva Darwiniana no tiene lugar. Aunque el mecanismo en juego es la transmisión cultural, la diferencia con el marco CSM es sustantiva, debido a que la fuerza de cambio última es la selección natural Darwiniana operando en distintos niveles –ver Winterhalder y Goland (1997), Wilson (1998)- y a partir de diferentes mecanismos. De allí se deriva nuestro interés principal por el análisis de los procesos de extinción y recolonización que tienen lugar en una metapoblación y que afectan a la Adopción Selectiva de las innovaciones.

El marco DDM se basa en el modelo de propagación de genes adaptativos de Fisher (1937), que describe ondas de dispersión desde centros geográficos originales. Este marco teórico fue formalizado por Ammerman y Cavalli Zforza (1971,1984) y es útil para explicar las variaciones genéticas y culturales derivadas del desplazamiento espacial de poblaciones (Cavalli Zforza 1997). En este marco el éxito demográfico de las poblaciones produce el flujo dérmico y el reemplazo de las poblaciones invadidas. Si bien nuestro modelo es compatible con la propagación Fisheriana – de hecho consideramos a la agricultura como a un fenotipo dispersivo por su éxito replicativo- la diferencia radica en que los ritmos y los resultados del cambio son una función de la selección natural actuando a partir de la heterogeneidad del ambiente y de la estructura de la metapoblación, por lo cual no siempre la dispersión es radial. Estos aspectos no son considerados en el modelo de círculos concéntricos de propagación adaptativa. Fix (1997) señaló la necesidad de incorporar las variables del entorno que producen clines genéticos por selección natural, no contemplados en el marco DDM. En nuestro trabajo teórico adoptamos este punto de vista, considerando también los gradientes fenotípicos que pueden resultar de la selección natural actuando por la transmisión cultural y la toma de decisión en la dinámica de una metapoblación espacialmente estructurada. Esta es la diferencia clave con el marco DDM. En nuestra propuesta la selección natural controla las tasas de extinción y de colonización local, y la diversidad fenotípica es contingente con las propiedades del entorno, lo que da lugar a procesos de coevolución entre las poblaciones de recursos y las poblaciones humanas.

En el marco más general de la Arqueología Evolutiva, nuestro trabajo teórico está basado en el seleccionismo Darwiniano de la Teoría de Dinámica de Metapoblaciones, la Ecología del Comportamiento Humano, y la Teoría la Transmisión Cultural. En consecuencia sus fundamentos divergen. Nuestra propuesta prioriza la heterogeneidad espacial, de la conectividad demográfica, y de la evolución de las tasas de retorno predatoria. Cada uno que estas variables afecta a la calidad de los *patches* locales de la metapoblación y a la toma de decisión con respecto a la elegibilidad de los

hábitats y los recursos; y controlan las probabilidades de extinción y colonización local, y la dinámica cultural de la metapoblación. Enfatizamos en que cada uno de estos aspectos diferencia nuestra propuesta de los modelos de Difusión Cultural y de Difusión Dé mica.

Como la conectividad demográfica entre los distintos hábitats es una condición de la metapoblación y dado que sus efectos atenúan la diferenciación genética, conforme disminuye la distancia y las diferencias entre los entornos selectivos de las poblaciones locales (Barton y Whitlock 1997), los gradientes genéticos se esperan en escalas espaciales amplias, en donde los efectos de la selección natural y la deriva pueden diferenciar genética y culturalmente a las poblaciones. Por esta razón, en nuestro modelo los procesos dispersivos actuando en escalas espaciales menos inclusivas, donde no exista diferenciación genética entre las poblaciones locales, pero sí exista diferenciación cultural en la metapoblación, serán detectables fundamentalmente por los patrones espaciales que presente la variación cultural. Precisamente la Transmisión Conformista es un mecanismo que actúa preservando la diferenciación cultural de grupos humanos en ambientes heterogéneos, aun cuando las tasas de migración son altas (Boyd y Richerson 1985). Así, las señales arqueológicas de la dinámica de metapoblaciones con poca diferenciación biológica modal, serán principalmente aquellas vinculadas con la dispersión espacial de la variación neutral y con los patrones de filogenia cultural en varias escalas, que pueden resultar tanto de procesos de expansión poblacional, como de procesos de Adopción Selectiva de la variación funcional, que por Sesgo Indirecto repliquen variación neutral.

Otro aspecto importante a señalar, y que se deriva de la Teoría de las Metapoblaciones, es que la conectividad aumenta conforme disminuye la distancia entre los hábitats (Wiens 1997). De aquí resulta en los procesos de proliferación de las innovaciones tanto por Adopción Selectiva como por Expansión Poblacional, las poblaciones que replican adaptativamente rasgos culturales de áreas vecinas o que reciben inmigrantes lo harán desde las poblaciones espacialmente más cercanas. Al mismo tiempo, las poblaciones más distantes serán las más propensas a la deriva biológica y cultural. En el marco de la Arqueología Evolutiva, estos procesos también son abordables principalmente a partir de los patrones espaciales de la variación neutral (O'Brien y Lyman 2001).

Con respecto a la selectividad de hábitats, apelando a la simplicidad matemática, en el modelo presentado consideramos que los individuos tienen las mismas capacidades competitivas para ocupar el espacio. Esta condición inicial no se cumple si la dinámica de dispersión se basa en la defendibilidad del *patch hábitat*, lo que daría lugar a distintas distribuciones espaciales de individuos (Cashdam 1992), incluyendo las despóticas donde algunos individuos son dominantes (Boone 1992). Las diferencias en el potencial competitivo por la disponibilidad de hábitats permiten la construcción de modelos más complejos y más particulares. Por ejemplo cuando los costos de defender un hábitat disputado depende tanto de su calidad como de la cantidad de espacio poseído, lo cual podría plantearse si los fenotipos invasores intentan dispersarse en hábitats ocupados por poblaciones con otros nichos económicos. Mediante Teoría Evolutiva de juegos en el Capítulo 11, abordamos esta posibilidad. En relación con las limitaciones del modelo, nos interesa enfatizar que el reduccionismo de todo modelo formal –dictado por sus asunciones iniciales– es su principal ventaja al momento de analizar fenómenos naturalmente complejos, porque ello permite aislar a un conjunto manejable de variables explicativas. Es el caso del modelo de Levins o de la ecuación logística Verhulst-Pearl, que no obstante su limitaciones iluminan muchos procesos biológicos complejos (Pianka 1982, Wilson 1975, Hanski y Gilpin 1997). Ambos están en la base de nuestro propio modelo. Por esto para los fines arqueológicos el modelo de metapoblación espacialmente estructurada en dos fracciones desiguales con hábitats de calidad decreciente, aquí presentado, sirve de base para el estudio de los procesos de poblamiento y de evolución que tuvieron lugar durante el Período Temprano en el Valle de SAC. A continuación se exponen las principales hipótesis de investigación que se derivan de todo el trabajo teórico desarrollado a lo largo de este capítulo.

7- Hipótesis de Investigación en la Arqueología del Período del Temprano del Valle de SAC

En esta sección presentamos las hipótesis de investigación para la arqueología del Período Temprano del Valle de SAC. El propósito es proponer una serie de enunciados particulares para su contrastación en el registro arqueológico, que sirva para discutir en una instancia inicial las causas, y los mecanismos del cambio evolutivo que tuvieron lugar en el intervalo 50 BC – 605 AD en el Valle de SAC. Para esto partimos de las hipótesis más generales enunciadas en el Capítulo 1:

- A) Las poblaciones del Período Temprano del Valle de SAC presentaron un conjunto de adaptaciones económicas dependientes de: 1) la baja productividad primaria de la región, 2) la marcada heterogeneidad de hábitats apropiados para la instalación humana, y 3) las fluctuaciones ambientales que determinaron un entorno selectivo de riesgo.
- B) El establecimiento de poblaciones con economías de producción de alimentos en el Valle de SAC fue un proceso oportunista, vinculado con la dinámica poblacional de áreas vecinas.

Las hipótesis particulares, para abordar las hipótesis más generales, las desprendemos de los modelos de optimización y transmisión cultural presentados a lo largo de este capítulo; y del modelo de metapoblación espacialmente estructurada en dos fracciones desiguales con hábitats de calidad decreciente. Con respecto a este último, asumimos que las dos variables de mayor peso que afectan a la calidad de los hábitats, colonizados o vacantes, para poblaciones *con estrategias agrícolas y pastoriles*, son la productividad primaria y la estocasticidad ambiental –principalmente de las precipitaciones. Por esto, en la metapoblación hipotética AB del modelo consideramos que el Valle de SAC constituye el espacio de menor calidad global, de tipo B, debido a su muy baja productividad ecológica y a su alta estocasticidad ambiental. Esto también caracteriza al gradiente ambiental de grano grueso de las Tierras Altas de la Puna Norte, en comparación con otros complejos ambientales circundantes de mayor calidad, tales como los valles y las *yungas* del Noroeste Argentino.

La evidencia arqueológica en la macroescala indica que en los Andes Centro Sur hubo múltiples regiones, en el Norte de Chile, en el Altiplano Boliviano y en las Tierras Bajas de Argentina, que albergaron poblaciones con nichos agropastoriles luego del 3000 BP (Tarragó 1999, Olivera 2001). Estas pudieron dar lugar a la expansión de la frontera agrícola en la Puna Argentina, por procesos de *dispersión oportunista o adopción selectiva*, desde diferentes frentes a lo largo del tiempo. Sin embargo, asumiendo que las probabilidades de adopción selectiva por transmisión cultural, y las probabilidades de dispersión declinan con la distancia; para el estudio de estos procesos en el Valle de SAC, consideraremos la frontera agrícola existente en los ecotonos (*sensu* Panka 1982) entre las Tierras Bajas y las Tierras Altas del NOA, de la cual hay evidencia firme desde los 4000 BP (Lagiglia 2001). Así los espacios de quebradas prepuneñas, y los valle templados –por su menor distancia al Valle de SAC y por su mayor productividad, diversidad y accesibilidad de recursos– constituyen los espacios de mayor calidad, de tipo A, en nuestro análisis. Señalamos que este planteo no viola la premisa de que los *patches* habitables son limitados. Especialmente en la Puna donde el gradiente de aridez limita la disponibilidad de hábitats.

Sobre esta base construimos las hipótesis para estudiar la evolución y las propiedades de los nichos humanos con producción de alimentos del Período Temprano en la Puna del Valle de SAC, y su dinámica poblacional. Como ya señalamos, abordaremos el estudio de estos procesos en una instancia inicial. Por esto no vamos a discutir cada una de las derivaciones de los modelos presentados en el trabajo teórico que hemos desarrollado a lo largo de este capítulo. Nuestro interés principal es discutir los aspectos más relevantes de los mismos, para generar un marco de investigación teórica y empírica a continuar en el futuro. La Tabla 5.2 resume las hipótesis derivadas de las Hipótesis A y B que serán sujetas a escrutinio empírico, junto con sus expectativas arqueológicas.

Hipótesis	Principales Expectativas Arqueológicas
<i>A-1: Debido a que en el Valle SAC los patches potenciales de mejor calidad para el establecimiento de hábitats humanos con nichos de producción de alimentos agrícolas y pastoriles se localizan en las quebradas laterales, durante el Período Temprano la selectividad de hábitats debió seguir sesgos optimizantes que favorecieron el uso de estos paisajes para la instalación residencial</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ocupación más temprana de las quebradas laterales, evidente en la cronología radiocarbónica. 2) Estructura distribucional del paisaje arqueológico regional con mayor densidad de artefactos y estructuras arquitectónicas en los paisajes locales de quebradas laterales. 3) Distribución heterogénea de los asentamientos residenciales, concentrada en las quebradas laterales.
<i>A-2: Debido a la baja calidad de los hábitats del Valle de SAC, las poblaciones humanas con nichos de producción de alimentos durante el Período Temprano fueron altamente sensibles a las presiones de selección natural optimizantes del beneficio económico y de la minimización del riesgo, actuando mediante la toma de decisión adaptativa y la transmisión cultural.</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Dietas de amplio espectro, pero sesgadas hacia la eficiencia, mediante el consumo preferencial de recursos de Alto Ranking. 2) Estrategias tecnológicas –líticas y cerámicas- maximizadoras de la eficiencia. 3) Estructura del nicho económico <i>risk adverse</i>, diversificado en la cantidad de estrategias de obtención de recursos. 4) Tecnologías y conductas productivas minimizadoras del riesgo. 5) Tradiciones culturales tendientes al óptimo local.
<i>B-1: Debido a la baja calidad de los hábitats colonizables del Valle de SAC, sus poblaciones locales durante el Período Temprano debieron ser de tamaño pequeño, con tasas altas de extinción local, y tiempos de vida corto.</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Bajo número de estructuras arquitectónicas en los asentamientos residenciales –principalmente de las estructuras de vivienda. 2) Distribución temporal discontinua de las ocupaciones. 3) Componentes de corta duración en la escala local, con tasas de depositación de artefactos altas 4) Segmentos temporales extensos de desocupación de hábitats en la escala local. 5) Tasas de evolución altas.
<i>B-2: Debido a que la baja calidad global del mosaico ecológico del Valle de SAC, sus poblaciones locales durante el Período Temprano formaron parte de una fracción poblacional marginal de una metapoblación humana cuyo rango de distribución fue de mayor escala espacial.</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Indicadores secundarios de conectividad poblacional (i.e. recursos alóctonos, redes de intercambio). 2) Variación neutral -cultural- compartida con la de áreas vecinas, principalmente con las poblaciones más cercanas de espacios de mayor calidad global (e.g ecotonos prepuneños)

Tabla 5.2: Hipótesis de Investigación y Expectativas Arqueológicas del Poblamiento Temprano del Valle de SAC

Así, las hipótesis que discutiremos abordan las características más generales de los nichos humanos del Valle de SAC del Período Temprano, considerando que los sesgos que guiaron a la toma de decisión y a la transmisión cultural siguieron la lógica del modelo de utilidad decreciente y costos crecientes, del modelo de amplitud de la dieta y del modelo Z-Score; y que la dinámica poblacional implicó una metapoblación en la cual el riesgo de extinción local fue alto. Destacamos que utilizaremos la instancia de la contrastación empírica como puente para continuar con el trabajo teórico, a lo largo de los diferentes capítulos de esta tesis.

En el próximo capítulo presentamos el trabajo actualístico realizado en sociedades etnográficas de la Puna de Salta. Este nos proporcionó la información necesaria para el análisis del rendimiento económico de los recursos alimenticios, y una serie de hipótesis acerca de potenciales estrategias de manejo local del riesgo en la Quebrada de Matancillas, y de la acción de la transmisión cultural preservando variación adaptativa en entornos fluctuantes y de baja productividad agrícola y pastoril.

CAPÍTULO 6

HORTICULTORES Y PASTORES ETNOGRÁFICOS DE LA PUNA DE SALTA: OBSERVACIONES ACTUALÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS ARQUEOLÓGICO-EVOLUTIVO DE LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN LA PUNA DE ARGENTINA

Introducción

Este capítulo, a partir del trabajo actualístico realizado en sociedades agrícolas y pastoriles de la Puna de Salta, persigue dos objetivos: 1) construir un conjunto de datos para el estudio del rendimiento económico de los recursos alimenticios locales, incluyendo el análisis de coso-beneficio de la agricultura y el pastoralismo, y 2) derivar una serie de hipótesis acerca de potenciales estrategias de manejo del riesgo en las economías productivas locales, y de los mecanismos de transmisión cultural que operan en estas sociedades. Como expusimos en el diseño de investigación, el trabajo etnográfico sirve a los fines de construir un marco de referencia seleccionista, para la discusión de las hipótesis arqueológicas relacionadas con los nichos económicos del Valle de SAC durante el Período Temprano.

Con este propósito utilizamos la información etnográfica de poblaciones de horticultores y pastores puneños del Departamento de Los Andes, en la Provincia de Salta generada por nosotros. La obtención de datos en el campo se llevó a cabo mediante la observación participativa, y a partir de encuestas realizadas entre las comunidades locales de Santa Rosa de los Pastos Grandes –región de Pastos Grandes- y de Matancillas (Muscio *et. al.* 2001, Azcune y Gómez 2002) –Figura 6.1. El diseño de investigación etnográfica, que actualmente está en curso y del cual extraemos gran parte de la información aquí presentada, se lleva a cabo en el marco de la Antropología Evolutiva (Durham 1991). Brevemente, estas investigaciones tienen por objetivo el estudio en ambas localidades de las particularidades de los mecanismos de transmisión cultural, de las estrategias reproductivas y del manejo adaptativo del riesgo, orientando el estudio a la variación conductual relacionada con estos dos ambientes ecológicamente diferentes, por la estructura y la productividad de los recursos (Muscio *et. al.* 2001, Muscio 2002).

Con fines arqueológicos nuestro programa de investigaciones etnográficas también se orienta al estudio actualístico de la inversión temporal en las actividades económicas y en el uso de las tecnologías (Muscio 2002, Camino 2003). Por esta razón, además de las encuestas, la metodología de obtención de datos incluyó la realización de entrevistas, mediante preguntas específicas y de respuesta abierta acerca de la inversión del tiempo en las actividades agrícolas, la medición directa en el campo del tiempo invertido en el procesamiento de los recursos y la realización de experiencias de procesamiento de recursos. Toda esta información etnográfica se obtuvo durante los trabajos de campo realizados durante 1993, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, cada uno con un promedio de dos meses de permanencia en estas comunidades, distribuidos tanto en los comienzos de la estación seca – invierno-- como en los comienzos de la estación húmeda (Muscio 2000b). El trabajo etnográfico contó con la colaboración del equipo médico del Hospital de San Antonio de los Cobres, a cargo del Programa de Atención Primaria de la Salud XXIX, Los Andes (APS). Las metodologías específicas de obtención de datos las describiremos a lo largo de las siguientes secciones, abordando temas puntuales.

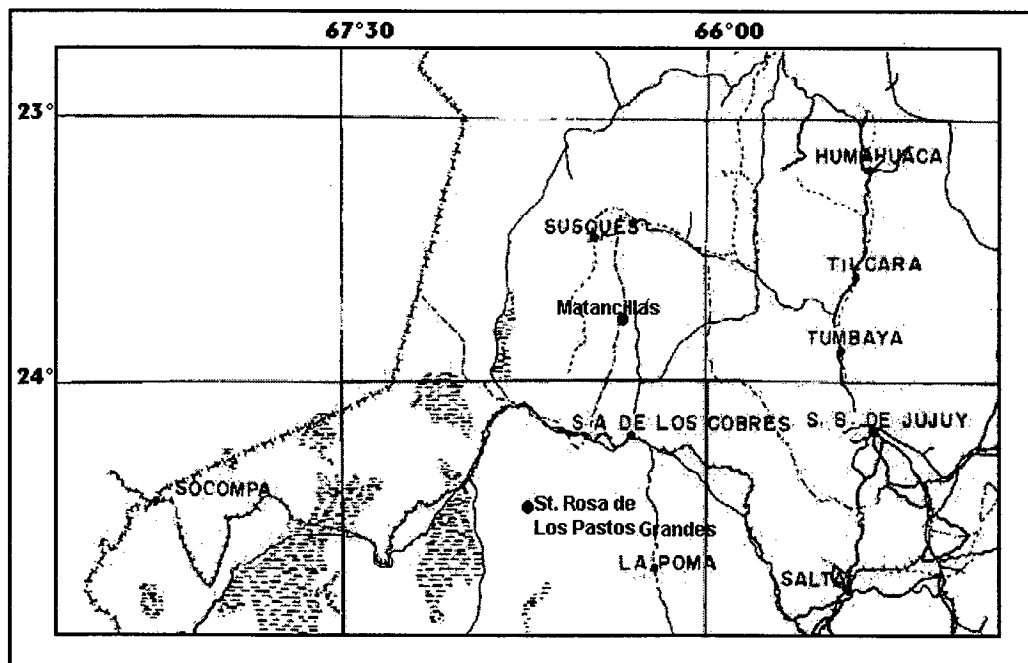


Figura 6.1: Situación Geográfica de las Localidades de Matancillas y Santa Rosa de los Pastos Grandes en la Puna de la Provincia de Salta.

En la siguiente sección presentamos los aspectos más generales del contexto sociológico en el cual están insertas las sociedades etnográficas que hemos estudiado. Esto es necesario para poner al tanto al lector acerca del contexto en el cual obtuvimos la información. Como veremos, las circunstancias actuales en las cuales los individuos toman sus decisiones económicas están constreñidas por una economía de mercado fuertemente dependiente y restringida por la burocracia estatal, que controla en muchos casos –pero no en todos– los criterios de utilidad de los recursos y las oportunidades de uso del espacio productivo. En este punto creemos conveniente aclarar que identificados los factores que afectan a la conducta económica en un contexto de monetarismo creciente, es posible estudiar objetivamente la toma de decisión adaptativa con respecto a una gama amplia de actividades económica, contingentes con las propiedades selectivas del entorno ecológico.

1- Contexto Sociológico De las Sociedades Etnográficas Estudiadas

*“Dedicated to a Happier Year”
E.M.Foster 1914 (1987:5)*

De acuerdo con los datos del programa APS, la población aborígen¹ de la Puna de Salta actualmente presenta indicadores extraordinarios de maladaptación. Entre los más notorios se destacan la alta mortalidad infantil por malnutrición que lleva a la muerte por enfermedades asociadas con el frío, la diarrea y las afecciones derivadas de la parasitosis –que afecta también a los adultos. También se destacan, por su incidencia, la disminución del tamaño corporal en masa muscular y estructura ósea y las patologías dentarias. Según se nos informó en el Hogar Escuela de Pastos Grandes, la desnutrición infantil además se expresa en la disminución de las capacidades de aprendizaje relativas a la edad. Particularmente en la disminución en la capacidad de las habilidades para los razonamientos abstractos del álgebra numérica de los grados iniciales –alumnos entre los 6 y 11 años de edad.

¹ Utilizamos el término aborígen en el sentido de Briones (1997), y en relación a procesos dinámicos de aboriginalidad relacionados con la historia y el presente de la construcción de los estados o *nation building*

En el departamento de los Andes la desnutrición infantil durante el período 1990/2000 tuvo una media de 30 % para menores de 2 años, y la mortalidad infantil para el mismo período fue del 51,5 % para menores de 1 año, llegando al 63 %. Estas cifras abrumadoras significan que en el mejor de los casos 1 de cada 2 niños que nacen sobrevive al segundo año y estarán desnutridos. Las causas de este fenómeno son múltiples y concurrentes, pero fundamentalmente son de índole política. En efecto, el acceso y manejo de los recursos, principalmente la tierra, el ganado y los bienes de consumo, está limitado por los sistemas institucionales no aborígenes, que acotan estrechamente las opciones de toma de decisión y la elección individual. Este hecho, y no la falta de educación escolarizada o el escaso asistencialismo estatal, explica la toma de decisión subóptima en varias dimensiones del comportamiento. Por ejemplo, el decomiso de carne de llama u oveja, que con frecuencia ocurre con la excusa de la falta de controles estatales sanitarios sobre esta mercancía, afecta directamente a la economía de las unidades domésticas, ya que deprecia enormemente estos bienes de intercambio (Muscio 2002). Lo mismo ocurre con el valor del trabajo. Las principales instituciones económicas regionales son las compañías mineras. Para estas compañías los aborígenes son recursos humanos de bajo costo y alto rendimiento. Esto es debido a los sistemas de contratación informal de muy baja remuneración en bienes de consumo, y en moneda local – donde el pago tiene un promedio de 6 pesos diarios. Este sistema de obtención de mano de obra implica la migración de los hombres a los enclaves mineros de montaña, y afecta a la estructura organizativa y económica de las sociedades puneñas en una escala que es necesaria investigar.

En términos Darwinianos esta es una situación de “oposición impuesta” (Durham 1991: 363). En efecto, la libertad de toma de decisión individual está sesgada por la imposición, mediante el ejercicio del poder coercitivo, de pautas de comportamiento e información cultural que se oponen al *fitness* biológico de los individuos o grupos subordinados, y que proporciona un beneficio a los individuos o grupos dominantes. Son característicos de la oposición impuesta los sistemas esclavistas y de explotación que proliferaron en las Américas luego del contacto euroamericano –ver Briones 1997. En las comunidades de estudio, la imposición es llevada a cabo por grupos de interés y burocracias locales, principalmente gubernamentales, religiosas y económicas, que quitan la autonomía y la libertad de decisión individual de los aborígenes. El efecto de la oposición impuesta es un tema que requiere investigación etnográfica y etnohistórica en el marco de la Antropología Evolutiva; ya que puede explicar la persistencia de largo plazo de tradiciones culturales subóptimas o maladaptativas, tales como la división del trabajo entre los sexos, y la absorción casi neta del esfuerzo parental por parte de las mujeres, entre otras cuestiones (Azcune y Gómez 2002, Muscio 2002).

En este contexto sociopolítico los efectos del riesgo sobre la producción, por estocasticidad ambiental, se agravan. Discutiremos las estrategias de manejo del riesgo, pero antes ofrecemos una breve reseña de la organización socioeconómica de las comunidades estudiadas.

2- Comunidades Pastoriles de Santa Rosa de los Pastos Grandes

Santa Rosa de los Pastos Grandes es una pequeña comunidad rural emplazada en la Puna alta de Salta, distante 70 km de San Antonio de los Cobres. Su altitud es de 4.200 m/nm, y sus precipitaciones fluctúan con una media de 50 mm anuales. La vegetación es Altoandina, con una productividad vegetal bajísima y altamente concentrada en ambientes puntuales, como las vegas dispuestas entre amplios sectores nulos de vegetación. En este marco los individuos se distribuye de manera altamente concentrada en torno de un recurso clave: la gran Vega de Pastos Grandes. Esta constituye el principal elemento del paisaje a partir del cual se organizan las actividades productivas. Con una extensión algo superior a las 50 hectáreas, concentra las pasturas de mayor calidad para los

camélidos, en un pastizal de gramíneas tiernas siempre verde. Esto se diferencia substancialmente con el patrón de distribución de comunidades más pequeñas y dispersas en el Valle de SAC. Sobre un total de 122 personas censadas en 1999, el 94 % reside en los márgenes de la vega y el resto está disperso entre pequeñas vegas circundantes –datos de la municipalidad local. En este ambiente la agricultura no es posible, salvo en pequeños invernáculos experimentales presentes en la escuela local. En la actualidad el pastoralismo de llamas es la única actividad agropecuaria local viable, y la cría de ovejas y cabras es mínima. De ambos recursos se extraen productos secundarios que se utilizan para el autoabastecimiento, ya que a diferencia del Valle de SAC no existe un mercado de turistas demandantes de artesanías.

Es sumamente importante remarcar el rol de la Vega de Pastos Grandes en esta actividad. Debido a su gran extensión la vega es utilizada por los pastores locales comunalmente, durante la estación húmeda. A tales efectos, cada unidad doméstica usufructúa rotativamente una fracción de la misma, y no existen derechos de propiedad sobre este recurso. En estos términos la vega constituye un bien colectivo (*sensu* Hawkes 1992), cuya preservación y utilización sostenible está fuertemente controlada por acuerdos entre vecinos, en donde la punición se lleva a cabo por las autoridades gubernamentales locales, quienes asumen estos costos. Para el manejo anual de los rebaños la mayoría de los pastores disponen de refugios con corrales en quebradas laterales y protegidas que utilizan durante el invierno, estos constituyen bienes privados (*sensu* Hawkes 1992). Los cuales nunca son compartidos entre las unidades domésticas. Estos campos son los menos utilizados por la baja calidad de sus pasturas, y sirven principalmente como territorios de invernada y para proteger a los rebaños de los agentes meteorológicos, principalmente durante el invierno.

La fracción utilizada por cada pastor de la Vega de Pastos Grandes está limitada al tamaño de sus rebaños. Cada pastor está muy alerta al respecto, controlando la expansión del ganado de vecinos sobre el terreno. Las sanciones a los abusos de explotación y expansión de animales en la vega, contemplan la prohibición de su uso al infractor durante el ciclo anual. Al respecto cada uno de los individuos entrevistados fue muy conciso en afirmaciones tales como “la vega es de todos”, “le lleve las llamas al cerro porque no me dieron más vega”, o “la municipalidad no es la dueña del campo, porque el pasto es de todos”.

No obstante el carácter “idealmente comunal” de la Vega de Pastos Grandes, existen claras instancias en las cuales se generan interacciones interindividuales en las cuales las fracciones de pasturas utilizadas adquieren el carácter de bienes privados (*sensu* Hawkes 1992). Esto deviene de la divisibilidad de la vega en fracciones de terreno no equivalentes, y de la desigualdad interindividual de la riqueza pastoril. Por ejemplo, debido a que cada individuo tiene asignada una fracción limitada de terreno, se generan acuerdos por el cual pueden expandirse en caso de necesitarlo con el permiso de los vecinos próximos, quienes pueden negarse al reclamo. Esto rompe la lógica de los bienes colectivos (Taylor 1987). Más concretamente, cuando existen individuos cuyas fracciones exceden sus necesidades, los pastores con mayor ganado y disponibilidad de excedentes productivos suelen alquilar porciones de terreno en la vega a los pastores que circunstancialmente les ha ido mal en ese año. Esto genera interacciones interesantes para los estudios de cooperación y dilemas del tipo *tragedy of the commons* (Hardin 1968). Nosotros aquí no avanzaremos en esto. Sólo observamos que en la actualidad los pastores con más rebaños suelen expandirse de esta manera, sin ser sancionados. Presumimos que esto se puede explicar por el mayor poder que tienen en las instancias de toma de decisión, pero fundamentalmente por la mayor utilidad obtenida entre los que rentan las pasturas y aquellos que las alquilan. Creemos que el caso de Pastos Grandes es clave para estudiar como funciona la cooperación entre sociedades pastoriles en los términos de la Teoría Evolutiva de Juegos (Gintis 2000), y la evolución de estratificación basada en la riqueza pastoril por el dominio de pasturas de alta calidad y altamente concentradas.

3- Horticultores y Pastores de la Quebrada de Matancillas

Como vimos en el Capítulo 4 la quebrada de Matancillas se localiza en la franja de quebradas laterales de la Cordillera Oriental del Valle de SAC. Su población actual se distribuye heterogéneamente, en asentamientos residenciales, instalados en los espacios de mayor calidad de los sectores intermedios y altos de la quebrada. El tamaño de la población de la quebrada de Matancillas es pequeño y fluctuante. Durante el lapso 1998-1999, la habitaba un total de 23 personas, distribuidas en 4 unidades residenciales pertenecientes a distintas familias. Este número ha disminuido en 2001 y 2002 a 19 individuos. Principalmente como consecuencia de la migración, incentivada por la búsqueda de posiciones informales de trabajo en San Antonio de los Cobres, en los valles y quebradas más bajos y en las explotaciones mineras de la región. Esto incide en la fluctuación del tamaño de la población de Matancillas. Sobre todo del segmento masculino de edad reproductiva.

La base económica de la comunidad de Matancillas está centrada en la agricultura de tipo hortícola y en el pastoreo de llamas y ovicápridos. La producción agrícola tiene dos objetivos, proveer alimentos a las familias y proveer forraje para los animales de rebaño. La producción para el consumo familiar es diversificada en especies, pero está centrada en el maíz, papas, quinoa y habas. Ocasionalmente, y en menor proporción, se cultivan diferentes hortalizas; tales como cebolla, remolacha, tomate, repollo, acelga y lechuga. La producción de forraje está centrada en la alfalfa. Este recurso se almacena para la temporada seca y ocasionalmente para el intercambio monetarizado. La producción pastoril está orientada a la obtención de carne y recursos lanares comercializables.

Al igual que en Pastos Grandes, en Matancillas la organización de las actividades productivas está centrada en la unidad doméstica. Esta es el conjunto de personas que conviven y explotan una base de recursos, que no es compartida por otros. Las unidades domésticas están basadas en los lazos familiares y en la posesión de territorio de uso exclusivo y de capital agropecuario. Como dijimos actualmente hay un total de 4 unidades domésticas con un número variable de integrantes, que abarca entre 3 y 9 individuos. Las unidades domésticas poseen casas y facilidades distribuidas en los campos. En algunos casos también poseen casas en San Antonio de los Cobres. Todas las facilidades, casas y ganado constituyen un conjunto de bienes de capital hereditarios en el linaje familiar y están sujetos a la legislación provincial, dado que disponen de títulos de propiedad de la tierra. Es muy importante aclarar la desigualdad económica entre las unidades domésticas que se originan por la disponibilidad de tierra, especialmente de campos en los sectores intermedios de la quebrada, que son los más productivos.

A partir del uso exclusivo de los campos productivos existe un conjunto de normas que controla el acceso a recursos críticos. Ellas responden fundamentalmente a sistemas tradicionales de acuerdos que controlan la acción colectiva y la acción individual. Estos se expresan particularmente en el uso de la leña, el agua, los huertos, y los terrenos de pastoreo, que son bienes privados. La recolección de leña y el uso de pasturas está acotada a los campos que son propiedad de las unidades domésticas. Estos recursos no son compartidos y pueden ser vendidos o intercambiados. El uso de leña o pastos que no son propios generan conflictos y disputas. Por otra parte, el acceso al agua se establece a partir de fuentes comunales de las cuales se derivan canales de riego destinados a los huertos de las unidades domésticas. Esto se realiza a partir de acuerdos interindividuales que reglamentan los tiempos de uso y el mantenimiento de la red de canales. Tal sistema de riego constituye un bien colectivo.

En la actualidad, con un número pequeño de unidades domésticas dedicadas a las labores agrícolas y pastoriles, la organización y el mantenimiento del sistema de acuerdos es flexible y de bajo costo operativo. En este sistema normativo las sanciones están basadas principalmente en la vergüenza y la humillación pública, que se aplica tanto para controlar a los ladrones de los bienes individuales y a los

individuos que no contribuyen en el mantenimiento del bien colectivo, pero que se benefician de él – estos individuos son *free riders*, en la jerga de la Ecología del Comportamiento.

En Matancillas el capital agropecuario de las familias es el principal factor que determina el estatus político de sus integrantes, principalmente del hombre y la mujer fundadores de las familias. Ambos, pero fundamentalmente el hombre, controlan los acuerdos de la unidad doméstica con otras unidades domésticas o con individuos que ocasionalmente les brindan servicios. Esto se expresa principalmente en las redes de reciprocidad que se ponen en juego cíclicamente, y que tienen por objetivo incorporar individuos necesarios en el trabajo agrícola y pastoril. Tal es caso de la “señalada”. Durante este evento se realiza la señalización de la propiedad del ganado y la elección de los ejemplares reproductivos de los rebaños. En Matancillas esta actividad demanda un número alto de individuos para el trabajo, concentrado en un lapso temporal muy breve, de uno a dos días durante el comienzo de la estación seca. Su efectividad depende de las actividades económicas, políticas y del prestigio de los jefes de familia, que son el hombre y la mujer sobre los que se basan los vínculos de consanguinidad de la unidad doméstica. Actualmente disponemos de la documentación de tres de estos eventos, organizados por la familia de Benito y Eulalia², cuya unidad doméstica es la de mayor riqueza en la quebrada. En tales eventos las demostraciones de poder del hombre que está al frente de la unidad doméstica se realizan de múltiples maneras. Las más significativas son las acciones punitivas o las reprimendas a parientes que no colaboran de acuerdo con lo esperado, y las ofrendas y los buenos augurios que *deben* otorgarse al hombre que organiza la señalada. En estas acciones, están siempre presentes artefactos cuyo valor funcional es simbólico. En Matancillas se *debe* ofrendar cuarzo blanco, alcohol, coca, tabaco y regalos variados. Al finalizar la actividad el hombre y la mujer ofrecen una comida muy abundante, basada principalmente en el sacrificio de una o más llamas, y una variedad de comidas no habituales. Luego de esto los anfitriones quedan comprometidos a trabajar en eventos organizados por otras unidades domésticas, estableciéndose el acuerdo de reciprocidad.

En cada oportunidad que hemos presenciado este evento hemos observamos el despilfarro de la chicha. Esta bebida es utilizada durante todas las actividades, donde las mujeres que participan en la señalada la ofrecen constantemente a los hombres que trabajan y al resto de los participantes. Además siempre se arroja esta bebida en abundancia a los corrales, y a cada uno de los animales para bendecirlos, y se los obliga a beber a aquellos seleccionados para su *casamiento*, es decir a la pareja reproductiva de llamas elegida para el rebaño del nuevo ciclo reproductivo anual.

Hacemos énfasis en el uso dispendioso de la chicha ya que este es un recurso muy costoso para su elaboración. Precisamente la habilidad para la elaboración de esta bebida otorga prestigio a la mujer, la cual invierte una gran cantidad de tiempo y energía en su confección que comienza mucho tiempo antes de la señalada. En el evento del año 2001 se produjeron algo más 20 litros de chicha que se consumieron en dos días de trabajo. Esta bebida demanda una gran cantidad de maíz y grandes cántaros para su fermentación, que la unidad doméstica debe poseer. Esta es una de las habilidades más sujetas a la competencia interindividual, que acrecienta tanto el estatus de la mujer, en este caso Eulalia, como el prestigio de la unidad doméstica, demostrando habilidad y riqueza. Por lo tanto puede plantearse como hipótesis de investigación, bajo el marco de la teoría de las señales costosas (Zahavi 1977, 1987, Smith *et. al.* 2000) que esta conducta constituye un *display* informativo de la calidad de los individuos como potenciales aliados en dilemas de cooperación interindividual³.

² Expresamente omitimos los apellidos de nuestros informantes.

³ Enfatizamos que no estamos proponiendo que esta hipótesis puede ser llevada analógicamente al registro arqueológico, por ejemplo buscando grandes vasijas relacionadas con la elaboración de chicha. Esto sería reconstruccionismo etnográfico. Solamente proponemos su investigación etnográfica, la cual requiere medir los costos de esta conducta en términos de *fitness* y controlar los beneficios obtenidos en los mismos términos.

4- Utilidad y Valor Calórico de los Recursos del Valle de SAC

En este apartado discutimos las propiedades nutricionales y la utilidad por tamaño de los principales recursos silvestres y domésticos, presentes en el Valle de SAC. Esta información la utilizaremos en las siguientes secciones para determinar su elegibilidad desde el punto de vista óptimo, y su posición en el ranking.

En el Valle de San Antonio de los Cobres, y también en Pastos Grandes las comunidades locales, obtienen sus recursos alimenticios en gran medida a partir de la producción rural de las unidades domésticas. Sin embargo buena parte de ellos se obtienen mediante la compra en comercios de San Antonio de Los Cobres, en ferias y a viajantes particulares. De esta manera se accede a recursos de distintas zonas: oca -*oaxalis tuberosa*- y chuño -papa seca- de Bolivia, frutos como duraznos y manzanas de la quebrada del Toro y productos elaborados, desde la ciudad de Salta.

Entre las comunidades rurales también es habitual la caza furtiva de camélidos silvestres y suris -*Rhea americana*. Fundamentalmente de vicuñas, por el valor de sus vellones y por su carne. Estas actividades las llevan a cabo cazadores furtivos que venden a las carnicerías o directamente a los aborígenes lo obtenido de la caza. Otro recurso de caza potencial es la vizcacha -*Lagidium viscascia*-. Este último animal es apetecido por la calidad de su carne, pero según todos nuestros informantes locales no suele ser consumido debido a la dificultad para su caza.

En Matancillas uno de los principales recursos producidos es el maíz criollo blanco, esta variedad de *Zea mays*, corresponde al maíz perlado pisingallo, de tipo *popcorn*. Sus espigas son de tamaño mediano, y el rendimiento total de la parte comestible está fuertemente relacionado con la disponibilidad de agua durante los períodos críticos del desarrollo del cultivo en los cuales se llenan las semillas del fruto (Di Marco y Aello 2003). También son factores claves la disponibilidad de nutrientes de los suelos especialmente nitrógeno y fósforo. La cosecha de maíz se realiza por espiga, las cuales se dejan secar al sol y luego se guardan sin quitarles la chala.

Para obtener una estimación del peso promedio por espiga de los cultivos de Matancillas tomamos una muestra al azar de choclos frescos de las bolsas cosechadas de cada huerto cultivado en la campaña de 1999. El tamaño promedio registrado por espiga es de 98,38 grs, n=50, variando muy poco, CVS =6,52% -Figura 6.2. Este tamaño de espiga, según Eulalia, es el regularmente obtenido en Matancillas durante años donde hay buena agua para el riego. Por otra parte, existe selectividad en la cosecha de espigas donde el valor mínimo de las espigas útiles es de alrededor de 70 grs. Por debajo de este peso, los choclos son abandonados como rastrojo, porque no poseen semillas suficientes para su consumo. Si se dispone de cerdos, como fue el caso de 1999, cuando la unidad doméstica criaba a dos animales, las espigas pequeñas suelen ser cosechadas como forraje para estos animales. Otra práctica habitual cuando las espigas son de poco tamaño general, es la quema del cultivo. Esto se hace para prevenir posibles plagas y su dispersión a otros huertos y a las semillas - lo que a su vez incorpora nutrientes a los campos.

Con respecto a la utilidad del maíz se ha destacado que el peso del marlo representa el 17% del peso de la espiga. Esta relación entre ambas variables tiene una alta bondad de ajuste lineal en diferentes variedades -Figura 6.3 (Di Marco y Aello 2003). Además la fibra vegetal que recubre los frutos -la chala- representan alrededor del 12 % de la espiga. Por lo tanto la utilidad neta de la biomasa cosechada de maíz fresco es de alrededor del 71 %. Esta pérdida de biomasa útil cosechada es similar a la de las habas grandes, para las cuales el peso de las semillas comestibles representa el 70% de las vainas frescas. La siembra de este recurso es una de las principales actividades de las economías domésticas del Valle de SAC y de la Puna de Argentina en general.

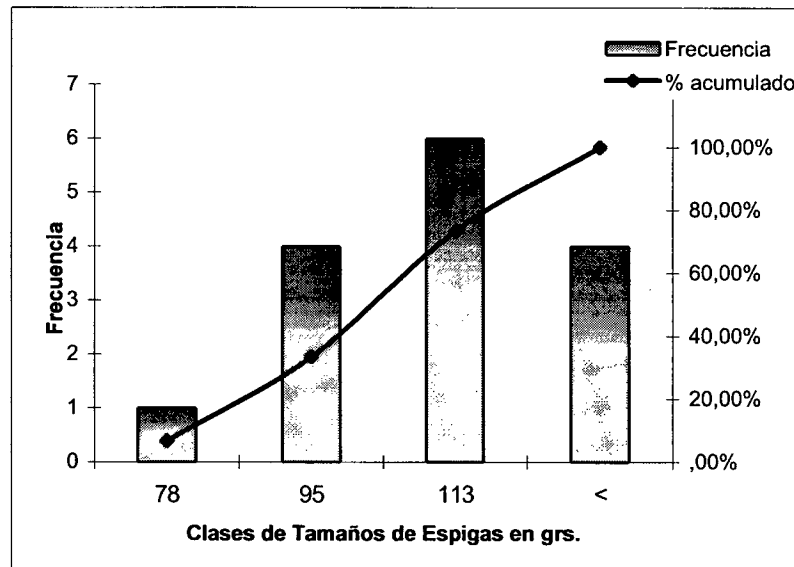


Figura 6.2: Histograma de Frecuencias del Tamaño de las Espigas de Maíz Cultivadas en Matancilla. El tamaño -en grs- corresponde al peso fresco de las espigas de maíz blanco, variedad perlado *popcorn*, cultivado en Matancillas, n=50 –ver texto.

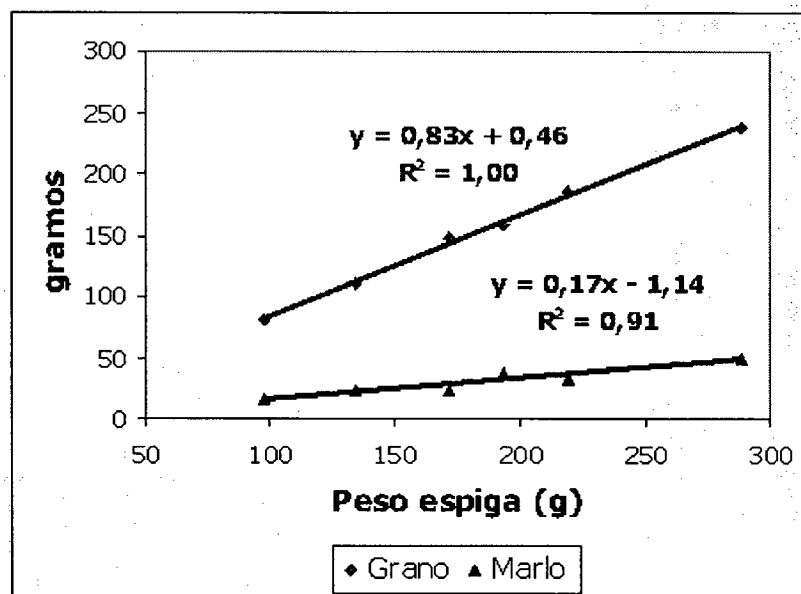


Figura 6.3: Relación entre el Peso de la Espiga de Maíz, el Peso Total de sus Granos y el Peso del Marlo. Tomado de Di Marco y Aello 2003. El peso del marlo mantiene una proporción constante del 17% de la espiga.

Otro cultivo utilizado en el Valle de SAC es la quínoa. La variedad sembrada en Matancillas es *Chenopodium quinoa real*, que es un pseudocereal de alto valor energético y con granos grandes de aproximadamente 2 mm. Este recurso es utilizado principalmente en guisos y sopas. La quínoa, cuando es preparada para el consumo de granos tiene una utilidad muy alta, ya que la cáscara que recubre a los mismos representa algo menos del 3% de la biomasa útil de cada grano. De tal manera el 97 % de la cosecha de granos trillados es biomasa útil. Sin embargo en ésta película superficial se alojan las saponinas, que son compuestos químicos que le dan sabor amargo a este alimento y que además son tóxicos (Marchan *et. al.* 1998). Precisamente uno de los principales costos de poscosecha deviene del tiempo demandado para remover estas sustancias –ver más adelante.

En la Tabla 6.1 presentamos el valor en energético de cada recurso, el peso bruto por unidad, su índice de utilidad, y las calorías netas por 1 kilogramo bruto obtenido. Este último valor resulta del producto entre 1 kg de recurso obtenido, su índice de utilidad y su valor en kilocalorías. Para los recursos vegetales fijamos un estándar de 1 kg de recursos obtenidos, por cosecha cultivada o por recolección. Si se quiere obtener el valor por presa se debe multiplicar a este valor por el tamaño promedio de cada presa. Los valores de energía de cada recurso están basados en la cocción por hervido de los vegetales, y la cocción asada de los recursos animales, salvo la carne de suri (*Rhea*) para la cual se considera su valor energético hervida. Los índices de utilidad y tamaño medio de estos animales son los que citan Cruz y Elkin 2003, quienes toman una utilidad de 8,95 kg (33%) para un ejemplar con un peso promedio de 27 Kg; para los camélidos estos valores son los que presenta Yacobaccio (2001). En cuanto a la vizcacha hemos cuantificado el tiempo de procesamiento y utilidad de la carcasa para un ejemplar de *Lagidium viscacia*, en San Antonio de los Cobres, que arrojó un índice de utilidad de 0,58 para un ejemplar 1,2 kg de peso vivo (López y Muscio Ms). Los valores de energía de cada uno de los recursos y la utilidad de las hortalizas fueron tomados de la tabla actualizada FAO *latinoamerican foods* (2002), que incluye los alimentos de sociedades tradicionales la utilidad y sus valores calóricos de acuerdo a su cocción.

Recursos	Kcal/Kg	Procesamiento Final	Índice de Utilidad (I)	Peso Bruto Promedio Obtenido (PB)	Kcals netas por 1 Kg Bruto Obtenido (KcalN)
Quínoa Real	3.600	Hervido	0,97	1 kg cosechado	3.298
Maíz Criollo Pizingallo	3.400	Hervido	0,71	0,1 Kg grs por vaina	2.414
Avena	3.600	Hervido	0,9	1 kg cosechado	3.240
Papa	870	Hervido	0,95	1 kg cosechado	826.5
Haba	800	Hervido	0,7	1 kg cosechado	560
Acelga	200	Hervido	0,8	1 kg cosechado	160
Repollo	300	Hervido	0,9	1 kg cosechado	270
Cebolla	540	Crudo	0,8	1 kg cosechado	432
Quínoa Silvestre	3.400	Hervido	0,97	1 kg recolectado	3.298
Llama	1.080	Asado	0,64	110 kg por individuo	691,2
Guanaco	990	Asado	0,6	80 kg por individuo	594
Vicuña	990	Asado	0,6	42,5 kg por individuo	594
Suri (<i>Rhea Americana</i>)	1980	Hervido	0,33	27 kg por individuo	653,4
Vizcacha (<i>Lagidium. v</i>)	1.141	Asado	0,58	1,2 kg por individuo	661,8
Frutos de Opuntia	700	Crudo	≈ 1	1 kg recolectado	700

Tabla 6.1: Propiedades de los Recursos Alimenticios del Valle de SAC que Afectan su Elegibilidad: Las medidas están normalizadas a un kilogramo de cada recurso: *kcal/kg*: es la cantidad total de energía obtenida luego del procesamiento final, la cocción de cada recurso, *I*: es el índice de utilidad de cada recurso, PB es el peso bruto por cada unidad de recurso.

Un aspecto que es importante resaltar es la baja cantidad de calorías de la carne de camélidos, por sobre las proteínas, más aún de las especies silvestres. Esto pudo ser uno de los resultados directos del proceso de domesticación que favoreció el contenido de grasa de la carne de llamas (Mengoni Goñalonz 1997). Los recursos los de mayor contenido calórico neto son el maíz, la quínoa en variedades domésticas o silvestres y los tubérculos. Sobre esta tabla nos basaremos para el estudio del rendimiento productivo de las actividades económicas, abordado en las siguientes secciones.

5- Inversión Temporal en la Producción Pastoril Etnográfica de la Puna de Salta

En la bibliografía etnográfica y etnoarqueológica los datos acerca del tiempo invertido en la producción pastoril andina, y particularmente en la Puna de Argentina, son escasos, incompletos y dispersos –ver Flannery y Marcus 1996, Göbel 2001, Tomka 2001. Esto es un problema a la hora de considerar el rendimiento productivo de esta actividad económica y la toma de decisión con respecto a diferentes alternativas de inversión de tiempo, mediante los modelos de *optimal time allocation* de la Ecología Evolutiva (Hames 1992). Por esta razón uno de los principales objetivos que nos planteamos al realizar el diseño de investigaciones etnográficas en la Puna de Salta, fue estudiar esta cuestión.

Debido a que la realización de campañas de convivencia y observación directa durante largos períodos de tiempo en las comunidades no nos fue una posibilidad viable, por los costos y la disponibilidad de tiempo, seguimos el método de la encuesta para obtener esta información –ver Azcune y Gómez 2002:94 para su diseño. Así, entre las preguntas incluimos una seria relacionada con el manejo de los rebaño. Específicamente se preguntó a cada individuo acerca de:

- 1) Las horas diarias dedicadas al manejo del rebaño, durante el último año, específicamente las horas invertidas en el traslado del rebaño a las pasturas, abrevaderos, corrales, y su cuidado general.
- 2) El número total de cabezas de ganado del rebaño bajo su control.
- 3) El tiempo en días dedicado a tareas específicas, como la castración y marcación de los animales.
- 4) La composición de especies del rebaño.

La encuesta la realizamos en Matancillas, en Ramadas –un pequeño paraje en el fondo de cuenca del Valle de SAC, y mayormente en Pastos Grandes, por tratarse de la región donde el pastoralismo es la estrategia económica rural predominante –Foto 6.1. Somos conscientes de las limitaciones de este método de obtención de datos, especialmente debido a que los resultados son estimaciones de los propios individuos acerca de su conducta, y no de nuestra propia observación. Para controlar los posibles errores resultantes de este procedimiento realizamos observaciones directas en dos casos de Matancillas, durante períodos de tiempo de cuatro semanas consecutivas en abril de 2000. Estas observaciones son nuestro grupo de datos de control.

La muestra obtenida abarca 22 individuos encuestados al azar, y 2 casos de observaciones directas en Matancillas que constituyen los grupos de datos de control. Los casos ambiguos, cuando los individuos no pudieron estimar el tiempo de manejo de rebaños, fueron quitados de la muestra. Tampoco fueron considerados los casos en los cuales los individuos comparten esta actividad con otros –salvo el caso de mujeres que pastorean juntos a sus hijos. Esto dejó una muestra efectiva de 18 casos, donde 2 corresponden a Matancillas, 1 a Ramadas y 15 a Santa Rosa de los Pastos Grandes. De aquí estimamos el costo neto de la producción neta C_p invertido en el pastoralismo –Tabla 6.2.

Localidad	Tamaño Promedio de los Rebaños	Promedio de Horas-Hombre de Trabajo Diario	Promedio de Horas en Actividades Específicas	Costo Neto de Producción Anual (C_p) en hrs
Matancillas (n=2)	60,5	4	120	1.580
Ramadas (n=1)	14	5	48	1.873
Pastos Grandes (n=15)	51,4	4,46	85,06	1.715,4

Tabla 6.2: Tiempo Promedio Invertido en el Trabajo Pastoril de la Puna de Salta y Tamaño Promedio de los Rebaños. Los datos provienen de tres localidades diferentes del departamento de Los Andes, ver texto.

Sobre los datos de la Tabla 6.2, el *chi* cuadrado del análisis de ANOVA de un tratamiento para el tiempo promedio anual invertido en la producción pastoril, acepta H_0 ($p= 0,05$, $X^2 = 2$), que dice que las muestras provienen de poblaciones similares⁴ (Spiegel 1988), entre las que se incluyen las muestras de control. De aquí concluimos que nuestro procedimiento reporta estimadores confiables, de mediana resolución –en términos de precisión – acerca del tiempo total del manejo de los rebaños en la Puna de Salta. Sin embargo es importante remarcar que en el futuro necesariamente estos estimadores deben ser mejorados en su resolución, aumentando el tamaño de la muestra e incluyendo más observaciones directas como grupos de datos de control. No obstante no esperamos cambios substanciales en las tendencias centrales.

Caso Observado	Llamas	Ovejas y Cabras	N	Td (horas-hombre) anual	CP (hrs anuales)	Cpp (hr per capita)
1-Matancillas	27	57	84	708	872	10,38
2-Matancillas	22	15	37	708	872	23,57
3-Ramadas	14		14	885	988	70,57
4-Pastos Grandes	34		34	708	800	23,53
5-Pastos Grandes	65		65	885	1012	15,57
6-Pastos Grandes	49		49	531	636	12,98
7-Pastos Grandes	79	12	91	708	824	9,05
8-Pastos Grandes	65		65	885	1060	16,31
9-Pastos Grandes	90		90	885	1088	12,09
10-Pastos Grandes	43		43	885	1012	23,53
11-Pastos Grandes	25	10	35	708	848	24,23
12-Pastos Grandes	67		67	885	1036	15,46
13-Pastos Grande	51		51	708	848	16,63
14-Pastos Grandes	22		22	708	824	37,45
15-Pastos Grandes	11	5	16	885	988	61,75
16-Pastos Grandes	36		36	885	1012	28,11
17-Pastos Grandes	78		78	885	1060	13,59
18-Pastos Grandes	29		29	708	824	28,41
<i>Promedio</i>	44,83	19,80	50,33	786,67	922,44	24,62
<i>Desvío Estándar</i>	24,21	21,11	24,89	108,98	122,02	16,88
<i>Varianza</i>	586,26	445,70	619,53	11876,35	14887,79	284,89
<i>CVS (%)</i>	54,01	106,62	49,45	13,85	13,23	68,55

Tabla 6.3: Inversión Temporal de la Producción Pastoril en La Puna de Salta, Costos Anuales por Rebaño y Costos per capita.

⁴ La hipótesis nula es que todas las medianas son iguales frente a la alternativa de que una sea diferente al resto, en el test de distribución Kruskal Wallis del análisis One Way ANOVA, utilizando el programa NCSS 1999. Elegimos este test porque minimiza las asunciones con respecto al número de casos por muestra y a su perfecta alioriedad – Sokal y Rohlf (1979).

La Tabla 6. 3 presenta la información de la muestra analizada. La misma incluye para todos los casos la siguiente información por columna: 1) el caso reportado, 2) el tamaño de los rebaños N de cada caso, 3) la cantidad de llamas por rebaño, 4) la cantidad de y o vicápridos por rebaño, 5) el tiempo anual invertido en las actividades de manejo y cuidado de los rebaños, 6) el costo total en horas invertidas en el trabajo productivo por individuo anualmente (Cp) que resulta de la suma de Td y las horas invertidas en actividades específicas de la producción pastoril⁵, y finalmente 7) el costo invertido en la producción de cada animal individual (Cpp), es decir el tiempo de producción *per cápita*. El valor de Cpp resulta simplemente de la razón entre los costos en tiempo total anual invertido en el manejo del rebaño y N . En las filas inferiores se presenta la estadística descriptiva de la muestra.

Es importante discutir tres patrones altamente significativos. En primer lugar nótese la baja incidencia de los rebaños mixtos en Pastos Grandes, donde solamente tres casos registran esta situación y en números que son muy bajos, con una media de 9 o vicápridos por rebaño mixto. Las causas de esto pueden ser el resultado tanto de factores ecológicos como históricos y sociales –aunque creemos que es muy factible que primen los históricos-sociales por el aislamiento geográfico de esta comunidad. Es importante destacar que esta comunidad es la más adecuada para obtener información relevante a los estudios del pastoreo de camélidos en la Puna de Salta, ya que los costos y beneficios del pastoreo de llamas suelen no estar promediados con los resultantes del manejo pastoril de otras especies, como en el resto de las comunidades analizadas.

En segundo lugar, obsérvese el bajo costo total de la actividad pastoril y su relativa homogeneidad, con un promedio de 922,4 horas anuales. Esto implica que los individuos invierten un promedio de 2,5 hrs. diarias. Además durante el tiempo de manejo diario del rebaño se suelen incluir otras actividades, tales como algunas tareas domésticas, la preparación de alimentos en los lugares de pastura, la recolección de leña, la ejecución de labores artesanales –particularmente tejido- y actividades productivas como la atención de huertos en Matancillas. La inclusión de estas actividades dentro del tiempo total dedicado al cuidado y manejo de los rebaños disminuyen los dilemas de inversión de tiempo y posibilita un mejor manejo del tiempo total dedicado a las actividades productivas. Esto es una consecuencia de la naturaleza de las actividades de manejo del ganado, que permite que los pastores trasladen a los animales hacia las zonas de pasturas, abrevaderos y corrales sin grandes costos de oportunidad, ya que estas actividades de alta importancia económica pueden hacerse *simultáneamente* con otras que también son importantes para la subsistencia; salvo en el caso de actividades específicas totalmente dedicadas al ganado como las señaladas o los días de castración. La principal implicancia de esto es la complementariedad entre las actividades económicas y la disminución total del costo neto del conjunto de las actividades de subsistencia, volveremos sobre este punto cuando discutamos el costo de la producción agrícola.

El tercer aspecto a destacar es la mayor cantidad de animales que manejan los pastores de Pastos Grandes, con una media de 50 ejemplares por rebaño. Esto se relaciona directamente con la calidad del ambiente, que por su altitud, frío y aridez, no permite el desarrollo de la agricultura y propicia la especialización en la producción pastoril, que como vimos es básicamente de llamas. De tal manera, los límites físicos a la dispersión de la agricultura llevan a la divergencia en el nicho económico local de la población de Pastos Grandes, con respecto al nicho económico de los individuos de áreas puneñas más húmedas y de menor altitud como Matancillas.

Finalmente el cuarto aspecto de gran importancia es el patrón que hemos detectado de disminución inversamente proporcional del costo de producción *per cápita* con relación al tamaño total

⁵ Si se quiere calcular el tiempo diario invertido en el manejo de los rebaños efectúese el cociente $Td/365$ y luego efectúe: $CP - (Td \times 365)$.

del rebaño. Esto, que está en la base de las “economías de escala” no había sido registrado previamente en comunidades pastoriles etnográficas de Argentina. Este patrón es el resultado de una estructura de costos fijos relativamente homogénea en términos de tiempo invertido en el manejo de los rebaños. Al respecto el coeficiente de variación estandarizado (CVS) presente en la Tabla 6:2, nos dice muestra que los costos de manejo de rebaños en horas varían solo el 13,42%, mientras que los costos *per capita* varían el 68,55 % en toda la muestra, y son una función del tamaño de los rebaños. De tal manera cada animal que se agrega al rebaño aumenta el beneficio *per cápita*, disminuyendo los costos marginales de cada unidad.

La Figura 6.4. presenta la relación exponencial decreciente, existente entre el tamaño de los rebaños y el tiempo de producción *per capita*. De aquí se desprende que la estrategia óptima debe sesgadamente llevar a que los individuos tiendan al aumento del capital pastoril –en términos de cabezas de ganado, intensificando la competencia interindividual por las pasturas.

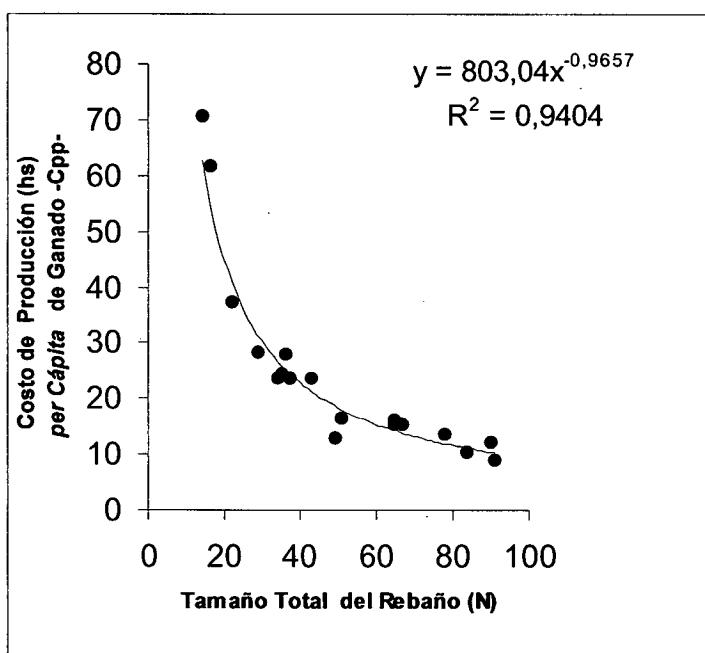


Figura 6.4: Efectos del Tamaño Total de los Rebaños Sobre los Costos de Producción *per capita* en la Puna de Salta: La curva muestra la relación decreciente entre el tamaño del rebaño y los costos de producción de cada animal individual, resultantes de una estructura de costos de manejo con poca varianza entre los distintos tamaños de rebaño. La línea de tendencia de mejor ajuste es exponencial, indicando los efectos potenciales de las economías de escala. Sobre esta base se espera el decrecimiento geométrico de la utilidad neta de cada animal en función del tamaño del rebaño manejado y la pérdida de *fitness* de los individuos que dependen de estos recursos.

Como señalaron Flannery y Marcus 1994, uno de los desafíos más importantes de la estrategia pastoril es la capacidad de los pastores para mantener el stock de animales en un número estable viable o creciente. En el caso de Pastos Grandes, esto se agrava aún más en un ambiente de baja capacidad de carga para los rebaños y de alto riesgo por estocasticidad ambiental. Especialmente por las limitaciones al crecimiento de los rebaños por la alta mortalidad de neonatos. En consecuencia esperamos serias limitaciones para optimizar el nicho económico mediante economías de escala en Pastos Grandes.

Esto plantea todo un desafío para la investigación futura en Antropología Evolutiva de este fenómeno. Particularmente esperamos que las fuerzas de la transmisión cultural y la toma de decisión, actúen direccionalmente para que los individuos aumenten el tamaño de los rebaños, generando un contexto selectivo de fuerte competencia interindividual. De tal modo es necesario entender las fuerzas y los mecanismos que pueden tener lugar en estos procesos de competencia produciendo, o no, equilibrios cercanos a los óptimos Evolutivamente Estables. En estos términos es posible que de la competencia entre individuos que difieren en sus habilidades y potenciales competitivos, evolucionen y persistan sistemas sociales jerarquizados por la desigualdad económica con respecto al capital pastoril y al uso de pasturas de alta calidad espacialmente concentradas.

Hemos planteado que en Pastos Grandes son claves los conflictos de intereses que resultan de la competencia por el uso de la vega, y que operan en contra del mantenimiento del bien colectivo. En especial es crítico generar conocimiento acerca de las estrategias por la cual individuos egoístas se apropian tramposamente de recursos colectivos, obteniendo ventajas individuales –*cheters* en la jerga Darwiniana-, ya que estos pueden estar en la base de la formación de sistemas jerarquizados, aunque las diferencias de riqueza no sean altas. De todos modos, repetimos que por las condiciones de baja calidad global del entorno de Pastos Grandes –por su baja productividad ecológica, estocasticidad climática y altitud- no esperamos la existencia de individuos con grandes excedentes como para financiar escaladas competitivas dominantes de gran magnitud –ver Bonne (1992). Esto sí lo esperaríamos en regiones ecológicamente más ricas como el Altiplano Boliviano –entre otras.

Desde lo arqueológico nos interesan los procesos que en la escala evolutiva pueden dar lugar al aumento de la riqueza pastoril (Aldenderfer 2001), mediante la ampliación del capital agropecuario que aumenta la utilidad marginal de cada animal. Desde un punto de vista seleccionista esto debe traducirse en el aumento del *fitness* individual. A partir del Modelo de Amplitud de la Dieta esperamos que cualquier innovación tecnológica que aumente la tasa de retorno de los animales en cautiverio, selectivamente sea retenida. Especialmente aquellas tecnologías que aumentan la capacidad de manejo sustentable de un mayor stock de animales, o que mejoren la eficiencia económica del manejo de los rebaños, ya sea disminuyendo los costos de producción o los costos de procesamiento. En estos términos la intensificación pastoril –por el aumento del tamaño de los rebaños – es equivalente a la disminución de los costos de búsqueda de presas silvestres, ya que directamente opera sobre la densidad de los mismos –ver Winterhalder y Goland (1997).

Más generalmente, de la Figura 6.4 deducimos que en situaciones arqueológicas donde los rebaños son pequeños, debemos esperar que cada animal producido tenga un bajo rendimiento marginal relativo. Es decir que su producción sea más costosa. En la perspectiva arqueológica es clave la información acerca del tamaño de los corrales, que es indicativa del número de animales que pueden ser mantenidos en cautiverio (Aldenderfer 2001). Desde un punto de vista evolucionista podemos plantear que el tamaño de estas unidades debe ser uno de los rasgos de mayor valor funcional, y en consecuencia altamente sensible a la evolución selectiva (*sensu* Dunnell 2001). Ampliaremos esta discusión en el Capítulo 11, en relación con las economías agrícolas del Período Temprano: Aquí adelantamos que es muy factible que bajo condiciones de bajas tasas de retorno marginal del pastoralismo –inferida por el tamaño de los corrales arqueológicos– el pastoralismo sea una estrategia subordinada a una estrategia de mayor beneficio neto, en nichos maximizadores de la eficiencia del uso del espacio y adversos al riesgo.

En la próxima sección analizaremos el retorno de la agricultura, apuntando a identificar sus costos y beneficios, para poder entonces presentar y discutir la escala de recursos óptimos que puede ser aplicable a casos arqueológicos, incluyendo los vegetales cultivados. En esta tarea nos centramos en la producción agrícola etnográfica de Matancillas.



Foto 6.1: Trabajo de Encuesta en Santa Rosa de Pastos Grandes

6- La Producción Doméstica y el Rendimiento Agrícola de las Comunidades Etnográficas de Matancillas

Una característica importante de la quebrada de Matancillas es la distribución espacial irregular de los recursos hídricos. Así la estructura hídrica de la quebrada está organizada en torno del cauce principal, el arroyo Matancillas (cauce 3) que desemboca en el Río San Antonio de Los Cobres. Normalmente su régimen es permanente en el ciclo anual. Sin embargo su caudal varía estacionalmente. En la temporada húmeda se concentra el mayor volumen de agua en el sector intermedio de la quebrada. A partir de los meses de marzo y abril, este volumen disminuye notoriamente, llegando incluso a secarse completamente en el sector más bajo de la quebrada.

Por otra parte, el arroyo Matancillas recibe los aportes de dos cursos de agua menores, cauce 1 –denominado Matancillas chico- y cauce 2. Ambos se localizan en el sector alto de la quebrada y se juntan en el sector intermedio dando origen al tramo más caudaloso del arroyo Matancillas, cauce 3 -- Figura 6.5. En conjunto, el sistema hídrico de Matancillas depende de estos afluentes, con origen en las cabeceras más altas de las quebradas, y a partir de las precipitaciones. En situaciones de bajas precipitaciones los cauces 1 y 2 pierden todo el caudal de superficie, infiltrándose y reapareciendo en cotas más inferiores, en el cauce 3. Este es un comportamiento típico de las vegas puneñas. En años buenos, de lluvias abundantes, los tres cauces disponen de agua suficiente y también pueden activarse pequeños cauces laterales al cauce 3, que generalmente están secos. En años de sobreabundancia de lluvias el cauce del Matancillas provoca inundaciones y torrentes. Por esta razón la instalación humana se dispone sobre las terrazas aluviales laterales a estos cauces.

Tanto las actividades agrícolas como pastoriles se realizan en instalaciones localizadas a lo largo de estas fuentes de agua, pero desde centros residenciales localizados en el interior de la quebrada. Mas precisamente en el sector intermedio. Un aspecto importante de la estructura hídrica local es la fluctuación espacialmente asincrónica de cada uno de sus cauces. Más adelante discutiremos la importancia de esta propiedad de la estructura hídrica local en relación con la estrategia global de uso económico del espacio y el manejo del riesgo. Aquí nos centramos en la producción agrícola con el fin de estimar los rendimientos y los tiempos invertidos en esta actividad. Con este fin tomaremos las observaciones etnográficas llevadas a cabo en la unidad doméstica de Eulalia y Benito, que es la que mayor uso hace de la agricultura en Matancillas, y con la cual convivimos durante las campañas de investigación.

Esta familia constituye un linaje de 3 generaciones residente en la quebrada de Matancillas. Los jefes de familia, Benito y Eulalia, son los dueños de los campos de cultivo y pastoreo localizados de manera dispersa en Matancillas. Ambos se consideran a sí mismos como integrantes de las comunidades Collas, y son originarios de dos familias distintas de la quebrada, que al unirse y formar una nueva familia heredó ganado y facilidades de la familia de la mujer. A partir de su ascendencia, la familia mantiene vínculos de parentesco y ayuda mutua con vecinos de la quebrada de Urcuro, San Antonio de los Cobres y de otras localidades más alejadas como la ciudad de Salta y Susques, en la Puna jujeña. En los eventos de mayor intensidad de trabajo, tal como la señalada, los familiares y vecinos llegan de estas localidades. Nótese que la escala espacial de la reciprocidad de esta sola unidad doméstica supera un radio de 200 km.

La parte de la familia que directamente depende de la explotación agropastoril está compuesta por 5 individuos. Los esposos, un hijo varón de 16 años y una hija mujer adulta con su propio hijo de 2 años de edad. No obstante la familia también incluye 2 hijas adultas que formaron sus propias familias y que residen en San Antonio de los Cobres. Según nuestros informantes en la formación de estas dos nuevas familias no se habría realizado traspaso de capital, ni monetario ni agropastoril.

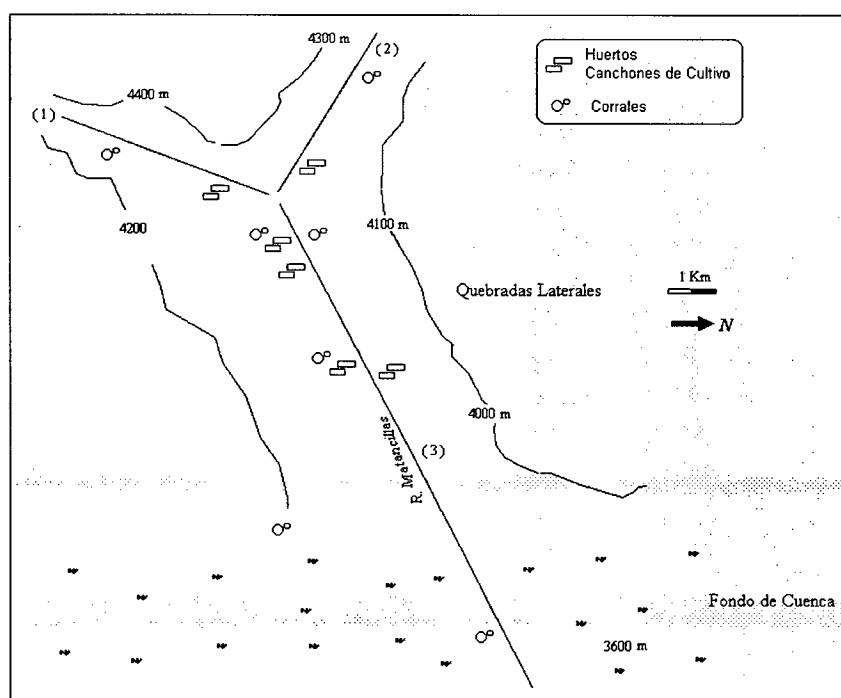


Figura 6.5: Esquema de la Distribución de Campos de Cultivo y Facilidades de Pastoreo en la Quebrada de Matancillas. Los datos están basados en la unidad doméstica estudiada. Los ejes y sus correspondientes números indican los cauces superficiales más importantes de la estructura hídrica local (ver texto).

La familia dispone de una casa en San Antonio de los Cobres que es utilizada esporádicamente y una casa en Matancillas donde residen la mayor parte del año, aún en la temporada de invierno. Los bienes agropecuarios incluyen un total de 146 hectáreas de campo distribuidas en la quebrada de Matancillas y en el fondo de cuenca del Valle de SAC, y una serie de corrales, puestos y parcelas de cultivo. De este total de tierra la cantidad útil es muy inferior y está acotada a los fondos de quebrada y los piedemontes. Los campos de cultivo y los puestos de pastoreo están distribuidos de manera dispersa, a lo largo de la quebrada. Los huertos se localizan exclusivamente en los sectores altos e intermedios, en los márgenes de los cauces que estructuran la red hídrica de Matancillas. La unidad residencial se localiza en el sector intermedio, emplazada en lo alto de la ladera de piedemonte junto al cauce principal de Matancillas. Las facilidades pastoriles se disponen en todos los sectores de la quebrada y también en ambientes de fondo de cuenca – ver Figura 6.5. Esto implica la ocupación de un espacio que duplica en escala al dedicado a la agricultura.

Organizativamente la familia constituye una unidad doméstica de producción, en la cual el abastecimiento de mano de obra se obtiene principalmente en su interior. En estas actividades mayormente la toma de decisión está en manos de la mujer, quien está a cargo de las labores de pastoreo y el cuidado de los huertos. Las actividades del hombre incluyen el trabajo asalariado afuera de la quebrada, el arreo de ganado, la siembra, las cosechas y el mantenimiento de los canales de riego. En cada una de estas tareas colaboran los hijos. En casos de trabajo intensivo, donde el lapso temporal para llevar a cabo las actividades es breve, como la siembra y la cosecha, se busca individuos de afuera, que son remunerados en porcentaje de la producción.

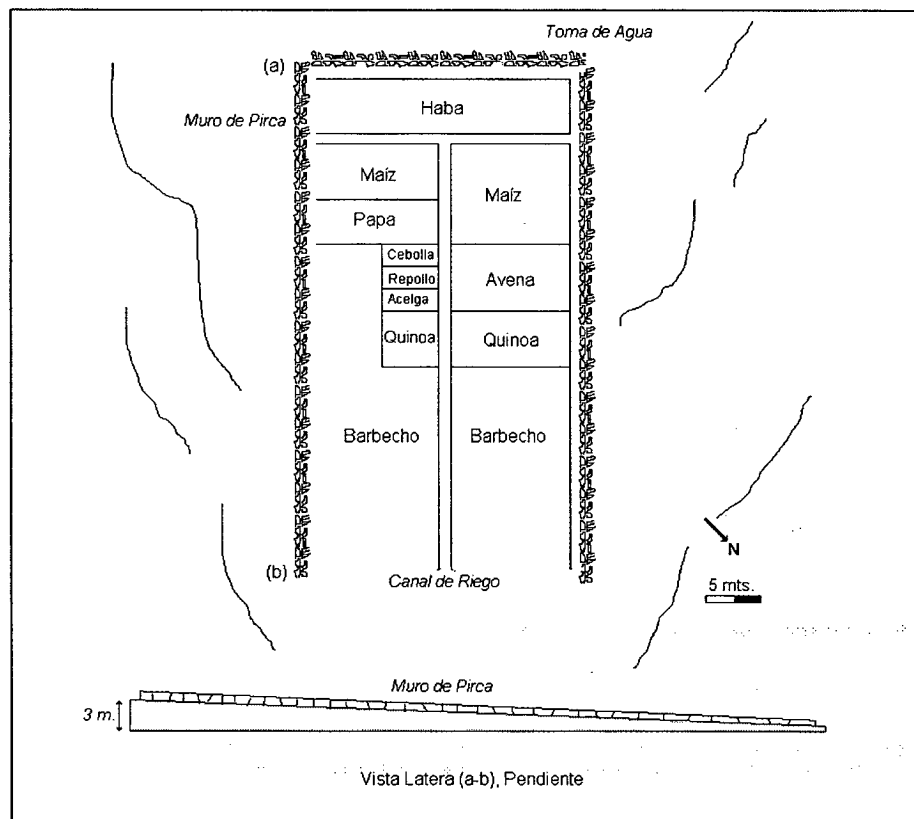


Figura: 6.6: Planta de uno de los Huertos Utilizados en Matancillas. La unidad está localizada en el sector alto de la quebrada (huerto 1). Se destacan el sistema de canales de riego y la toma de agua en relación con la pendiente y la topografía; y la proporción de tierra de descanso (barbecho).

La agricultura en Matancillas depende del riego de las parcelas de cultivo. Este se efectúa inundando los campos cultivados y los surcos entre las líneas plantadas, aprovechando la pendiente natural del terreno -Figura 6.6. Las parcelas tienen dimensiones variadas, que van desde pequeños huertos de 30 m² hasta series de grandes canchones de alrededor de 1.000 m² cada uno. Estas unidades grandes se localizan alineadas en el sector medio de la quebrada, sobre las márgenes más elevadas del cauce principal de Matancillas. Además de las parcelas, en algunos casos hay pequeños recintos asociados a estos campos y que sirven para el almacenaje de herramientas y el descanso.

Las principales inversiones de trabajo en la estructura productiva, se destinan a la construcción y mantenimiento de las paredes de pirca para delimitar las áreas de cultivo, y al mantenimiento cotidiano de las redes de abastecimiento de agua. Estos son sistemas de canales de riego excavados en las laderas, que en algunos casos tienen refuerzos de piedras y lajas paradas. Su uso es comunal salvo en los sectores asociados a los campos de cultivo que son de uso exclusivo, y aparentemente arqueológicos. La toma de agua se hace de un canal principal que depende de los cursos de la red hídrica local. La localización de las parcelas siempre ocurre en las inmediaciones de los cursos de agua, en lugares con terrenos aluviales elevados aptos para la agricultura de regadío.

La unidad doméstica concentra su esfuerzo productivo en el cultivo de maíz, papas, habas y quínoa. Todos estos constituyen alimentos de consumo inmediato y diferido -almacenables. También se plantan circunstancialmente hortalizas para el consumo fresco. En una muy baja proporción se cultiva ají, que se consume seco. Sin embargo, en extensión predomina el cultivo de alfalfa, utilizada como forraje de invierno para el ganado.

En Matancillas el área total dedicada al cultivo de alimentos de consumo humano directo es ligeramente variable de año en año, dependiendo del manejo de los terrenos dedicados al descanso de los campos para su recuperación. La localización de los huertos se realiza a lo largo de los tres cauces más importantes, en los sectores medios y altos de la quebrada. Esto implica el manejo de espacios productivos distanciados entre 0,5 y 8 km., -ver nuevamente la Figura 6.5. Este patrón de dispersión de campos de cultivos entre diferentes altitudes de la quebrada y asociados a los distintos cauces fue observado durante todo el período documentado desde 1993.

En el año 2002, realizamos el relevamiento del rendimiento productivos por especies y huertos de cada cultivo. Los datos que obtuvimos permiten cuantificar el rendimiento del planteo productivo de la unidad doméstica. En términos meteorológicos este fue un año con precipitaciones levemente inferiores a la media, con un registro de 111 mm. Así el rendimiento neto de este año permite la estimación de los resultados productivos, representativos de condiciones cuando las lluvias anuales están muy próximas a la media.

La información fue obtenida directamente por nosotros durante la cosecha de marzo-abril de 2002, cuantificando el número de plantas entre surcos y las densidades de siembra, y también a partir de nuestros informantes locales. Los rendimientos brutos de papas y cebollas fueron calculados a partir de la cantidad cosechada en unidades de acopio de 50 kg, las cuales son bolsas de plástico resistente -bolsas paperas- que disponen los agricultores y que utilizan como medida de intercambio. En este trabajo Benito fue quien nos precisó la procedencia de cada bolsa.

Al respecto es importante señalar que para los agricultores de Matancillas, la información acerca de la procedencia de cada cosecha, especialmente la de maíz, papas y quínoa, la consideran crucial para efectuar la selección de las semillas a utilizar en el siguiente ciclo. Esta información sirve a los efectos de evitar que se propaguen por las semillas las infecciones que pueden atacar al próximo

ciclo productivo, especialmente en el caso de las papas. De todos modos, cíclicamente se compra una cantidad de semillas de otras áreas. Según Eulalia en Matancillas la mejor semilla es la que proviene de la quebrada de Humahuaca y de Bolivia. Sin embargo prefiere conservar una proporción de cultivo – que ignoramos- de una variedad de papa negra que ella misma dispone y guarda como semilla, debido a que según declara es más rica y blanca –presumimos que más feculosa y con mayor contenido de azúcar.

En cuanto a la avena, nos basamos totalmente en la información que nos proporcionó Eulalia y Benito, que nos indicaron el número de bolsas obtenidas por huerto, y el peso de las mismas. Este cultivo en Matancillas es reciente, ya que según nuestros informantes comenzaron a sembrarlo con semillas donadas por el plan de huertas comunales provincial de las escuelas de SAC a partir de 1999. Es probable que el cultivo de hortalizas responda a lo mismo, ya que salvo la remolacha –no sembrada en 2002- anteriormente no tenemos registros de siembra de cultivos tales como las crucíferas y verduras de hoja como la acelga.

La producción de hortalizas la estimamos por la densidad de plantas y el peso promedio de cada corte efectuado por Eulalia, que es la encargada exclusiva de esta siembra. También se cultivaron ajíes para su secado, pero no consideramos el rendimiento de estos cultivos porque la cantidad de plantas fue mínima, no más de dos o tres plantas pequeñas en los huertos del sector intermedio de la quebrada.

La medición de la producción de maíz la realizamos considerando la densidad de siembra de cada huerto y el número de espigas promedio por planta, tomando para el cálculo bruto un peso promedio por espiga madura –choclo- de 100 grs. Como vimos este es el peso promedio de la variedad de maíz sembrada en Matancillas. Por otra parte, la quínoa y las habas se acopian también en bolsas plásticas. Para la medición del rendimiento bruto de la quínoa pesamos la cosecha realizada de cada huerto por Eulalia luego del trillado, quien nos informó acerca de su procedencia.

Para medir el rendimiento de las habas, nos basamos en la productividad de chauchas por planta de cada huerto y en la densidad de siembra por huerto. Todas las mediciones las realizamos con una balanza manual que tiene un error estimado de $\pm 5\%$. La producción de alfalfa no pudimos cuantificarla. La cosecha de esta siembra la realizó Benito, quién utilizó la ayuda de Eulalia y la de un jornalero.

Salvo para la avena, los surcos de siembra se disponen a 0,5 mts, lo cual es un planteo de siembra de alta intensidad y que favorece la competencia entre plantas; pero que puede redundar en un mayor rendimiento neto con el suplemento de fertilizantes orgánicos como el estiércol de llamas y ovejas, y los rastrojos. Estas prácticas de enriquecimiento de los suelos son las que hemos observado. La separación entre plantas en las líneas de siembra entre surcos, es variable pero no supera los 70 cm entre plantas, salvo las hortalizas.

Por otra parte la rotación de los cultivos es otra práctica de manejo empleada en Matancillas, que permite la recuperación de nutrientes de los terrenos de siembra. Esto incluye lapsos relativamente cortos de abandono de siembra para la recuperación de los campos. En Matancillas esto se hace de dos maneras, abandonado durante un máximo de dos años los huertos grandes de cultivos de papas, y abandonando y dejando en barbecho algunos sectores de los huertos. Lo último se practica particularmente en los sembrados de maíz y quínoa.

La Tabla 6.4 presenta la información obtenida, incluyendo la extensión de los cultivos por especie y el rendimiento neto en kg y en kilocalorías, obtenidas durante el año 2002 en cada uno de los

huertos. La transformación a unidades de kilocalorías se hizo a partir del producto entre la producción neta en kilogramos de cada recurso, su valor energético y su índice de utilidad / –ver Tabla 6.1 para las dos últimas variables. En la tabla observamos que en el plantel productivo, la superficie total cultivada en el ciclo agrícola 2001- 2002 fue de 0,92 hectáreas, donde la superficie sembrada con plantas de consumo humano fue de 0,65 hectáreas. En esta superficie domina en extensión la siembra del maíz, 30 %, seguido por la quínoa,26%, papa,22 %, y las habas,16%.

Los demás cultivos tienen una extensión mucho más acotada. El resto de la superficie sembrada corresponde al cultivo de alfalfa. Esta diferencia indica la gran importancia que tiene este cultivo como forraje, que explica el 42,5% de toda la superficie sembrada. Esto es un indicador de la relevancia de este recurso para la producción pastoril, ya que se utiliza como pastura de invernada para el ganado, especialmente para amortiguar los efectos de los inviernos duros. Si existen excedentes durante inviernos con pasturas naturales suficientes, la alfalfa se comercializa o se intercambia. Pero, según nuestros informantes esto es muy raro que ocurra.

Por otra parte, la Tabla 6.5 presenta los rendimientos brutos en kg, los porcentajes sembrados y el rendimiento por hectárea de los principales vegetales producidos en Matancillas. Estos datos provienen de la información de la Tabla 6.4.

Huerto	Dimensión y Rendimiento	Acelga	Alfalfa	Avena	Cebolla	Haba	Maíz	Papa	Quínoa	Repollo	Totales
1- Q.A.	M ²	12	---	60	20	340	150	400	210	9	1.201
	Kg.	5	---	4	8	150	50	250	5	5	477
	Kcal	900		12.960	3.456	84.000	120.700	206.625	17.460	1.350	447.451
2- Q.A.	M ²	---	---	---	---	120	400	150	600	---	1.270
	Kg.	---	---	---	---	50	150	100	15	---	315
	Kcal	---	---	---	---	28.000	362.100	82.650	52.380	---	525.130
3- Q.M.	M ²	---	---	---	---	---	90	110	460	---	660
	Kg.	---	---	---	---	---	50	100	25	---	175
	Kcal	---	---	---	---	---	120.700	82.650	87.300	---	290.650
4- Q.M.	M ²	14	1.025		30	340	515	450	---	20	2.394
	Kg.	8	---		20	200	300	500	---	12	1.040
	Kcal	1.440			8.640	112.000	724.200	413.250		3.240	1.262.770
5- Q.M.	M ²	---	1.750	150	---	240	800	100	450	---	3.490
	Kg.	---	---	60	---	150	420	100	25	---	755
	Kcal	---	---	194.400		84.000	1.013.880	82.650	87.300	---	1.462.230
6- Q.M.	M ²	---	1.980	---	---	---	---	240	---	---	2.220
	Kg.	---	---	---	---	---	---	300	---	---	300
	Kcal	---	---	---	---	---	---	247.950	---	---	247.950

Tabla 6.4: Rendimiento Productivo por Especie Cultivada del Ciclo Agrícola 2000-2001 en Matancillas: La primer columna indica el número y la localización de los huertos en la quebrada, donde Q.A. es quebrada alta y Q.M. es quebrada media. Las filas informan el total de superficie cultivada en m², el rendimiento bruto obtenido en kg y su conversión a kcal.

	Alfalfa	Maíz	Quínoa	Papa	Habas
S - Superficie Total Cultivada (m ²)	4.755	1.955	1.720	1.450	1.040
F- Porcentaje de Superficie Cultivada del Total	42,50 %	17,75 %	15,30 %	12,90%	9,25 %
Rn: Rendimiento Bruto Neto(kg)		970	70	1.350	550
RB: Rendimiento Bruto Estimado por ht (kg/ht)		4.961	406	9.310	5.289

Tabla 6.5: Productividad y Porcentajes de Siembra de los Principales Cultivos de la Quebrada de Matancillas.

Como se aprecia los valores de productividad de las especies comestibles en Matancillas es elevado, tratándose de un ambiente frío y de gran altura. Creemos que esto se debe a la intensificación del uso de la tierra por un manejo de altas densidades de siembra, y cortos períodos de descanso de terrenos -ver Redman 1999- y al uso de variedades adaptadas a estas condiciones. Los valores de rendimiento bruto obtenidos por nosotros son enteramente comparables con los reportados por Ottonello y Ruthsatz (1986). Los datos de estas autoras provienen de Rachaite, localidad ubicada en la Cuenca de Guayatáyoc y a una altitud de 3.700 m/nm, en plena Puna Norte de la provincia de Jujuy, a una altitud y longitud similares a Matancillas. En Rachaite se reportan rendimientos estimados de maíz =5.000 kg/ha, papa=11.250 kg/ha, habas= 6.000 kg/ha, y quínoa=2.000 kg/ha. Comparando los datos de Rachaite con los nuestros vemos que no existen grandes diferencias salvo en el caso de la quínoa. Tal discrepancia podría deberse a las limitaciones físicas para el desarrollo de este cultivo, especialmente la aridez y las bajas temperaturas, o a las prácticas de manejo del cultivo, tales como la densidad de siembra, la frecuencia de riego, el abono y el intervalo siembra cosecha –entre los más destacados. Decimos esto debido a que en Cachi y la Poma, localidades de los valles de Salta, se obtuvieron en ambientes de menor altitud y mediante la fertilización con agroquímicos de alta calidad y densidades de siembra mayores, rendimientos de 2.000 a 2.5000 kg/ha, en 25 parcelas experimentales (Secretaría de la Producción de la Provincia de Salta 2003).

En Matancillas el sistema de cosecha de quínoa es manual, utilizando cuchillos y azadas para cortar las partes tiernas de las plantas portadoras de los frutos. De esta manera se emparva en fardos de 10 kg toda la cosecha bruta, los cuales tienen un rendimiento promedio de 2 kilos de semillas por fardo, es decir de 0,2 kilos de semillas por kilo de biomasa bruta cosechada. No conocemos la relación: *biomasa bruta/cantidad de semillas*, de otras regiones. Sin embargo nuestros datos son consistentes con los observados en sectores de la Puna de Argentina de muy baja productividad primaria global.

Por ejemplo, el valor obtenido por nosotros se aproxima al que se puede obtener en Laguna Blanca - Puna de Catamarca- que es de 575 kg/ha logrados con sistemas de siembra tradicionales (Universidad Nacional de General San Martín 2003). Por esta razón creemos que nuestro resultado es representativo del potencial productivo de la quínoa en el Valle de SAC con manejos de siembra tradicionales; más aun considerando los efectos de la variabilidad del mosaico de microescala de la quebrada de Matancillas sobre el rendimiento total de la agricultura. Discutiremos este punto.

Tomando el total de tierra cultivada para la producción de alimentos de uso humano directo, observamos que el 61 % de este sembradío se emplaza en los sectores de quebradas medias. El 39% restante corresponde a los huertos emplazados en los sectores más altos de las quebradas. Llamaremos a la proporción de cultivos alimenticios localizados en la quebrada media Q_m . Nuestros informantes dicen que siempre respetan esta distribución de campos, es decir que intentan plantar “un poco menos de la mitad porque aunque la tierra sea más fea el agua de más arriba es mas fresquita y mata a los bichos”.

Eulalia se refiere a la tierra del sector medio de la quebrada como el lugar donde la “Pacha es más gorda y las plantitas crecen más”. En efecto, nuestras observaciones durante el intervalo 1998-2002 indican que el emplazamiento del 60% de los cultivos en los sectores medios es una modalidad constante, tal que $Q_m \square 0,6$. Más adelante analizamos las posibles causas de este valor en la proporción de uso de los sectores medios de la quebrada, con relación al manejo de riesgos. Aquí subrayamos la diferencia substancial existente en la calidad productiva entre ambos sectores. Sin embargo tenemos que recordar que la diferenciación entre sectores medios y altos en la quebrada, la usamos para distinguir emplazamientos que no difieren substancialmente en su altitud. Lo que nosotros llamamos sectores altos están entre 50 y 80 metros por encima de la altitud de los sectores medios – datos de GPS. La diferencia radica, básicamente, en que los sectores medios están menos expuestos

a los agentes meteorológicos, porque están encajonados por los cerros que estructuran a la quebrada, y más alejados de las nacientes de las vegas y los cauces principales. La poca diferencia en altitud de los sectores utilizados para la agricultura responde a la pendiente suave E-O, que tiene la quebrada de Matancillas.

La Figura 6.7 ilustra la variación en el rendimiento bruto en kilogramos por hectárea de cada uno de los huertos, considerando los recursos alimenticios de mayor importancia económica. Esta variación afecta con mayor fuerza a la quínoa cuya productividad en el sector alto cae un 50 % respecto a la del sector medio. La productividad del resto de los cultivos emplazados en el sector alto cae alrededor del 40 % con respecto a la de los huertos emplazados en la quebrada media.

En el gráfico, la línea de tendencia señala el decrecimiento de la productividad de los cultivos en los sectores altos, respecto a los cultivos de los sectores medios. Esta variación en la productividad de los cultivos probablemente responde a la mayor exposición a los agentes meteorológicos, y a las propiedades de microescala de los suelos que afectan al desarrollo y al crecimiento de las plantas, y no tanto a cuestiones de manejo.

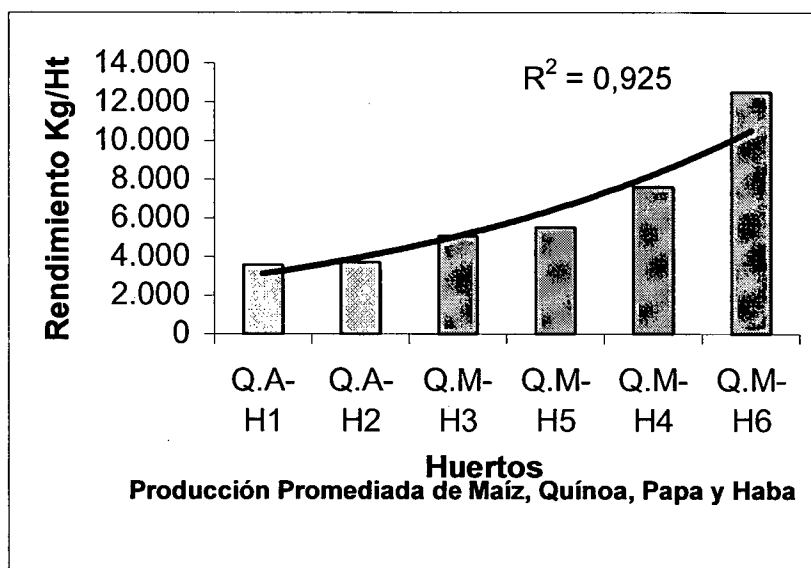


Figura 6.7: Variación en el Rendimiento de los Huertos Según su Localización en la Quebrada de Matancillas. Los colores claros indican los huertos de los sectores altos de la quebrada. La línea de tendencia indica que la productividad en los sectores altos de la quebrada de los principales recursos económicos es decreciente, en relación con la productividad de los sectores medios de la quebrada.

Considerando el rendimiento bruto promedio de todos los cultivos de ambos sectores, se aprecia la diferencia en el potencial productivo. De los datos de la Tabla 6.4 resulta que los sectores altos rinden, en kilogramos de vegetales comestibles, el 43 % menos que los sectores medios. Cuando medimos esta diferencia en calorías, alcanza el 51,5%, mayormente explicada por la caída de la productividad de la quínoa y el maíz. De acuerdo con esto concluimos que la unidad doméstica que analizamos invierte el 40 % del trabajo productivo en sectores subóptimos. La tasa de productividad potencial en kcal diarias por superficie Δp de ambos ambientes difiere notoriamente⁶, siendo para los sectores medios $\Delta pm = 22.303 \text{ kcal/d/ht}$, y para los sectores altos $\Delta pa = 10.784 \text{ kcal/d/ht}$. Con respecto

⁶ Para cada uno de los ambientes -quebradas medias o quebradas altas-, el cálculo de sus tasas de productividad diaria resulta de la sumatoria de kcal producidas por cada uno de sus huertos dividido por 365 días, dividido por la sumatoria de la superficie de cada huerto en hectáreas, resultando unidades en kcal/d/ht. Léase kilocalorías diarias por hectárea.

a las precipitaciones la tasa de productividad global diaria Δpp la calculamos en 104,55 kcal/d/ht/mm⁷, para el maíz $\Delta ppm=295,59$ kcal/d/ht/mm, para quínoa $\Delta ppm=25,61$ kcal/d/ht/mm, y para papa $\Delta ppm=19,164$ kcal/d/ht/mm. En secciones posteriores utilizaremos estos estimadores.

Del análisis desarrollado a lo largo de esta sección concluimos que la quebrada de Matancillas efectivamente constituye un ambiente local apropiado para el emplazamiento de nichos económicos con estrategias agrícolas. En efecto, si las propiedades climáticas actuales de la macroescala son comparables a las del 2000 BP, entonces por el alto rendimiento potencial de los cultivos de maíz y papa y el rendimiento moderado que hemos estimado para la quínoa, la quebrada de Matancillas en el Período Temprano debió constituir un hábitat local apropiado para el establecimiento de poblaciones con economías agrícolas; aún considerando los sectores de menor rendimiento neto de los cultivos.

En la siguiente sección discutiremos el uso de los sectores de cultivos subóptimos, de menor calidad relativa para la producción agrícola en relación con la toma de decisión sensible del riesgo. Como veremos si bien Matancillas constituye un *patch hábitat* adecuado para alojar poblaciones con estrategias agrícolas, el riesgo constituye una presión de selección natural de gran magnitud.

7- Manejo de Riesgo de la Producción Agrícola en Matancillas

En el Capítulo 4 vimos que San Antonio de los Cobres es una región mucho más árida que el promedio de la Puna, con precipitaciones medias (μ) = 115 mm. La pérdida de los cultivos y la mortalidad de los rebaños por fluctuaciones impredecibles de las precipitaciones son fenómenos recurrentes en esta comunidad. Durante el año 1999-2001 entrevistamos a un total de 18 adultos en Matancillas y Ramadas. En todos los casos los individuos manifestaron claramente los elementos que ponen en riesgo sus actividades de subsistencia, y manifestaron mucho más temor a la sequía que a otras fuentes de riesgo, como los predadores o las plagas. Es importante remarcar que la mayoría de los individuos recordaron los diversos años malos atravesados y los perjuicios ocasionados por la sequía.

Lo más interesante es que del total de los individuos entrevistados 14 se refirieron también a sequías severas narradas por sus padres. Esto nos indica un aspecto sumamente importante: la tasa de transmisión cultural de la información con respecto al riesgo. En efecto, sobre esta pequeña muestra de individuos la tasa de transmisión cultural vertical de esta información es de 0,7 %. Por otra parte en Pastos Grandes la encuesta realizada al azar sobre 24 individuos arrojó una tasa de transmisión cultural vertical acerca de la información con respecto al riesgo que afecta los rebaños de 0,75 –ver sección 11. De tal manera, sobre esta base podemos concluir que la sequía es una fuente de riesgo claramente identificada por los actores, y sobre la cual la transmisión cultural intergeneracional opera fuertemente, propiciando la toma de decisión racional para morigerar esta presión de selección natural.

En esta sección brevemente discutiremos el manejo del riesgo sobre la agricultura en Matancillas. Para esto nos valdremos de los datos de las Tablas 6.4, y 6.5 y de proyecciones basadas en los mismos. En particular nos interesa saber como opera la dispersión de los campos de cultivo entre los diferentes sectores de la quebrada en el manejo del riesgo productivo, considerando las posibilidades locales para la dispersión de huertos derivadas de la estructura física del paisaje.

⁷ Esta tasa resulta del total de kcal/d/ht dividido por las precipitaciones caídas (111mm), resultando unidades en kcal/d/ht/mm. Léase kilocalorías diarias por hectárea sobre mm. Para cada cultivo los valores de productividad por ht. los obtenemos de la Tabla 6.5, que debemos multiplicar por el Índice de utilidad y el valor de kcal de la Tabla 6.1

Como ya vimos la estructura hídrica de la quebrada de Matancillas, por las propiedades geomorfológicas de escala local, determina la *asincronía* espacial de la variación del caudal de agua de cada uno de los cauces que la componen. Principalmente entre los dos cauces menores que alimentan al cauce principal de Matancillas –cauce 3. Esto lleva a que las variaciones en las precipitaciones se expresen a destiempo, y con distinta intensidad, en cada uno de estos cauces. Realísticamente, los estados en el caudal de cada cauce son gradientes y el cálculo de sus combinatorias tiende a infinito. Para simplificar la discusión, manteniendo realismo, tomaremos dos estados dicotómicos para cada cauce, donde *totalmente seco* =0, y *totalmente caudaloso* =1. Dado esto, entonces existe una serie de ocho situaciones posibles que afectan a la disponibilidad de recursos hídricos para los cultivos basados en la irrigación, dependiente del caudal de estos cauces -Tabla 6.6.

Estados Posibles	Cauce 1	Cauce 2	Cauce 3
1	1	1	1
2	1	1	0
3	1	0	1
4	1	0	0
5	0	1	1
6	0	1	0
7	0	0	1
8	0	0	0

Tabla 6.6: Estados Posibles de la Estructura Hídrica Local de Matancillas. Cada estado determina distintas situaciones de riesgo para la producción agrícola con riego y las probabilidades de Dispersión de Huertos. En la matriz, para cada cauce, 1=totalmente caudaloso, y 0 es totalmente seco.

Considerando que el éxito de los cultivos depende de estos 8 estados posibles de la estructura hídrica local, y que la probabilidad de caídas de precipitaciones y sus efectos sobre cada cauce es estadísticamente impredecible; entonces la toma de decisión con respecto al emplazamiento de los campos de cultivo ocurre en un contexto de riesgo. Este se caracteriza por la completa incertidumbre acerca de los resultados de las cosechas en el momento en que se toma la decisión de localización de los cultivos, respecto a cada uno de los cauces del que se va a obtener agua para el riego.

Como observamos en la Tabla 6.6 dentro de las 8 posibilidades existen dos extremos. El primero es aquel en el cual todos los cauces disponen de agua suficiente para los cultivos, y es la mejor de las situaciones. Esperamos que esto ocurra cuando las precipitaciones caídas son iguales o superiores a la media. El último caso de las series es cuando la sequía alcanza a todos los cauces siendo catastrófica. Estadísticamente la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno es como mínimo de 0,2, tomando el quintil del 20 % de las precipitaciones de San Antonio de Los Cobres, cuyo umbral es de 50 mm, correspondiendo a “sequía muy severa” (Bianchi y Yáñez 1992). Estos eventos pueden extenderse por más de dos años consecutivos. En el medio existen situaciones que se presentan de acuerdo al ritmo de las precipitaciones durante la estación húmeda. Un aspecto muy importante es que debido a la geomorfología local, conforme disminuyen las precipitaciones el cauce principal del sector intermedio comienza a secarse, mientras que los cauces de las nacientes en las quebradas altas conservan su caudal. De tal manera, conforme disminuyen las precipitaciones respecto de la media devienen los estados 2 y 3 y 4.

Otras situaciones más particulares pueden tener lugar por la dinámica propia de las vegas puneñas, que pierden el agua superficial por infiltración, reapareciendo en cotas más bajas. Este sería el caso de las situaciones 5 y 7. En toda la serie de posibilidades siempre que el cauce 3 está seco deviene una situación sumamente grave, debido a que éste es el cauce principal que irriga a los sectores de mayor rendimiento agrícola de la quebrada: el sector intermedio. Para los efectos del

análisis subsiguiente, consideraremos que cada una de estas combinatorias tiene una distribución gaussiana, dependiente de la forma de la distribución de mayor escala que caracteriza la caída regional de precipitaciones.

Por otra parte, con relación al pastoreo, la abundancia de las pasturas también está afectada por las variaciones del balance hídrico local. En una escala microlocal la vegetación de vegas, localizada en los márgenes de los cursos de agua, fluctúa al ritmo de la abundancia de agua de los cauces principales. Sin embargo, el potencial forrajero no se reduce a estos ambientes puntuales, dado que la existencia de comunidades de pasturas arbustivas dispersas en los faldeos es intensamente utilizada. Estas dependen de las precipitaciones efectivas y la evapotranspiración, y no de las concentraciones puntuales de agua. De modo que comparativamente, las comunidades vegetales de mayor calidad como forraje, localizadas en las quebradas laterales, son más sensibles a la falta de humedad por el desbalance hídrico que la vegetación de los ambientes de los fondos de cuenca. En estos últimos la vegetación xerófila de tolar presenta especies más resistentes a la sequía (Ruthatz y Movia 1978) y aunque menos palatales, son potencialmente útiles en los años malos para el pastoreo.

En el período en el cual realizamos el trabajo etnográfico se produjo un proceso paulatino de reemplazo de llamas por ovejas en la composición de los rebaños. Particularmente luego de los eventos de sequía de 1995/1996 que tuvieron consecuencias catastróficas para las poblaciones locales de camélidos. Por ejemplo en el año 1992 el tamaño del rebaño de llamas de la familia con mayor capital de ganado en Matancillas era de 112 animales. En 2002 este número se redujo a una media de 27. Con posterioridad a 1997 el número de ovejas aumentó a 57 animales. Este proceso de reemplazo se incrementa también debido a que los dueños del ganado modifican la composición de los rebaños de manera sesgada, desfavoreciendo a los camélidos por su bajo valor "local" de intercambio. Una de las razones de esta selectividad es que actualmente las ovejas son más atractivas debido a la producción lanar, que está orientada a la venta primaria y a la manufactura de artesanías comercializables en el creciente mercado de turistas. Como vimos esto diverge de la situación de Pastos Grandes, donde las oportunidades de comercialización de artesanías son mínimas. Otra hipótesis que necesita ser investigada es que esta fuerte selectividad hacia las ovejas responda a una táctica tendiente a disminuir los riesgos sobre el capital pastoril, mediante la incorporación de especies más resistentes - ver Winterhalder y Lu (1999) para la discusión de esta hipótesis en el marco de las economías andinas.

De modo que en Matancillas la estrategia agropastoril se atiene principalmente a restricciones y fuentes de riesgo que se derivan de las fluctuaciones en las precipitaciones y de la estructura hídrica local. Las fluctuaciones negativas que implican sequías severas, en donde sólo llueve un máximo de 50 mm de precipitaciones tienen una probabilidad de 0,2 (Bianchi y Yáñez 1992). Esto produce crisis adaptativas extremas, tanto para la agricultura como para el pastoralismo, debido a que los años secos tienen una duración de más de dos años consecutivos (Muscio 1998-1998). Escola (1996) considera que el mayor riesgo de las economías productivas puneñas es la fluctuación de la mano de obra. No desconocemos la importancia de esta fuente de riesgo (Göbel 2001). Pero disentimos en que éste sea el principal agente de riesgo en estas economías, ya que como vimos la disminución de precipitaciones diezma rebaños y cultivos, de los cuales se obtiene finalmente el capital para financiar la mano de obra.

Como vimos la fluctuación de la disponibilidad hídrica en Matancillas es espacialmente asincrónica. Esto propicia el implemento de tácticas productivas de manejo de la varianza, en la lógica del modelo Z-Score. Especialmente con respecto a la toma de decisión acerca del uso del espacio productivo, a la elección de los espacios residenciales y a la localización de las parcelas de cultivos y las facilidades de pastoreo. En la siguiente sección analizaremos, desde la perspectiva arqueológica y con la información etnográfica, la toma de decisión con respecto al manejo del riesgo de la producción agrícola.

7.1- Dispersión de los Campos de Cultivo y Manejo Adaptativo del Riesgo

En la región de estudio la baja productividad primaria y las fluctuaciones de la disponibilidad de los recursos constituyen los dos estresores ecológicos principales, ya que ambos afectan los niveles adaptativos de requerimientos nutricionales. Desde un punto de vista ecológico evolutivo estas variables son cruciales para dar cuenta de la dinámica demográfica de poblaciones altoandinas de ambientes que son muy fluctuantes, y de sus estrategias reproductivas (Azcune y Gómez 2002).

Siguiendo la lógica del modelo Z-Score necesitamos estimar R , el valor de requerimientos de la unidad doméstica. Este debe basarse en el consumo requerido por individuo, el cual a su vez depende del gasto calórico total. La Tabla 6.7 presenta la ingesta diaria promedio en kilocalorías por persona de distintas poblaciones de cazadores recolectores. Como se aprecia el rango de variación es muy amplio, oscilando entre las 1.650 - 3.827 kcal/d. Esta variabilidad se relaciona con las propiedades del entorno y también con las diferencias en las estrategias de uso de los recursos (Jenike 2001).

Para estimar los requerimientos diarios de energía de nuestro caso de estudio, es muy importante destacar dos factores. El primero se relaciona con el Nivel de Actividad Física, medido por el índice PAL -Physical Activity Level- que varía en relación con las estrategias económicas. Jenike 2001 resume la información disponible para sociedades etnográficas, señalando que para poblaciones de cazadores recolectores la actividad física tiene un valor medio menor que en sociedades de horticultores, quienes a su vez tienen una actividad física menor que las sociedades con economías agrícolas con un uso más intensificado del espacio.

POBLACIÓN	kcal/persona/día
Anbarra (Australia)	1600-2500
San (Botswana)	2000-2200
Hiwi (Venezuela)	2043
Mbuti (Congo)	2280
Onge (Andaman Islands)	2620
Efe (Congo)	2767
Hadza (Tanzania)	2900-3700
Alywara (Australia)	3000
Ache (Paraguay)	3827

Tabla 6.7: Consumo de Kilocalorías Diarias de Diferentes Poblaciones de Cazadores Recolectores Etnográficos. Tomado de Jenike 2001(Tabla 8.2)

En las sociedades hortícolas el índice PAL es de 1,87 para los hombres y 1,79 para las mujeres, mientras que para cazadores recolectores es en promedio de 1,75. Es decir que en nuestro caso debemos considerar actividad diaria intensa. Según el octavo congreso de nutrición de Argentina, la ingesta diaria recomendada es para hombres de edades reproductivas y actividad moderada de 3.000 kcal/d y para mujeres de 2.300 kcal diarias, y para niños en etapas de crecimiento y desarrollo hasta los 10 años de 1.950 kcal (Pupi *et al* 1988, Cuadro 1). Sobre estos valores, y dado que la actividad es intensa debemos estimar un 10% más de requerimientos (Carmuega 1989). El segundo aspecto a considerar es la altitud, que afecta el metabolismo basal y los requerimientos de carbohidratos, proteínas y grasas. Al respecto, Aldenderfer 1997 sugiere que en elevaciones por encima de los 2.500 m/nm el metabolismo basal humano, debido al frío y a la hipoxia demanda una dieta *nutricionalmente óptima* basada en un alto contenido en carbohidratos (70-85 %), y bajo contenido en grasas y proteínas, entre un 10 –15 % de cada una. Estas proporciones son relevantes para considerar los umbrales de requerimiento diarios y anuales de alimentos.

Para el caso de estudio, emplearemos el valor de $13.405 \pm 10\%$ *kcal/d* -kilocalorías diarias- para caracterizar el requerimiento mínimo de la unidad doméstica. Su valor resulta de:

$$R_{min} = 2(3.100) + 2(2.530) + 2.145 = 13.405 \text{ kcal/d}$$

Este valor total de R_{min} constituye un umbral adaptativo a satisfacer para una nutrición óptima teórica de cada miembro de la unidad doméstica en ambientes de altura. Sin embargo nosotros estamos interesados en los objetivos de producción agrícola, es decir en el requerimiento que satisface las necesidades principalmente de carbohidratos. Tomando una contribución necesaria del 75 % de estos nutrientes, este valor umbral es de 10.054 *kcal/d*. Esta cantidad se obtiene mediante el consumo de alimentos derivados de vegetales con alto contenido de féculas, como el maíz, los tubérculos, las habas y la quínoa. Como vimos todos estos cultivos son efectivamente utilizados en Matancillas. En este modelo teórico de dieta, la carne provee el resto de los requerimientos nutricionales, fundamentalmente de grasas y proteínas. El requerimiento mínimo de estos recursos para la unidad doméstica es de 3.351 *kcal/d*, que pueden ser obtenidas mediante el uso de animales domésticos fundamentalmente.

Sin embargo, como vimos la economía en Matancillas no depende exclusivamente de la producción agropecuaria, sino también de la adquisición de alimentos en el mercado, o a partir de programas estatales de asistencia alimenticia. Según la información que disponemos, la obtención de alimentos no producidos por la unidad doméstica está en el orden del 35 %. Estos son recursos ricos en carbohidratos, como la harina de trigo y sus derivados, azúcar y legumbres secas. Pero un aspecto clave es que la posibilidad de obtención de estos recursos varía de manera impredecible. Esto se debe a que la disponibilidad de dinero para su adquisición depende de la venta muy fluctuante de artesanías y productos agropecuarios, de la obtención ocasional de trabajo de Benito fuera de la quebrada, y lo altamente azarosa de la distribución de alimentos por parte del estado u otras instituciones.

Por esta razón, pero fundamentalmente porque nos interesan estudiar situaciones comparables con las arqueológicas, no consideraremos esta fracción de alimentos obtenidas fuera de la producción doméstica, Es decir que tomaremos el valor de $R = 10.054 \text{ kcal/d}$, para caracterizar los objetivos de la producción agrícola de la unidad doméstica. La alternativa inversa puede consultarse en Muscio (2002 MS).

7.2- Productividad Agrícola y Dispersión de los Campos.

Sobre la base de los rendimientos de la Tabla 6.4 se puede examinar si la toma de decisión, con respecto a la localización de los campos de cultivo responde al manejo del riesgo de sequías. Esto es factible cotejando, a partir de la proyección cuantitativa, los resultados hipotéticos de dos diferentes tácticas de uso del espacio: "concentración" o "dispersión" de los campos de cultivo.

La hipótesis de un uso concentrado del espacio productivo implica que la totalidad de los campos se disponen agrupados, en el sector intermedio, o en los sectores altos de la quebrada – ver Fotos 6.2/3/4. La primera posibilidad es la de mayor beneficio neto en los años buenos, dado que estos campos son los más productivos. La segunda posibilidad es subóptima en relación con el rendimiento neto. Así la táctica orientada a maximizar el rendimiento es siempre la primera. Sin embargo esta táctica implica una apuesta al riesgo, debido a que la instalación de los cultivos limitada al cauce principal de Matancillas inhibe el uso de fuentes alternativas de agua, que permitirían disminuir las

probabilidades de escasez de este recurso crítico en las 8 distintas situaciones que se predicen de la Tabla 6.6.

La hipótesis de dispersión de campos de cultivo implica el uso tanto de los espacios intermedios como de los sectores altos, con una distribución de campos de cultivo en las proximidades tanto de los cauces primarios como secundarios. Esta táctica productiva potencialmente minimiza el riesgo, al disminuir las probabilidades de pérdidas por sequía. Sin embargo no es la de mayor retorno neto, porque promedia rendimientos entre campos de distinta calidad, y además demanda mayores costos de movilidad y cuidado de campos alejados.

Se puede proyectar linealmente el rendimiento de cada una de estas tácticas considerando distintas proporciones de dispersión-concentración de campos. Esto es útil para discutir el manejo del riesgo con relación a las opciones de rendimiento de los distintos sectores de cultivo que presenta la quebrada. Para esto, proyectaremos los resultados de diferentes tácticas de dispersión. Estas varían por las proporciones de uso de los dos distintos sectores de cultivos. Para el cálculo del rendimiento total consideraremos la superficie de cultivo observado etnográficamente de 0,65 ht. Su valor final resulta del producto entre la fracción de superficie cultivada en cada sector y su respectiva tasa de productividad de $kcal/d/ht - \Delta pm$; Δpa - calculadas en la sección 6 de este capítulo.

La Figura 6.8 presenta las series de rendimientos en kilocalorías diarias resultantes de la dispersión de cultivos entre sectores de quebrada media-quebrada alta, en proporciones que varían en intervalos del 10% del uso de cada sector. En los extremos ocurre la concentración cultivando el 100% en quebradas medias, extremo inferior, o el 100% en los sectores de quebrada altas, extremo superior. El gráfico también presenta la proporción de dispersión observada etnográficamente $Q_m \cong 0,6$, y la intersección de R con las distintas series de rendimiento.

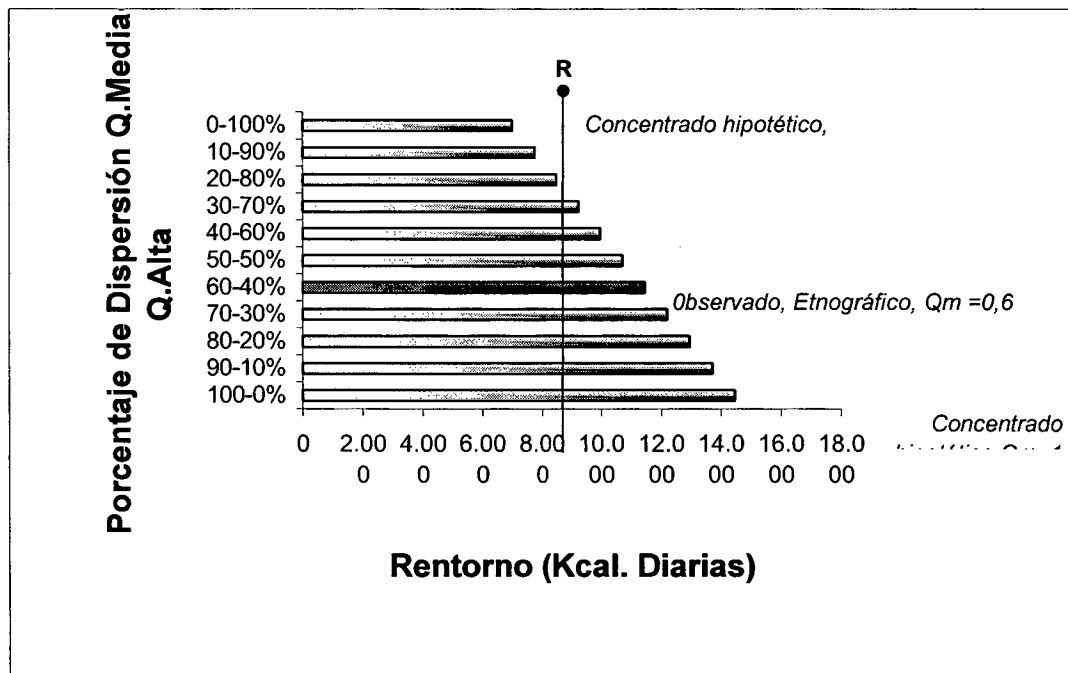


Figura 6.8. Proyección de los Rendimientos Decrecientes en Kilocalorías Diarias Resultante de la Variación en la Proporción de Dispersión de los Campos de Cultivo. La dispersión ocurre entre los Sectores Medios y Altos de la Quebrada de Matancillas. R es el requerimiento de kilocalorías diarias de la unidad doméstica.

Nótese que para los años con precipitaciones próximas a la media, como es el caso en el cual realizamos la medición del rendimiento productivo, todas las series por debajo de la proporción 30% de cultivos en las quebradas altas 70% en las quebradas medias, consiguen la meta anual productiva, R , siendo esta proporción de dispersión el límite tolerado de uso de ambientes productivos de los sectores de baja calidad. Es más, dejando todos constante, salvo las precipitaciones, si se hubiera cultivado el 100% en las quebradas medias se hubiera obtenido un rendimiento muy superior al requerimiento diario. No obstante, para la proporción de cultivos etnográficamente observada se logra R , también obteniendo una cantidad de kilocalorías diarias sustancialmente superior a las requeridas. Desde un punto de vista seleccionista la pregunta es: ¿Porqué no se emplazan todos los cultivos en los campos de mejor calidad, apuntando a trabajar menos, maximizando el retorno?

La respuesta probablemente se relaciona con el manejo adaptativo del riesgo. Más específicamente, con la regla básica del modelo Z-Score: "si las expectativas superan al requerimiento, entonces se debe elegir la opción de menor varianza". Teniendo en cuenta que este ambiente es altamente fluctuante y que la variación en los rendimientos agrícolas es impredecible, el excedente logrado por la táctica de dispersión de $Q_m \cong 0,6$ puede ser explicado como el resultado de un año relativamente bueno en una estrategia adaptativa sensible a las fluctuaciones del agua para el riego de gran magnitud. Al no disponer de datos confiables acerca de las variaciones efectivas del caudal de las distintas cuencas y de la productividad agrícola derivada de estas variaciones, tan solo podemos formalizar esta hipótesis gráficamente –Figura 6.9.

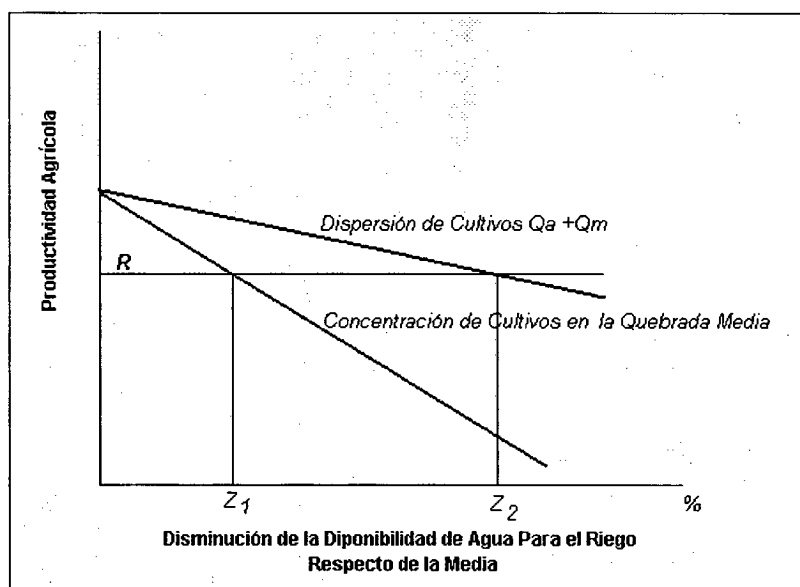


Figura 6.9: Modelo de Minimización de Riesgos de la Producción Agrícola en Matancillas por la Fluctuación Local de la Disponibilidad de Agua para el Riego. Dos tácticas, A: Concentración de Campos junto a los cauces de la Quebrada Media que son más productivos pero más sensibles a la fluctuación de las precipitaciones. B: Dispersión de Campos entre los sectores más altos Q_a , que son menos productivos pero con caudales más persistentes durante eventos de disminución de las precipitaciones. La táctica B es la que maximiza las probabilidades de conseguir los requerimientos, siendo los campos de Q_a cultivos *buffer* que disminuyen la varianza total del rendimiento agrícola.

Como muestra el gráfico de la Figura 6.9, ante la disminución de la disponibilidad de agua para el riego de los campos de cultivo, la táctica de dispersión de huertos en las quebradas altas y en las quebradas medias aumenta las probabilidades de conseguir los requerimientos de la unidad doméstica con una probabilidad mucho mayor Z_2 , que aquella derivada de una táctica de concentración de los campos en los sectores medios de la quebrada Z_1 . Esto es una consecuencia de la asincronía en la

fluctuación de los diferentes cauces, y de la mayor productividad de los sectores medios con respecto a los sectores altos de la quebrada, que en los años malos promedian su rendimiento con el obtenido en los huertos más cercanos a las nacientes. Sin embargo como veremos más adelante, esta táctica falla cuando la variación es sincrónica y compromete a todos los cauces, primarios y secundarios.

Según esta hipótesis los cultivos en los sectores altos son reaseguros contra el riesgo: cultivos *buffer* que disminuyen la varianza total en los años malos. Debido a esta táctica, durante los años con precipitaciones en torno de la media la supervivencia está sobreasegurada. De tal modo el comportamiento observado etnográficamente respondería a una táctica *risk adverse*. No seguiremos con la discusión de esta hipótesis, ya que esto necesita de una profundización del trabajo etnográfico - Muscio 2002. Solamente señalamos que esta hipótesis tiene implicaciones arqueológicas. En efecto, podemos postular que el poblamiento de la quebrada de Matancillas con economías que incluyeron a la agricultura debió afrontar riesgos derivados de la fluctuación de las precipitaciones, pero manejables adaptativamente por la dispersión de los campos en los distintos sectores de la quebrada. La dispersión espacial de las estructuras de cultivo arqueológicas, pero con una mayor concentración en los sectores medios de la quebrada es la principal vía de contrastación empírica de esta hipótesis.

En la siguiente sección estimaremos los costos de la producción agrícola en Matancillas. Nos basaremos en la información etnográfica, apuntando a generar el ranking óptimo de los recursos silvestres y domesticados, comenzando con el estudio de la inversión temporal en las actividades productivas.



Foto 6.2: Cultivos del Sector Alto de Matancillas

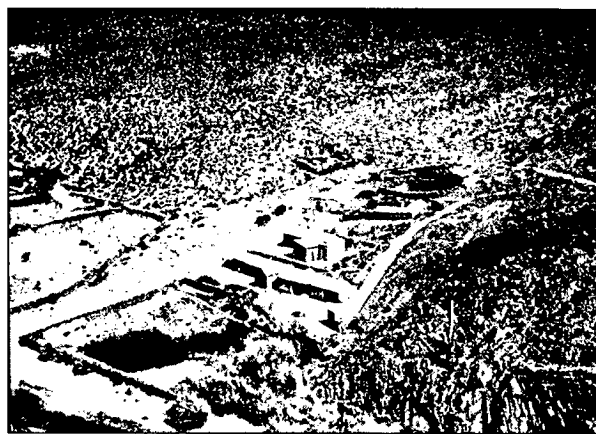


Foto 6.3: Cultivos del Sector Medio de Matancillas



Foto 6.4: Canchones de Cultivo y Canales de Riego del Sector Medio de Matancillas

8- La Inversión Temporal y los Costos de las Actividades Agrícolas en Matancillas

Debido a la marcada estacionalidad climática en la Puna las actividades productivas durante el ciclo anual son discontinuas. La disponibilidad de recursos para satisfacer los requerimientos anuales de las unidades domésticas depende mayormente de la abundancia de las precipitaciones durante la estación húmeda, y es en esta temporada cuando se concentra el trabajo productivo agrícola y pastoril. Esta concentración del trabajo genera dilemas de inversión temporal que son críticos resolver. Aquí entran en juego los costos de oportunidad del tiempo invertido en las diferentes actividades agropecuarias y tecnológicas.

Por ejemplo entre finales de noviembre y comienzos de diciembre se superponen los tiempos más adecuados para la manufactura de alfarería, con el comienzo de los riegos de maíz y el mayor cuidado de las siembras de papas y habas, junto con la preparación de los campos para la siembra de las hortalizas. Los dilemas de inversión temporal se acrecientan en febrero, cuando ocurren las pariciones del ganado y se incrementa la frecuencia de riego de todos los cultivos. Por esta razón el manejo racional del tiempo, es decir su inversión óptima, es un aspecto clave de las economías de producción de alimentos que merece ser investigada etnográficamente.

Dada la inexistencia de datos etnográficos sobre la inversión temporal en las economías puneñas y menos aún de la Puna de Salta, afrontamos el desafío de construir nosotros mismos estos datos, sobre la base de interrogantes arqueológicos los cuales son los que finalmente sirven para evaluar la calidad de los datos en relación con la problemática abordada. Esto es importante de enfatizar porque creemos que la Antropología debería emprender los estudios de inversión temporal mediante interrogantes propios de la escala etnográfica, lo cual no es nuestro caso.

La metodología utilizada para la estimación de la inversión temporal de las actividades económicas en Matancillas fue la entrevista individual, mediante preguntas puntuales de respuesta abierta. También recurrimos a la observación participativa, y a la medición con cronómetro de la duración de algunas actividades claves del procesamiento de los recursos. Mediante ambos medios hemos podido estimar el tiempo invertido en las principales actividades agropecuarias, y también los tiempos de procesamiento poscosecha de los principales recursos. En la obtención de los datos fue de suma utilidad la información detallada que nos proporcionó cada individuo de la unidad doméstica. Precisamente debido a la importancia de la administración del tiempo tanto Eulalia, Benito, como los hijos mayores que conviven aún con ellos, Celia y Ezequiel, conocen con detalle los tiempos demandado por actividades productivas específicas y la mano de obra necesaria para cada una.

La concentración del trabajo productivo, hace que en Matancillas durante las labores de siembra y cosecha la unidad doméstica contrate a un jornalero que atiende, a la par de sus miembros, las tareas rurales específicas. Este es el rol del *potrerizo*. Este individuo trabaja regularmente junto con Benito en la siembra y en la cosecha de alfalfa y en otras actividades que requieren mucha mano de obra. En la siembra de alfalfa se le retribuye con una fracción de la producción de este recurso, en otros la paga se realiza mediante ganado, o mediante trabajo en la atención de su rebaño. En estos acuerdos es crítico respetar la duración de la jornada de trabajo diario, que es de 7 horas, y que comienza en la temporada de verano alrededor de las 8hs am. Durante la jornada el trabajo solo se detiene para el almuerzo en el campo. Esta unidad de medición del tiempo, por su importancia en la organización de los acuerdos individuales de trabajo, nos fue de suma utilidad porque abarca cada actividad productiva. De tal manera Benito y Eulalia, que son los responsables del establecimiento de los acuerdos, nos informaron la duración de las principales actividades mediante estas unidades de medición temporal del trabajo. Su duración la hemos controlado con nuestras propias mediciones en

los tiempos de la cosecha de alfalfa y habas –campañas 1999 y 2000- corroborando la duración de 7 horas de trabajo diario intensivo.

A partir de las entrevistas a los 4 miembros de la unidad doméstica que participan en el trabajo obtuvimos la estimación del tiempo total invertido en el trabajo agrícola y del calendario de cada tarea. Las preguntas que se formularon se relacionan con los tiempos demandados y la cantidad de personas intervinientes en el rango de actividades que tienen lugar desde la presiembra a la poscosecha. De tal manera se preguntó acerca de: a) la preparación inicial de la tierra para los cultivos, b) el arado surcado y planeamiento de las líneas de siembra, c) la siembra de cada cultivo, d) el raleo y el desmalezado de los cultivos, e) la cosecha de cada cultivo, f) el tiempo diario de atención y cuidado de cada cultivo, g) el proceso de secado de cultivos con semillas y h) el proceso de desgranado y almacenamiento de las semillas cosechadas.

Nuestras expectativas fueron obtener información acerca de cada actividad en particular por huerto, y por especie. Sin embargo esto no fue posible ya que las respuestas brindadas fueron en muchos casos de mayor generalidad, es decir promediando los tiempos. Las preguntas fueron siempre formuladas en jornadas de trabajo o fracciones de las mismas, y algunas respuestas nos fueron dadas en horas y fracciones de horas. Finalmente, los datos del tiempo diario demandado para la atención de los cultivos los controlamos en el campo, midiendo el tiempo de permanencia de Eulalia o Benito en los huertos.

Señalamos que si bien en los períodos de alta demanda de trabajo productivo todos los individuos de la unidad doméstica participan del mismo, es principalmente Eulalia la encargada de la atención diaria de los cultivos. Este trabajo incluye el manejo diario del flujo del riego entre los canales -tapando y destapando los accesos de agua de los sembradíos con pala metálica- el cuidado del ataque de la siembra por roedores –particularmente en los cultivos de papa-, el cuidado de hurto o daño por parte de vecinos o extraños, el cuidado de la intromisión en los huertos de ganado que pueda comer los cultivos, y el seguimiento constante del estado sanitario y del desarrollo de los cultivos.

En las actividades poscosecha, como el trillado y secado de la quínoa y la avena intervienen Eulalia y Ezequiel o Celia. Los granos se obtienen luego de la cosecha y la confección de las parvas desprendiendo los granos comestibles mediante golpes con azadas metálicas o mazos de madera de cardón. En consecuencia estos costos corresponden a los *costos de manejo*, como se detalla en la próxima sección. Lo mismo es aplicable a las actividades de poscosecha de maíz, que implican el secado de las vainas cosechadas y el almacenamiento final.

La Tabla 6.8 presenta el total de las actividades agrícolas llevadas a cabo en Matancillas, la duración en horas hombre de trabajo de cada actividad, y el cálculo total de tiempo invertido por hectárea anual y diario medidos en hr/ha. Como ya dijimos gran parte de la información está promediada, porque nos fue suministrada de esta manera. Como veremos esto no dificulta la estimación de los tiempos de trabajo por cultivo, pero sí le resta cierta precisión.

De todas maneras defendemos que nuestros datos reflejan adecuadamente la inversión temporal de las actividades agrícolas, debido a que no encontramos contradicciones entre las respuestas de los individuos y nuestras propias observaciones –limitadas a períodos de observación promedio de 1,5 meses por año, desde 1998. Si bien estos datos se pueden mejorar a partir de la cuantificación directa con la permanencia en el campo durante períodos representativos de todo el ciclo anual y la experimentación; para nuestros fines específicamente arqueológicos –la construcción del ranking de elegibilidad de recursos discutible en la escala arqueológica- consideramos a estos datos de suma utilidad y alta calidad.

Actividades Agrícolas (presiembr-a cosecha)	Tiempo Invertido por Actividad (hrs.-hombre)	Fuente: Reporte Etnográfico (1 jornada =7 hrs.-hombre)	Calendario de Actividades
1) Laboreo inicial de la tierra de todos los huertos	56	4 jornadas, 2 personas	agosto
2) Arado y surcado de la tierra de todos los huertos (excepto de quínoa)	560	40 jornadas, 2 personas	agosto-septiembre
3) Inundado y Surcado de los huertos de quínoa	14	1 jornada, 2 personas	agosto
4) Preparado de Almacigos p/hortalizas)	14	2 jornadas, 1 persona	septiembre
5) Siembra de alfalfa	105	5 jornadas 3 personas	noviembre
6) Siembra de habas	28	2 jornadas, 2 personas	septiembre
7) Siembra de maíz	14	2 jornadas, 1 persona	octubre-septiembre
8) Siembra de papa	56	4 jornadas, 2 personas	octubre-septiembre
9) Siembra de quínoa	4,5	1/2 jornada, 1 persona	agosto
10) Siembra de avena y hortalizas	35	5 jornadas, 1 persona	noviembre
11) Desmalezado de los huertos	70	10 jornadas, 1 persona	noviembre-febrero
12) Cosecha y emparvado de alfalfa	56	4 jornadas, 2 personas	febrero-abril
13) Cosecha de maíz y papas	105	4 jornadas, 5 personas	marzo-abril
14) Cosecha y emparvado de quínoa	28	2 jornadas, 2 personas	abril-mayo
15) Cosecha y emparvado de avena	7	1 jornada, 1 persona	abril
16) Cosecha de habas	21	3 jornadas, 1 persona	abril
17) Cosecha de hortalizas	1,33	10 minutos semanales, dos meses, 1 persona	febrero-abril
18) Trillado de quínoa (con maza de madera o pala metálica)	7	1/2 jornada, 2 personas	abril-mayo
19) Secado y ventilado de los granos de quínoa	1,25	1/4 hr. cada 2 días, 1 persona, 10 días	mayo
20) Descascarado de los granos de quínoa y almacenaje (frotado manual)	7	1/2 jornada, 2 personas	mayo
21) Secado y ventilado de las vainas de maíz	20	2 hr. cada 2 días, 1 persona, 20 días	abril-mayo
22) Almacenaje de maíz	4,5	1/2 jornada, 1 persona	abril-mayo
23) Secado y ventilado de las habas y obtención manual de las semillas	5	1/2 hr. cada 2 días, 1 persona, 20 días	abril
24) Almacenaje de semillas de habas	2	2 hr., 1 persona	abril
25) Ventilado de las papas poscosecha y reembalaje	14	1/2 jornada, 2 veces al año, 2 personas	julio
26) Trillado de avena (con maza de madera)	2	1 hr., 2 personas	abril
27) Secado y ventilado de la avena	1,25	1/4 hr. cada 2 días, 1 persona, 10 días	abril
28) Almacenaje de la avena	0,5	1/2 hr., 1 persona	abril
Tiempo Total Invertido (hrs-hombre)	1.239,33		
Superficie Plantada (hts.)	0,92		
Tiempo Total Invertido por Ht. (hrs/Ht)	1.347,09		
Trabajo Agrícola Diario (hs/ht)	3,69		

Tabla 6.8: Tiempo Invertido Estimado en la Producción Agrícola de la Quebrada de Matancillas y Calendario de Actividades. La fuente es el reporte etnográfico en jornadas de 7 horas-hombre de trabajo. Los tiempos de cada actividad, T1, T2... T17, están expresados en hrs, y los tiempos globales en horas por hectárea.

En la Tabla 6.8 se aprecia que en conjunto las actividades de mayor demanda de tiempo son las de resiembra: 1) la preparación de la tierra para el laboreo Inicial, y 2) el de arado y surcado del terreno. Ambas son determinantes del resultado final de los cultivos. Por esto brevemente las comentaremos. La primera abarca la selección de los huertos a cultivar, la reparación de las paredes de los canchones de cultivo, la limpieza de los canales de riego y del terreno –principalmente la remoción con pala metálica y azada de malezas y piedras- y el inundado inicial del terreno para saturar de agua la superficie a trabajar. La segunda es la de mayor esfuerzo, ya que la tierra se remueve arándola con un arado de hoja metálica arrastrado por un individuo, o a veces por una animal de carga, y guiado por otro. En esta actividad se incorpora estiércol de camélidos u ovejas, que se extrae de la limpieza de los corrales. Las profundidades de arado son relativamente bajas –no más de 20 cmts en promedio. Los surcos se hacen manualmente mediante azadas metálicas. En esta actividad la planificación de la disposición de líneas de siembra y los surcos es clave, debido a que de ella depende el flujo del agua entre los cultivos. Esto se hace considerando la pendiente del terreno y alternando la disposición de los surcos de año en año, para evitar la pérdida de suelo por la remoción de la tierra derivada del riego. Es importante destacar que el manejo de la quinoa no insume estos costos, debido a que la siembra se hace directamente sobre el terreno previamente irrigado y sobre camellones entre surcos realizados con azada.

A partir de estos datos podemos realizar la estimación *del tiempo de trabajo por superficie (Trp)*, de los cultivos que más nos interesan desde el punto de vista arqueológico: maíz, papas y quinoa. Este es el costo en tiempo total requerido para la obtención de cada recurso. Para obtener *Trp* procedemos siguiendo la fórmula (6.1), donde *Tg* es el tiempo invertido en las *actividades generales* de producción, obtenido de la suma del tiempo de cada actividad que no interviene en la producción del recurso analizado *i*. *F_i* es la proporción de superficie cultivada del recurso *i*, *Ts_i* es el tiempo invertido en la siembra de *i*, *Tc_i* es el tiempo de cosecha de *i*, y *S_i* es la superficie cultivada de *i*. Como se puede apreciar el término (*F_i x Tg*) es la fracción correspondiente a un recurso particular del tiempo total invertido en las actividades generales, y el término completo del *numerador*, es el costo neto en horas dedicado a la producción de cada cultivo. Llamaremos a este costo *Cp*.

$$Trp_i = \frac{(F_i \times Tg) + Ts_i + Tc_i}{S_i} \quad (6.1)$$

Para las cuentas utilizamos los valores de tiempo invertido por actividad de la Tabla 6.8 y las proporciones de cultivo de la Tabla 6.5 -o si se quiere calculándolas de la Tabla 6.4. Como se observa en la Tabla 6.8, para maíz y papa sus tiempos de cosecha están promediados en *T13*. Por esta razón para estimar la fracción de tiempo particular de cosecha de cada uno de estos recursos debemos multiplicar *T13* por su correspondiente proporción de siembra –su valor de *F*. Esto nos lleva, en estos casos, a incluir en el paréntesis los tiempos de cosecha. De esta manera los cálculos y los resultados para maíz, papa y quinoa del tiempo de inversión total en trabajo son.

$$Trp_{maiz} = \frac{F_{maiz} (T1 + T2 + T11 + T13) + T7}{S_{maiz}} = \frac{214,37hr}{0,1955ht} = 1.096,23hr / ht$$

$$Trp_{papa} = \frac{F_{papaz} (T1 + T2 + T11 + T13) + T8}{S_{papa}} = \frac{191,45hr}{0,145ht} = 1.320,34hr / ht$$

$$Trp_{quinoa} = \frac{F_{quinoa} \times (T1 + T11) + T3 + T9 + T14}{S_{quinoa}} = \frac{65,77hr}{0,172ht} = 683,37hr / ht$$

Como veremos en la siguiente sección, para la construcción del ranking y la comparación de las tasas de retorno de los recursos nos interesan los costos netos en horas de cosecha y poscosecha de maíz, papa y quínoa expresados en horas, dado que de ellos depende la utilidad marginal de cada uno de estos recursos. Por esta razón estimaremos tales costos aquí.

Designaremos al costo de cosecha Cc y a los de poscosecha Cpc . Calcularemos ambos costos directamente de la Tabla 6.8. Como dijimos para maíz y papa $T13$ está promediado, por esta razón debemos multiplicarlo previamente por F , su proporción de cultivo para obtener el valor de Cc respectiva. Para quínoa este valor ya está indicado en la Tabla 6.8. Los tiempos invertidos en las actividades de poscosecha los calculamos a partir de la sumatoria de las de horas invertidas en cada actividad de poscosecha para cada recurso, tal como que figura en la Tabla 6.8. De tal manera obtenemos:

$$Cc_{maiz} = T13 \times 0,17 = 17,85,5hr ; Cpc_{maiz} = T21 + T22 = 24,5hr$$

$$Cc_{papa} = T13 \times 0,129 = 13,5hr ; Cpc_{papa} = T25 = 14hr$$

$$Cc_{quinoa} = T14 = 28hr ; Cpc_{quinoa} = T18 + T19 + T20 = 14,25hr ,$$

La Tabla 6.9 resume la inversión temporal neta y las estimaciones de los costos de producción obtenidos del trabajo etnográfico, para los cultivos de maíz, papas, y quínoa. Como dijimos para la Puna de Argentina no existen datos previos a los nuestros acerca de la inversión temporal de las economías agrícolas etnográficas. De tal manera la comparación de nuestros resultados la debemos realizar con la de otras áreas andinas.

Recurso	Costos de Trabajo Total en el Campo Trp (hr/ht)	Costo de Producción Neto Cp (hr)	Costo de Cosecha Neto Cc	Costo Poscosecha Neto Cpc
Maíz	1.096,23	214,37	17,85 hr	24,5hr
Papa	1.320,34	191,45	13,54hr	14hr
Quínoa	683,37	65,77	14hr	14,25hr

Tabla 6.9: Costos de Trabajo en la Agricultura de Maíz, Papa y Quínoa de Matancillas. Costos de trabajo total por cultivo y por hectárea, Costos netos de producción por cultivos y Costos Netos de Cosecha y Poscosecha en horas y en horas por kilogramo.

Analizando los datos de la Tabla 6.8 lo primero que observamos es la baja inversión neta en horas dedicadas a la agricultura por día, que es de 3,69 horas. Esto es importante, porque nos informa que la inversión del tiempo en la agricultura deja lugar para el desarrollo de otras actividades, como el pastoralismo. Es decir que ambos costos, si bien compiten fuertemente, *pueden complementarse* en una estrategia más generalizada que abarque ambas actividades. De echo esto es lo que ocurre en

Matancillas. Recordemos que el tiempo promedio diario dedicado al pastoralismo es de 2,5 horas. Esto arroja un promedio neto cercano a las 6,5 horas diarias invertido en la producción de alimentos y explicado mayormente por la agricultura.

Kelly (1995) advierte la diversidad existente en el tiempo de trabajo neto diario entre sociedades de cazadores recolectores, sin embargo en ambientes áridos el costo neto de la subsistencia, fluctúa entre las 7 y 8 horas diarias (Kelly 1985:Tabla 1-1), el cual se incrementa considerando los costos de procesamiento de los recursos, demostrando la falsedad del modelo de "sociedad opulenta" (Hawkes y O'Connell 1981). De tal manera no esperamos grandes diferencias en el tiempo diario invertido en la producción de alimentos, respecto de la predación.

Pero un aspecto muy importante que destacamos, es que en la evolución de los nichos económicos con estrategias agrícolas en la Puna, la presión de selección que se deriva de los dilemas de inversión del tiempo, debido a que el trabajo productivo se concentra fuertemente en el ciclo de la temporada de verano. Esto puede implicar una variedad de adaptaciones sociales y tecnológicas. Para el pastoralismo esperamos una menor incidencia de los dilemas de inversión del tiempo, porque como vimos esta actividad no sólo demanda una menor inversión en tiempo, sino que además disminuye los costos de oportunidad de otras actividades económicas. En el acápite final extenderemos esta discusión.

Finalmente un aspecto que nos interesa desarrollar aquí es la comparación de la inversión temporal en horas que registramos en Matancillas para la agricultura, con respecto a datos de otras áreas, para evaluar la confiabilidad de nuestras estimaciones. Para esto nos centraremos en el maíz, debido a que la inversión temporal de este cultivo es la más estudiada. En el Valle de Mantaro, localizado en las tierras altas de Perú, Barlow (1997) estima a partir de los datos de Hastorff (1993 en Barlow 1997), que el tiempo invertido en la preparación de los campos, la siembra y la cosecha de maíz es de 945 hr/ht, con una gran variación en el rendimiento bruto por hectárea cultivada. Por otra parte en Panajachel, Guatemala, Sol Tax 1963 (en Barlow 1997) estima un tiempo promedio de trabajo en la producción de maíz 334 hr/acre, que equivalen a 835 hr/ht. Tomando los datos obtenidos por informantes etnográficos de las tierras altas y frías de Guatemala por Stadelman 1940, Tax 1963 y Cancian 1965, presentados de Barlow (1997, tabla 3.2), el promedio de los costos totales de trabajo manual en el campo para el maíz es de 416,6hr/acre (n=15), lo que equivale a 1.041,5 hrs/ha.

Por otra parte en el Altiplano Boliviano con sistemas de irrigación y siembra sobre terrazas se logran altos rendimientos de cultivos de papas con una inversión de tiempo total de alrededor de 1,3 hr/ht (Kendal 2003). Nuestra estimación para estos cultivos en la Puna de Salta está dentro del rango de variación de estos datos, especialmente en el caso del maíz –ver Tabla 6.9. Para quínoa no disponemos de información comparativa. De todos modos, considerando la información comparativa de los cultivos del maíz y papa, consideramos que nuestros datos acerca del tiempo total invertido en la agricultura son de buena resolución. Por esta razón tomaremos nuestras estimaciones para evaluar el potencial económico agrícola de la quebrada de Matancillas. Así, consideramos que los datos obtenidos en Matancillas acerca de la inversión del tiempo en la agricultura y los rendimientos productivos, son adecuados para la construcción del ranking óptimo de los recursos. No obstante, en el futuro debemos controlar experimentalmente, y también a partir del estudio de otros casos en el Valle de SAC, el rango de variación posible por diferentes sistemas de manejo -densidades de siembra, variedades especies y estructuras de riego, y fundamentalmente por las tecnologías de producción y procesamiento de los recursos. En la siguiente sección, a partir de estos datos generaremos el ranking de recursos, estimando los costos de producción y los costos totales de manejo de los recursos. Para esto utilizaremos datos provenientes de nuestra propia cuantificación de los costos de procesamiento de los principales recursos.

9- Costos de Manejo de los Principales Recursos Económicos del Valle de SAC

Como vimos en el Capítulo 5, una distinción clave en el Modelo de Amplitud de la dieta es aquella entre los *costos de búsqueda* y los *costos de manejo* de los recursos. Bajo la premisa de que en la producción de los recursos los costos de búsqueda se anulan, entonces todos los costos intervinientes en la obtención y el procesamiento final para el consumo de estos recursos forman parte de los costos de manejo. En esta sección analizaremos el costo de manejo total, *hz*, de los recursos domésticos y silvestres potencialmente explotables por poblaciones arqueológicas del Valle de SAC, sobre la base de información etnográfica y mediciones directas en el campo realizadas por nosotros.

En la Tabla 6.10 presentamos la estructura de los costos de manejo que estimaremos, junto con su notación y sus unidades. Como se aprecia en la tabla, segmentamos a *hz* en una serie de costos menores, que componen al costo de manejo global de cada recurso. Además, se destaca la correspondencia lógica de cada uno de estos costos menores en relación con los recursos silvestres y los domésticos. La Tabla 6.10 nos sirve como modelo de la estructura de los costos de manejo de las diferentes oportunidades que los individuos tienen para incorporar o ignorar los recursos en sus dietas, sean estos silvestres o domésticos. Antes de avanzar en la estimación cada uno de estos costos por recurso es necesario discutir las características de la estructura de costos que tomamos como modelo.

Costo de Manejo <i>hz</i> <i>hr/kg</i>	Recursos Vegetales Domesticados	Recursos Animales Domesticados	Correspondencia entre los Costos de manejo de los Recursos Silvestres y los Domésticos	Notación Utilizada y Unidades
Costos de Producción	<i>Procesos de Presiembra, Siembra, Cuidado y Cosecha Bruta de Vegetales</i>	<i>Procesos de Cria, Engorde de los Animales y de Manejo del Rebaño</i>	NO SE CORRESPONDEN (se obtienen invirtiendo "costos de búsqueda")	<i>TP</i> <i>hr/kg</i>
Costos de Manejo Primario (obtención postproducción o postencuentro de biomasa comestible)	<i>Procesos Poscosecha de Trillado, Selección o Secado de la Biomasa Cosechada</i>	<i>Procesos de Matanza y Faenado de Presas ya Localizadas</i>	EQUIVALENTES a procesos de obtención postencuentro(recolección y caza)+procesos de manejo poscosecha (vegetales) , o matanza y faena (animales)	<i>Tpa</i> <i>hr/kg</i>
Costos de Manejo Secundario	<i>Procesos Secundarios de Preparación para Consumo Diferido</i>	<i>Procesos Secundarios de Preparación para Consumo Diferido</i>	EQUIVALENTES todos los procesos	<i>Tpb</i> <i>hr/kg</i>
	<i>Procesos Precocción (i.e lavado, molienda)</i>	<i>Procesos Precocción (i.e trozamiento secundario, para la cocción)</i>		
Costos de Procesamiento Final	<i>Procesos de Cocción</i>	<i>Procesos de Cocción</i>	EQUIVALENTES todos los procesos	<i>Tpc</i> <i>hr/kg</i>

Tabla 6.10: Estructura de Costos de Manejo de los Recursos y Equivalencias entre Recursos Silvestres y Domésticos. En la tabla $hz = TP + Tpa + Tpb + Tpc$ -ver texto.

En primer lugar, consideramos una estructura de costos aditiva y secuencial, compuesta por: 1) los costos de producción, 2) los costos de manejo primario, 3) los costos de manejo secundario y 4) los costos de procesamiento final. Las actividades asociadas con cada uno de estos costos se detallan en la misma tabla. Al ser secuencial, asumimos que los costos temporalmente se suceden desde la producción hasta el procesamiento final para el consumo. Solamente consideramos una secuencia básica compuesta por cuatro costos para simplificar las estimaciones, pero por cualquier razón de interés de investigación se pueden segmentar estos costos, en componentes más particulares.

Por otra parte, dado que esta secuencia es aditiva, conforme aumentan los costos marginales de cada actividad en particular, disminuye el beneficio neto de cada recurso - y sus probabilidades de ingresar en la dieta- si no es balanceado por actividades que aumenten el beneficio o amorticen estos costos. Existe una gran variedad de circunstancias que pueden llevar al aumento de estos costos, pero que son amortizables en el largo plazo. Quizás, la principal sea el aumento de los costos de procesamiento secundario para obtener productos almacenables en economías de intercambio. Por ejemplo, a la carne puede incorporársele mucho trabajo agregado para obtener charqui, cuyo recupero puede devenir luego, mediante el intercambio. Este puede ser un comportamiento común en nichos económicos especializados en el pastoralismo. Otras situaciones pueden demandar un aumento de los costos de procesamiento para lograr una mayor tasa de retorno neta, como en el caso del procesamiento del maíz tostado para la preparación de alimentos de mayor contenido de kilocalorías. Aquí el incremento del beneficio, se logra intensificando el trabajo en las etapas finales del procesamiento de los recursos. Naturalmente no intentaremos ahondar en cada una de estas tácticas, porque eso requeriría series de experimentación en donde las tecnologías intervinientes en cada caso son decisivas (Kelly 1995). Tan sólo presentaremos las estimaciones de los costos básicos que nos permitan evaluar de una manera general las diferencias en la calidad de cada recurso.

En segundo lugar, dado que consideramos a los costos de producción no como costos de búsqueda sino como costos de manejo, para los recursos silvestres estos costos son nulos y no se corresponden con los costos de producción. Esto responde puramente a la lógica del Modelo de Amplitud de la Dieta, donde los costos de manejo deben ser mutuamente excluyentes con los de búsqueda –ver Capítulo 5. La obtención de los recursos silvestres depende directamente de la biomasa producida por el ambiente para cada recurso, la cual controla su frecuencia de encuentro –aún considerando procesos antrópicos que afecten positiva o negativamente a la densidad de esos recursos. Por ejemplo, en Matancillas es habitual encontrar en torno de las casas y corrales, grandes concentraciones de variedades ferales de quínoa, que crecen y fructifican sin ningún cuidado humano, pero como consecuencia de la dispersión de las semillas que ocurren durante las actividades de procesamiento. En ciertas ocasiones, estas plantas son cosechadas no para su consumo como alimento humano, sino como forraje. Desde lo teórico estos recursos tienen el mismo estatus que los silvestres, es decir se obtienen invirtiendo en *costos de búsqueda y no de producción*.

En tercer lugar, para los recursos vegetales cultivados consideramos la equivalencia existente en las actividades primarias de *poscosecha*, desarrolladas para la transformación de la biomasa bruta cosechada en biomasa comestible, con los costos de cosecha y poscosecha de los recursos vegetales silvestres. A todos estos costos los llamamos costos de manejo primario. La diferencia clave es que en los recursos silvestres debemos adicionar los costos de recolección postencuentro. Las actividades poscosecha o posrecolección se llevan a cabo en el lugar donde se transporta la biomasa bruta cosechada o recolectada, o directamente en los campos o en los lugares de predación, lo cual depende principalmente del recurso en cuestión. Para los recursos animales la lógica es la misma, considerando la equivalencia entre los costos de matanza y faena de los recursos domesticados, que ocurren luego del proceso productivo, con los costos de obtención *postencuentro* de las presas silvestres –de persecución una vez buscados y localizados-, más los costos de matanza y faena de las presas. Para

las presas de caza de gran porte es esperable que los costos de faena se inviertan en los lugares de encuentro – campos de caza- transportando las partes faenadas a lugares centrales. Lo mismo es esperable para los recursos domésticos donde los lugares de encuentro son generalmente los corrales. Esto no ocurrirá con los recursos pequeños de caza como las vizcachas. Cuando ocurren estos procesos de transporte habría que considerar también los costes del mismo, para su discusión en la lógica del Modelo del Lugar Central (Kelly 1995). Por cuestiones de simplificación esto no lo haremos, ya que simplemente buscamos una estimación de la calidad global de los recursos, excluyendo los costos de transporte de partes de la carcaza, que pueden ser discutidos sobre la base de problemas de investigación específicos considerando la anatomía económica de las presas. La matriz de costos presentada en la tabla permite sumar estos costos, cuando la investigación lo demande, para analizar sus efectos en el ranking de recursos y en la amplitud del nicho.

En cuarto lugar, también establecemos la equivalencia para los costos de procesamiento secundario de los recursos silvestres y domésticos. Mas específicamente estos costos son los de procesamiento para el consumo pero en una etapa anterior a la cocción. Ambos inciden en la elegibilidad de los recursos, pero varían de acuerdo con las propiedades de los mismos y a las técnicas y metodologías de procesamiento (Cane 1989). Desde nuestro punto de vista, es muy importante diferenciar a los costos previos a la cocción de los costos de procesamiento final, medidos por *el costo de cocción* de los recursos. Los primeros miden directamente el gasto en tiempo afrontado por los individuos en actividades específicas de procesamiento, que varían según el recurso y la tecnología de procesamiento. Por ejemplo, la cantidad de horas dedicada a moler una cantidad de maíz con una tecnología de molienda en particular (Barlow 1997).

Pero de manera diferente, el tiempo de cocción de los alimentos es una medida *indirecta* del trabajo humano requerido para la obtención de cada unidad final de consumo de los recursos. Más precisamente: la *inversión directa* humana es el trabajo invertido para lograr el proceso de cocción de los diferentes recursos. Esto incluye básicamente el trabajo invertido en las tecnologías de cocción y en la obtención de combustibles adecuados. Dado que en una serie de recursos hay algunos que no tienen ningún costo de cocción, como los frutos de *opuntia* consumidos frescos y otros donde estos son muy altos, como el maíz; desde la toma de decisión óptima estos costos intervienen en las probabilidades de cada recurso de ingresar en la dieta. Conforme aumenta el tiempo de cocción de cada recurso los costos netos de trabajo humano necesario para lograr los procesos de cocción aumentan. Esto es fundamental para estudiar tanto la selectividad de los recursos como la evolución de las tecnologías de cocción, que pueden seguir trayectorias paralelas. Particularmente cuando evolucionan innovaciones tecnológicas que disminuyen los costos netos de cocción, mejorando la posición en el ranking de elegibilidad de determinados recursos, como las gramíneas silvestres o domesticadas. Otro aspecto fundamental, relacionado directamente con los fines de investigación de este trabajo, es el efecto de la altitud sobre los costos netos de cocción de todos los alimentos.

En la Puna, por los efectos de la menor presión barométrica, la ebullición del agua ocurre a una temperatura mucho menor respecto a la temperatura de ebullición de 100°, que ocurre en elevaciones en torno a 0 m/nm. En consecuencia la cocción de los alimentos de los distintos recurso, fundamentalmente por hervido, tarda mucho más tiempo. Como veremos esto lo hemos comprobado mediante la información etnográfica y mediante experiencias de medición de cocción de alimentos. De tal manera, esperamos presiones selectivas fuertes para tecnologías de procesamiento que minimicen los costos de cocción de los alimentos.

A continuación estimaremos cada uno de estos costos, y el valor final de *hz*, para una serie de recursos económicos que potencialmente pudieron entrar en el nicho económico de las poblaciones humanas del Período Temprano del Valle de SAC. En todos los casos las estimaciones las realizamos

estandarizando los costos a una cantidad de 1 kilogramo de recurso manejado. Como las tecnologías intervienen en todos los costos de manejo, también informamos las características de las mismas para cada caso del cual realizamos las estimaciones. Adelantamos que salvo el empleo de artefactos de corte de acero, las tecnologías de manejo de recursos empleadas en Matancillas son básicamente tradicionales. Este es el caso del uso casi exclusivo para la cocción de alfarería y de artefactos de molienda líticos. Una gran cantidad de estos últimos ha sido directamente obtenida de los sitios arqueológicos, y según nuestros informantes son valorados tanto por su antigüedad como por su eficacia, por lo cual son altamente conservados. Finalmente, deliberadamente excluimos los costos de preparación de recursos para el consumo diferido, dado que ellos deben ser discutidos en instancias de investigación particular de situaciones arqueológicas concretas y preferentemente por experimentación. Nuestros propósitos no contemplan este nivel de detalle.

9.1- Estimación de los Costos de Producción

Para el cálculo de los costos de producción (TP) de maíz, papa y quínoa, dividimos el costo neto del trabajo invertido en la producción de cada recurso (Cp) – presentados en la Tabla 6.9- por el rendimiento neto Rn de ese recurso - presentados en la Tabla 6.5. Formalmente, para cada recurso i , el cálculo resulta de la expresión:

$$TP_i = \frac{Cp_i}{Rn_i} \quad (6.4)$$

Aplicando (6.4) para maíz, papa, y quínoa obtenemos:

$$TP_{maiz} = \frac{214,37hr}{970kg} = 0,22hr / kg$$

$$TP_{papa} = \frac{191,45hr}{1.350kg} = 0,14hr / kg$$

$$TP_{quinua} = \frac{65,77hr}{70kg} = 0,94hr / kg$$

Para estimar el costo de la producción de llamas, utilizaremos los datos de la Tabla 6.3. Para esto dividiremos el costo de producción *per capita* (Cpp), asumiendo un peso bruto promedio por ejemplar de 110 kg. Para esta cuenta tomaremos el costo *per capita* promedio de la tabla, que resulta de un tamaño de rebaño promedio de 50,33 animales. Al hacer esto estamos considerando costos de producción de unidades domésticas que manejan rebaños relativamente pequeños. Antes de avanzar en el cálculo de TP de llamas es importante establecer dos cosas. Primero, el considerar un tamaño promedio de 110 kg por espécimen, no implica que todo el rebaño sea del mismo tamaño, lo cual sería nada realista, sino simplemente que el animal medio de consumo tiene ese peso. Segundo, el considerar tamaños de rebaños relativamente pequeños es una asunción realista, dado que para las poblaciones pastoriles del Período Temprano de la Puna de Argentina no hay registros de economías de gran escala de producción pastoril. En otras situaciones sugerimos utilizar costos de producción *per cápita* menores. Luego de estas consideraciones la estimación de los costos productivos de llama es:

$$TP_{llama} = \frac{24,62hr}{110kg} = 0,22hr / kg$$

9.2- Estimación de los Costos de Manejo Primario

Los costos de manejo primario (Tpa) de los recursos vegetales cultivados son los costos netos poscosecha por kilogramo producido. Para esto dividimos el costo neto de trabajo poscosecha del recurso en cuestión (Cp) –presentado en la Tabla 6.9- por su rendimiento neto Rn -presentado en la Tabla 6.5. Formalmente para cada recurso i , el cálculo resulta de la expresión:

$$Tpa_i = \frac{Cp_i}{Rn_i} \quad (6.5)$$

Aplicando (6.5) para maíz, papa, y quínoa obtenemos:

$$Tpa_{maiz} = \frac{25hr}{970kg} = 0,026hr / kg$$

$$Tpa_{papa} = \frac{14hr}{1.350kg} = 0,01hr / kg$$

$$Tpa_{quinua} = \frac{14,25hr}{70kg} = 0,2hr / kg$$

En cuanto a los recursos silvestres debemos considerar los costos de obtención una vez ya localizados en el espacio. En los vegetales este es el tiempo invertido en la recolección. Para estimar estos costos utilizaremos los datos que tenemos acerca de la recolección de variedades silvestres de *Chenopodium* y tubérculos en Matancillas. También recurriremos a la información de experiencias de recolección de gramíneas y solanáceas realizadas en ambientes comparables al de la Puna.

En las quebradas laterales y en el fondo de cuenca del Valle de SAC existen variedades silvestres de *Chenopodium* que son recolectadas como forraje natural para alimentar principalmente al ganado de ovejas. Sus semillas son de un tamaño mucho menor a las cultivadas en Matancillas, y son genéricamente conocidas como *chenopodium wild*, cuyos granos son de un promedio de 1,2 mm de largo (Marchan *et.al.* 1998). Es decir que su rendimiento por semilla es equivalente al 60 por ciento de la variedad cultivada en Matancillas y en SAC, que es la Quínoa Real –cuyo largo promedio es de 2mm. En Matancillas junto a las casas y a los corrales existen concentraciones de quínoa silvestre y de otras gramíneas, que crecen y llegan a la madurez de las semillas sin el cultivo y el cuidado humano – Fotos 6.5/6. Las quínoas se caracterizan por ser más pequeñas que las cultivadas y por poseer semillas más diminutas. Según Eulalia y Benito estas semillas son aptas para su consumo, pero ellos suelen cosecharlas principalmente como forraje. La propagación de estas plantas es consecuencia de la dispersión de las semillas durante las actividades diarias, y también por su indigestibilidad y excreción por parte del ganado de llamas y ovejas, que se alimentan de estas plantas. Así, es probable que se trate de variedades ferales de especies domesticadas de quínoa. Una situación similar la encuentra Tomka para *Chenopodium* en Asana, Perú (citado en Aldenderfer 1997).

En marzo de 2001 medimos directamente el tiempo de recolección de fardos de quínoa silvestre, esparcida sobre los faldeos bajos de la quebrada, a no más de 50 mt. de la casa principal y junto a los corrales. Esta actividad se realizó para obtener forraje complementario a la alfalfa. Durante la mañana se recolectaron aproximadamente 30 kilos de biomasa bruta, repartidos en dos fardos. La recolección la hizo Benito mediante un cuchillo filoso de acero. Primero cortó los tallos tiernos de las plantas cargados de

semillas y los dejó vertidos a un costado, y luego recogió los cortes en fardos, ajustados con lazos de lana. Estos se prepararon para secar posteriormente a la cosecha, y enrollar para usar en invierno. El proceso total de recolección y preparación de fardos duró 4 horas con 10 minutos, es decir 4,16 hr.

Estimaremos de estos datos la tasa de recolección postencuentro para variedades silvestres de *Chenopodium*. No pretendemos una estimación robusta, sino simplemente una aproximación al valor de estos costos. Como vimos en la sección 7 de este capítulo, en los cultivos de Quínoa Real de Matancillas la relación promedio entre los kilos de biomasa bruta cosechada y semillas obtenidas es de 0,2, mientras que para las variedades silvestres esta proporción se reduce por el menor peso de las semillas, adquiriendo un valor de 0,12. Sobre esta base, entonces para los 30 kg de biomasa bruta cosechada por Benito la cantidad de semillas de quínoa silvestre obtenidas debe ser de: $30 \times 0,12 = 3,6$ kg. Esto da una tasa de recolección postencuentro de semillas silvestres 1,15hr/kg. Si las semillas fueran de un valor equivalente a las cultivadas la tasa sería de 0,7 hr/kg.

Creemos que estas estimaciones, son realistas al compararlas con observaciones experimentales de cosechas de recursos silvestres realizadas en ambientes áridos de baja productividad primaria, comparables a los desiertos de las Tierras Altas de la Puna. En el Great Sandy Desert, Australia, Cane (1989) declara para *Chenopodium* y gramíneas una tasa de 1kg por hora de recolección de materia bruta, es decir levemente inferior a la calculada por nosotros. En estos casos la utilidad decae fuertemente por los procesos poscosecha. En cuanto a las raíces declara que la recolección de *Solanun* tiene una tasa promedio de 9000 kcal/hr, es decir 0,1hr/kg.

Al respecto, en marzo de 2001 medimos en Matancillas un tiempo de recolección de 10 minutos para 2 kg de raíces de Ancaño, es decir a una tasa de 0,08hr/kg, Esta planta probablemente sea Ancañoica, *Juellia subterranea*. Esta tuberosa también es actualmente consumida en la Puna de Jujuy (Pérez de Micou 1999). En Matancillas la recolección la hace Eulalia, mediante un bastón de cardón, removiendo las raíces sin lastimarlas porque se pudren con facilidad. Luego corta con un cuchillo la parte aérea de la planta. As de cada planta extrajo en promedio 2 frutos para consumir hervidos. En julio, cuando la cantidad de raíces es mayor, Eulalia informa que para conseguir 10 kg, que se consumen en la semana, el tiempo de trabajo es como máximo de 1,5 hr, es decir a una tasa de recolección de 0,15 hr/kg. Esto permite estimar en Matancillas una tasa de recolección promedio para tubérculos de 0,11 hr/kg, comparable con la tasa de recolección de *Solanun* estimada en el desierto Australiano. También en Australia Jones y Meehan (1989), declaran una tasa de recolección de tuberosas de 0,4 hr/kg, pero para bulbos que se obtienen excavando más profundamente el suelo. Como vemos la tasa estimada para Matancillas está en el rango estimado en otros desiertos áridos.

Recordemos que en todos estos casos no están implicados los costos de búsqueda. Harlan (1989) ha insistido en la alta eficiencia de recolección de gramíneas silvestres en los desiertos de África y en diversos ambientes áridos, pero las especies consideradas por este autor no son comparables. De tal manera, habiendo cotejado nuestra información con la obtenida en otros ambientes de desierto de baja productividad ecológica, utilizaremos tasas promedios de 1hr/kg para la recolección de *chenopoidaceas* y 0,11 hr/kg para *solanaceas* silvestres en la Puna. Considerando que luego de la recolección los recursos silvestres demandaran tareas de procesamiento comparables con la de los recursos de la misma clase pero cultivados, sumaremos a los costos de recolección los costos poscosecha de lo últimos. Así obtenemos una estimación para tubérculos y quínoa silvestre de:

$$Tpa_{solanaceas-silvestres} = (0,11 + 0,01)hr / kg = 0,12hr / kg$$

$$Tpa_{quinoa-silvestre} = (1 + 0,2)hr / kg = 1,02hrs / kg$$



Foto 6.5. Quinoa Silvestre y Lajas Planas para la Molienda de Granos



Foto 6.6. Gramíneas Silvestres con Espigas y Granos Potencialmente Comestibles.

Por otra parte, uno de los frutos silvestres potencialmente utilizables como alimento son los frutos de las cactáceas. En Matancillas se cosechan y consumen los frutos de *Opuntia floccosa*, que son muy apreciados por su sabor dulce –ver Kiesling 2003 para su taxonomía. La recolección se realiza desde noviembre en adelante, cosechando los frutos cuando están color anaranjados o rojizos, con azadas y baldes metálicos, y tratando de no romper la corteza de los mismos. Este trabajo suele hacerlo Benito o Ezequiel. Las plantas de las que se cosechan están altamente concentradas en los roquedales cercanos a la casa, y sobre los faldeos de los cerros.

Tuvimos la oportunidad de cuantificar el tiempo de búsqueda y cosecha de estos frutos en 2 oportunidades. En el primer caso, registrado en el año 2000 la cosecha la realizó Benito, obteniendo aproximadamente 4kilogramos de frutos en un tiempo total de 25 minutos. El tiempo de búsqueda fue de 10 minutos - 0,041 hr/kg - y el tiempo de cosecha de 15 minutos -0,062 hr/kg. En el segundo caso, el cual detallaremos más adelante, la cosecha la hizo Eulalia en fines de marzo de 2001. El tiempo de recolección, seleccionando cada uno de los frutos maduros útiles fue de 22 minutos, cosechando de 2 plantas una bolsa de 43 frutos con un peso total de 1,6 kilos, y un promedio de 37 grs. por fruto. La tarea de recolección la llevó a cabo con un bastón de madera de medio metro de largo, que no era otra cosa que el mango de una azada quebrado. El tiempo de búsqueda fue de 8 minutos. El tiempo de recolección, seleccionando cada uno de los frutos maduros fue de 22 minutos, cosechando de 2 plantas contiguas una bolsa con 43 frutos y un peso total de 1,6 kilos. Es decir que la recolección se hizo a una tasa de 0,07hr/kg. De tal manera tenemos dos datos de tiempo de recolección que no difieren mucho, por lo cual los promediaremos para obtener Tpa de frutos de *opuntia*.

$$Tpa_{opuntia} = \frac{(0,062 + 0,07)hr / kg}{2} = 0,066hr / kg$$

Para los recursos animales domésticos los costos de manejo primario son los costos invertidos en la matanza y el trozamiento una vez localizados en el corral o en el paisaje. Como ya dijimos para los animales cazados debemos sumar el *costo de persecución postencuentro* por individuo de cada presa. Para la estimación global de Tpa seguiremos la lógica de la formula 6.5, a partir de datos obtenidos de informantes locales y observaciones en el campo de los tiempos de procesamiento postencuentro *por presa sacrificada y faenada*. Comenzaremos con la estimación de *Rhea*.

En el Valle de SAC y en Pastos Grandes la carne de suri -*Pterocnemia pennata garleppi*, es consumida ocasionalmente. Esta ave, cuyo potencial económico se relaciona con la utilidad de su carne sus plumas y sus huevos, actualmente es cazada furtivamente al igual que las vicuñas con armas de fuego. La información que disponemos acerca de la caza de estos recursos proviene de dos informantes. En Santa Rosa de pastos Grandes, donde la caza es más frecuente, nuestro informante fue Fausto, el encargado y guardaparque de la reserva y criadero de vicuñas de la localidad. La información brindada por Fausto la consideramos de alta calidad debido a que participó del decomiso de caza furtiva de suri y vicuñas, y porque además está capacitado técnicamente en el cuidado de reservas naturales y en el manejo y cría de fauna autóctona, a partir de sus estudios en el INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Por otra parte, en Matancillas el informante fue Benito.

Según Fausto la caza furtiva de suri y vicuña se hace para la venta. En el caso del suri principalmente de su carne y sus plumas en Santa Rosa de los Pastos Grandes, en San Antonio de los Cobres y en Cachi. En el caso de las vicuñas para la venta de su fibra y su carne. En las cacerías de suri y vicuñas participan no más de dos hombres. Estas se llevan a cabo muy temprano por la mañana, y en el interior de las quebradas que circundan al salar de Pastos Grandes. En el caso de los suris allí se concentra una mayor cantidad de animales, que se alimentan en grupos de entre 4 y 10 individuos incluyendo adultos y crías, distribuidos entre los pastizales.

La práctica habitual de caza de vicuñas y suris es dejar el vehículo y caminar hasta las vegas, donde se buscan escondites en elevaciones o roquedales y se espera hasta la aparición de un grupo de animales. Cuando éste aparece se dispara desde distancias cortas – entre 15 y 30 metros– dándoles muerte inmediata a uno o más animales por vez con suerte. Ambas actividades se planifican y se llevan a cabo por separado, debido a que los lugares de encuentro de suris no son los mismos a los de encuentro de vicuñas, salvo en los lugares abiertos de fondos de cuencas.

Un dato clave que nos proporcionó Fausto es que bajo estas condiciones la caza es más abundante, porque los cazadores no corren a los animales, como ocurre cuando se cazan individuos solitarios en los fondos de cuencas desde los vehículos. Después de los primeros disparos los cazadores se trasladan hacia nuevos puntos de encuentro de presas y esperan que los animales se reúnan nuevamente. En relación con el suri nuestro informante dice que esta manera de cazar es catastrófica, porque luego de la caza los animales abandonan los nidos y las quebradas por mucho tiempo. El tiempo promedio de caza de suri que nos informó Fausto es de 3 animales en 4 horas, antes de regresar a Pastos Grandes donde se los faena. La caza comienza a las 6 de la mañana y los cazadores no suelen permanecer más de tres horas, porque antes del mediodía los animales se trasladan hacia espacios abiertos. El peso promedio de cada presa de suri decomisada es de 20 kilos, por esta razón la caza furtiva suele hacerse en camionetas, fácilmente identificables a media mañana en las entradas de las quebradas que bordean al salar. También nos dijo que los cazadores prefieren a los animales grandes porque son los de mayor cantidad de carne, aunque estos sean los más veloces en la fuga y para los cuales más se falla en los disparos; y que como regla los cazadores nunca cazan pichones e ignoran a las presas que estiman viejas, debido a que la carne y las plumas de estos animales son menos apreciadas por los compradores.

Con respecto a las vicuñas, los cazadores también buscan presas grandes, pero a diferencia de los suris su caza demanda una mayor movilidad entre escondites y una mayor distancia de tiro, porque los animales perciben la presencia de los cazadores con mayor facilidad. Sin embargo el tiempo total de caza es menor porque los disparos logran impactar con mayor eficacia en zonas vitales del cuerpo. Esto marca una diferencia con los suris debido a que su plumaje los protege mucho más de los proyectiles, especialmente cuando se impacta sobre las alas. De tal manera Fausto declara que la caza de vicuñas lleva un lapso máximo de 2 horas una vez localizadas las vegas, obteniéndose entre 3 y 4 presas que se trasladan a Santa Rosa o a sus inmediaciones para su faena. Al igual que con los suris, la caza de vicuñas comienza temprano en la mañana pero se puede extender por más tiempo, porque los animales no se desplazan hacia lugares abiertos, salvo en épocas de verano. No obstante Fausto declara que la capacidad de transporte de las presas es lo que limita la caza a un máximo de 4 presas por cacería. Con respecto al peso promedio por presa no pudo estimarlo, pero remarcó la preferencia estricta de animales grandes con alto contenido de fibras para el hilado.

Estos datos son muy valiosos para estimar el costo postencuentro de la caza de suris, y vicuñas aunque la estimación que obtengamos tenga un grado alto de generalidad. De acuerdo a esta información con respecto al suri el tiempo total dedicado a la caza es de 4hrs por 3 presas. Considerando que participan 2 cazadores el tiempo en horas hombres es de 8hr/3 presas. Simplificando nos queda 2,66hr/presa. Con respecto a vicuña, y tomando un promedio de presas cazadas de 4,5, resulta una relación de 2hr/ 4,5 presas. En horas hombres el costo es de 4 horas que reduciendo da una tasa de 0,88 hr/presa. De acuerdo con estos datos la caza por presa de suris es notoriamente más costosa que la caza de vicuñas.

Asumiendo el peso estándar de suri de 27 kg por presa obtenemos una tasa de 0,098hr/kg, en cambio considerando el valor informado de 20 kg por presas obtenemos una tasa de 0,133 hrs/kg. En

términos de Modelo de Amplitud de la Dieta este es el costo de persecución *individual* postencuentro de la predación de este recurso. Tomaremos el primer resultado para mantener la estimación estandarizada a *Rhea*. Creemos que este valor es realista, porque está considerando distancias cortas de tiro que pueden ser comparables con las demandadas por tecnologías de caza arqueológicas de acecho –es decir desde parapetos o lugares de disparo. Por lo tanto utilizaremos este dato, incluyéndolo en los costos de manejo primario. Pasemos ahora a los costos de faenado de suri.

Fausto nos informa que luego de la matanza se transporta al animal y se lo procesa de la siguiente manera. Primero se cuelga a la presa amarrada de las patas y con la parte de la cabeza hacia abajo, colocando debajo de un recipiente grande. Luego se decapita al animal muerto de manera tal que escurra toda la sangre hacia el recipiente. Luego se limpian las plumas de las alas y de la parte trasera, del animal, quitándolas manualmente y con mucho cuidado para que no se manchen con sangre o no se deterioren. Las plumas de la quilla se retiran suavemente con un cuchillo filoso de acero. Una vez desplumado, se retira la piel cruda del animal y se lo faena. Los huesos de las patas son aserrados, el cuello desde la región cervical es cortado con cuchillo y la carcasa es procesada en cuartos. Fausto informa que el tiempo total de todo este proceso lleva 2 horas y media como mínimo por presa, y que se prefieren animales ya adultos por su mayor rendimiento de plumas. La sangre es utilizada en alimentos cocidos o cruda, como medicina, porque se supone que vigoriza a quienes la consumen. Esto también lo informó Eulalia, tanto para la sangre de suri con de cóndor –*Vultur gryphus*.

Por otra parte en Matancillas Benito nos informó el procedimiento de caza y faena de suri sin diferencias substanciales a las que nos informó Fausto, pero dijo que él no caza a estos animales por el trabajo que dan y que prefiere comprar su carne. Benito estimó el tiempo de limpieza y trozado de un animal en más de 2 horas ya que varias veces lo llevó a cabo, en animales cazados por su padre también con escopeta, y puso énfasis en que siempre es más trabajoso pelar a un suri que una llama o una vicuña. Por nuestra parte hemos observado un procedimiento de faena suri, similar al de nuestros informantes en Antofagasta de la Sierra, llevado a cabo por gendarmes.

Estos son los únicos datos de los tiempos de caza postencuentro y de faenado que disponemos para *Rhea*, en la Puna de Salta, y en tanto no obtengamos datos de mayor precisión los utilizaremos para calcular Tpa . Para esto tomaremos la información de Fausto, pero, como dijimos, generalizando para *Rhea* el peso medio bruto de cada presa capturada en un valor 27 kg. De tal modo el costo de faena resulta: $2,5hr/27kg = 0,09 hr/kg$. Sumando los costos de caza postencuentro y los de faena obtenemos del valor estimado de Tpa de *Rhea*:

$$Tpa_{Rhea} = (0,098 + 0,09)hrs / kg = 0,18hr / kg$$

En cuanto a llama y vizcacha, hemos realizado la cuantificación del tiempo invertido en las actividades de matanza y faena de dos ejemplares de llamas y uno de vizcacha, y hemos obtenido información acerca del tiempo de caza de las vizcachas con tecnologías tradicionales –honda y proyectil lítico. Aclaramos que todas las faenas fueron hechas con cuchillo de acero. Comenzaremos con las llamas, derivando también a partir de observaciones directas hechas sobre estos animales los costos de procesamiento primario de vicuñas y guanacos.

Para estos animales un caso correspondió a un ejemplar de aproximadamente 1 año y de 48 kg de peso vivo. Este episodio fue registrado en 1994, e intervinieron dos personas –el autor y el informante local (Muscio 1996) –Foto 6.7. La duración total de todas las actividades registradas fue de 2,08 hr –2 horas con 5 minutos. El segundo caso fue registrado en 1999, y correspondió a un animal de 89 kg de peso vivo sacrificado y faenado también por 2 personas: Benito y Ezequiel. Su duración total fue de 2,21 hrs. –2 horas con 13 minutos. En ambos casos la duración de las actividades fue medida con

cronómetro. La distribución de la inversión del tiempo en las actividades de cada episodio, los tiempos promedio y los tiempos en *horas –hombre* invertidos en cada actividad se presentan en la Tabla 6.11.

En ambos casos las actividades principales fueron: el encierro del rebaño en el corral, la ejecución de rituales de ofrenda a *pacha mama*, la elección y la captura con lazo del animal a matar, la preparación del animal elegido para darle muerte atándole sus extremidades con tientos, la matanza con cuchillo de acero del animal, el cuereo, la remoción de las vísceras, el faenado en partes anatómicas transportables, el almacenamiento de la sangre en recipientes de acero, y la preparación de las partes obtenidas para su posterior transporte del corral a la casa. El tiempo promedio de la matanza por el degüelle del animal y el desangrado fue de alrededor de 6 minutos. En el segundo caso la faena se hizo fuera del corral –Foto 6.8.

ACTIVIDADES	Caso 2 Llama 48 kg 2 Personas	Caso 2 Llama 89 kg 2 Personas	Promedio hrs	Promedio hr-hombre
	Tiempo Invertido hrs	Tiempo Invertido Hrs		
1)Encierro de animales en el corral	0,083	0	0,041	0,083
2)Rituales de ofrenda a <i>pacha mama</i>	0,2	0,166	0,183	0,366
3)Elección, captura en el corral y sujeción del animal	0,41	0,35	0,38	0,76
4)Muerte y faenado del animal	0,97	1,25	1,11	2,22
5)Rituales de agradecimiento a <i>pacha mama</i>	0,166	0,25	0,208	0,416
6)Preparación de partes faenadas para transporte	0,25	0,33	0,29	0,58
<i>Tiempo Total</i>	<i>2,08</i>	<i>2,34</i>	<i>2,21</i>	<i>4,42</i>

Tabla 6.11: Inversión de Tiempo en Actividades de Preparación, Faenado y Matanza de Llamas. Los datos corresponden a dos episodios registrados en la quebrada de Matancillas. La duración de cada actividad, T1... T6, fue medida con cronómetro.

Para estimar el costo total de manejo primario de los camélidos, nos serviremos de los datos de la Tabla 6.11, utilizando las inversiones de tiempo estrictamente económicas. En el caso de la llama consideraremos el tiempo de matanza y faenado de las presas (T4), el tiempo de preparado de las partes para el transporte (T6), y además el tiempo invertido en la captura en el corral y en la sujeción del animal (T3). Este último costo es muy importante, porque marca la diferencia con los recursos de la misma clase pero silvestres. Justificamos esto debido a que tratándose de un animal doméstico, los tres costos son comparables a los tiempos de poscosecha de los recursos vegetales en los campos – de hecho el animal ya ha sido obtenido y solo falta la extracción de la biomasa útil- pero difieren de los tiempos de persecución y captura de los animales de caza, ya que estos últimos disponen de capacidad de fuga.

De tal manera el cálculo de T_{pa} para llama lo realizamos dividiendo el promedio en *horas hombre* para los tres tiempos mencionados, por el peso vivo promedio de ambas observaciones -68,5kg. Con esto obtenemos los costos de atrapar en el corral, faenar y preparar las partes para el transporte, obtenidos de un ejemplar producido por un individuo. De tal manera:

$$T_{pa}_{llamas} = \frac{3,56hr}{68,5kg} 0,052hr / kg$$



Foto 6.7: Primera Experiencia de Matanza y Faenado de Llama



Foto 6.8: Segunda Experiencia de Matanza y Faenado de Llama

En el caso de los camélidos silvestres utilizaremos las tasa de captura postencuentro calculada para vicuña, de 0,88hs/presa como medida estándar para los camélidos silvestres: Esta estimación asume, 1) que la tasa temporal de obtención postencuentro por presa es igual para vicuñas y guanacos, 2) que los animales son encontrados en grupos pequeños y en lugares predecibles, 3) que la caza se lleva a cabo al acecho, es decir no persiguiendo a los animales en lugares abiertos. Estas tres asunciones son en buena medida realistas. Así la estimación de la tasa de captura postencuentro de una presa de guanaco con un tamaño medio de 80 kg es de 0,011 hr/kg. Para una presa de vicuña de tamaño medio de 42,5 kg la tasa de captura 0,02hr/kg,. Ambos representan los tiempos de persecución y captura postencuentro que consideraremos en el cálculo de los costos de manejo primario de estos recursos

Por otra parte, utilizaremos también el tiempo de matanza y faenado mediante la información de la Tabla 6.11. Para esto debemos asumir que el individuo a localizado y perseguido en el espacio de caza a la presa, y que la eficiencia de la tecnología de matanza y faena es de la misma eficiencia a la de los cuchillos de acero. Esta última condición es realista, debido a que la capacidad de la obsidiana, y de las materias primas vítreas en general, para la producción de instrumentos con filos cortantes es similar o superior a la de los cuchillos de acero. Más aún cuando estos son de acero de bajo temple y muy propensos al embotamiento de sus filos y a la pérdida de capacidad de corte.

Además, realísticamente esperamos, que en situaciones de caza individual -no colectiva- no existirán actividades tales como sujeción mediante cordeles para la matanza final, y no se presentará la concentración extrema de animales en un espacio donde las posibilidades de fuga son nulas como en los corrales. Dado esto debemos eliminar los costos de T3, que reemplazaremos por los costos de captura postencuentro calculados *supra*. Así solo debemos tomar para el cálculo de los costos de matanza final de cada ejemplar una vez capturado, y los costos de faena y preparación de partes para el transporte. Es decir los valores de T4 y T6 de la Tabla 6.11.

Por otro lado, también es razonable pensar que los de faena escalen la diferencia entre el tamaño de los animales domesticados y los animales silvestres. La diferencia entre los pesos promedio de llama y guanaco es del 38% y entre llama y vicuña de 72%. Considerando estas diferencias obtendremos una aproximación más realista de estos costos.. De acuerdo con esto, para los camélidos silvestres estimamos los costos de matanza final, faena y preparado de las partes para el transporte:

$$\begin{aligned} \text{Guanaco: } & (2,8\text{hr}/68,5\text{kg}) \times 0,52 = 0,03 \text{ hr/kg} \\ \text{Vicuña: } & (2,8\text{hr}/68,5\text{kg}) \times 0,38 = 0,015 \text{ hr/kg} \end{aligned}$$

Como dijimos antes, en el cálculo final de los costos de manejo primario de ambos recursos debemos sumar los costos de captura postencuentro con los costos de matanza final, faena y preparación de partes para el transporte. De tal modo resulta:

$$Tpa_{\text{guanacos}} = 0,011 \text{ hr / kg} + 0,03 \text{ hr / kg} = 0,041 \text{ hr / kg}$$

$$Tpa_{\text{vicunas}} = 0,02 \text{ hr / kg} + 0,015 \text{ hr / kg} = 0,035 \text{ hr / kg}$$

Con respecto a las vizcachas, en el Valle de SAC la caza de estos animales se realiza por medio de hondas y rocas, y también mediante armas de fuego. En Matancillas el consumo de estas presas es muy poco frecuente. Otra modalidad de caza es tapando y ahumando las salidas de sus madrigueras, y atrapando a los animales en bolsas durante su huida. Esta última modalidad no es para nada frecuente, y fue comentada anecdóticamente por Benito como una forma "posible" que él observó entre "gente pobre de La Quiaca que comían ratones".

En Matancillas el encargado de cazar vizcachas es Ezequiel, quien declara que cazar a un animal con honda, una vez encontrado el paisaje, le lleva un tiempo mínimo de veinte minutos por presa –0,33 hrs. Este dato no lo hemos comprobado con observaciones propias. Él explica que si bien el tiempo de espera –escondido y en silencio- para el avistaje de un animal es entre 5 y 10 minutos en horas tempranas de la mañana o al mediodía; la mayoría de las veces los animales resisten el golpe del proyectil arrojado y escapan. Cuando los animales son derribados inmediatamente se lo toma de las patas y se lo golpea con un mazo de madera o contra una roca y se le da muerte, o se lo transporta vivo para su matanza y faenado en la casa. En el primer caso, según Ezequiel y Benito este proceso debe ser rápido porque existe el riesgo de que el animal se escape. Ambos lo comparan con el tiempo que les lleva matar a un ave doméstica es decir fracciones de minuto.

No obstante nuestra falta de control directo sobre los datos etnográficos acerca de los tiempos de persecución y obtención de las vizcachas, se puede aprovechar la información para estimar de una manera muy general los costos de obtención de este recurso con tecnologías tradicionales – o *persecución postencuentro* en el lenguaje del Modelo de Amplitud de la Dieta. Para esto asumiremos dos cosas: 1) que una vez localizado el sector de caza, el tiempo de espera para el avistaje de cada animal individual ocurre cada 7,5 minutos –el promedio de los tiempos de espera entre avistajes que declara Ezequiel- y que la tecnología de caza es de alta eficiencia, donde no se falla nunca –por ejemplo una alta destreza con arco y flecha a distancias cortas de tiro –que son las apropiadas para este recurso. Bajo estos supuestos, el costo *mínimo* de obtención postencuentro de vizcachas es 0,125 hr/presa. Utilizaremos este dato en la estimación del manejo primario.

Con respecto al tiempo de faena de las vizcachas utilizaremos el tiempo de faena por presa, ya que el tiempo de matanza del animal es despreciable. Como dijimos, registramos y cronometramos un caso de faenado de vizcacha. Este ocurrió en San Antonio de los Cobres, durante la campaña de 2002. El ejemplar faenado fue casado con escopeta y tenía un peso vivo de 1,4 kg, el tiempo total de procesamiento fue de 0,41 hr. En este lapso se extrajo el cuero, se limpiaron las vísceras y se trozó al animal (López y Muscio Ms). Por este procedimiento se obtuvo una cantidad de 815 gr. de carne limpia de huesos, representando una utilidad del 58 % del peso vivo, que es el índice de utilidad presentado en la Tabla 6.1. Con estos datos estimamos el valor el tiempo de procesamiento primario de vizcacha sumando el costo de obtención *postencuentro* de una presa, estimado *supra*, al costo de faena del animal que hemos directamente registrado. El valor resultante es:

$$Tpa_{vizcacha} = \frac{(0,12 + 0,41)hr}{1,4kg} = 0,38hr / kg$$

9.3- Estimación de los Costos de Manejo Secundario y de los Costos de Manejo Final

En este acápite trataremos conjuntamente los costos de manejo secundarios y finales debido a que la metodología para la obtención de los datos de los cuales nos valemos para las estimaciones está relacionada. Para la obtención de los datos recurrimos a cuatro fuentes: 1) Información oral, obtenida de entrevistas a los pobladores locales, 2) Observaciones Directas, controlando con cronómetro y balanza los tiempos de las actividades de interés y el peso de los recursos procesado, 3) Observaciones Dirigidas, realizadas sobre actividades específicas solicitadas por nosotros y llevadas a cabo por los pobladores locales, también cuantificando la duración y el peso de los recursos procesados y 4) Experiencias realizadas procesando nosotros mismos los recursos.. La Tabla 6.12 resume toda la información obtenida por estas 4 vías de obtención de datos.

Casos, Condiciones y Tipo de Fuente de Datos Por Recurso	Lavado (vegetales) Fraccionado (carne)	Descortezado, y eliminación de partes inútiles	Desgranado	Molienda	Cocción
Maíz: 2 casos A: Observación Directa B: Observación Dirigida <i>Condiciones:</i> Cuchillo de acero, Desgrane manual, Olla de Barro Tapada, Fuego a cielo abierto A: 0,45kg Bruto, 0,3kg útiles + ½ L. de agua+sal B: 1kg Bruto, 0,65 kg útiles + 1L. de agua		A: 0,033 hr	A: 0,11 hr	A: 0,2 hr	1,8hr
		A: 0,083 hr/kg	B: 0,183 hr/kg	C: 0,26 hr/kg	1,8 hrs
Papas: 3 casos A,B: Observación Dirigida C: Experiencia 1kg Bruto, + 1,5 L. de agua <i>Condiciones:</i> Cuchillo de acero Olla de Barro Tapada, Fuego a cielo abierto, C: cocción sin pelar	A: 0,0147 hr	A: 0,067 hr			A: 0,82 hr
	B: 0,013 hr	B: 0,08 hr			B: 0,9 hr
	C: 0,0155 hr				C: 0,86 hr
	Media: 0,014hr/kg	Media: 0,071hr/kg			Media :0,86hr/kg
Quinoa: 3 casos, A y B: Observación Directa C: Información oral D: Observación Dirigida <i>Condiciones:</i> Olla de Barro Tapada, Fuego a cielo abierto, A) 0,4 kg +legumbres, agua = ? B) 0,3kg +legumbres, agua = ? D) 0,4kg bruto C) 1kg Bruto, + 1L. de agua	A: 0,035 hr				A: 0,35 hr
	B: 0,041 hr				B: 0,31 hr
				D: 0,16hr	
	C: 0,1hr				C: 0,4 hr
Opuntia, Frutos: 2 casos A: Informante local B: Observación dirigida <i>Condiciones:</i> A: Cosecha con balde y azada, Limpieza de espinas con estopa de cuero 4 kg Bruto; B: Cosecha con bolsa y bastón de madera. Limpieza de 1kg Bruto		A: 0,5hrs			A: 0 hr
		B: 0,071hr/kg			B: 0hr
Llama: 3 casos A,B,C Observación directa <i>Condiciones:</i> A: 4,3 kg carne faenada B: 1,4kg C: 90 kg peso vivo A y B: Corte con cuchillo de acero y maza lítica, Cocción asada	A: ≈ 0 hr/kg				A: 0,36hr
	B: ≈ 0 hr/kg				B: 0,28
	C: ≈ 0 hr/kg				C: 2,16
Vizcacha: 3 casos A: Informante local B y C Observación Directa <i>Condiciones:</i> A, B y C: presas completas, peso vivo=? A: Cocción entre placas sobre brasas. B y C: Cocción a fuego directo, cielo abierto	A: ≈ 0 hr/kg				1 hr
	A: ≈ 0 hr/kg				0,28 hr
Rheidae. p.pennata. 3 casos A ,B: Informante local, C: Obseación Directa <i>Condiciones:</i> A,B: Presa Completa B: ½ quilla de 2,5 kg, hervida con vegetales. Olla de Barro Tapada, Cocción cielo abierto		A: 2hr			
		B: 2,5			
					0,59hr

Tabla 6.12: Modos de Procesamiento Precocción y Tiempos de Cocción de los Principales Recursos de la Puna de Salta. Datos etnográficos obtenidos por Información Oral, Observación Directa y Observación Dirigida.

Trabajamos con estas cuatro vías de obtención de datos para controlar los reportes orales y porque la información obtenida por medio de las entrevistas y de las observaciones directas, acerca de la duración de las actividades de procesamiento inmediatamente antes de su cocción, y de la duración de los tiempos de cocción de cada recurso, consistía en el tiempo invertido en raciones diarias generalmente inferiores al kilogramo. Para obtener la información de estos costos por kilogramo bruto de recurso, y mantener así el estándar de cálculo, le solicitamos a los informantes locales que replicaran estas actividades utilizando un kilogramo de recurso bruto. A este procedimiento le llamamos Observación Dirigida. Para los mismos efectos llevamos a cabo experiencias propias, utilizando en cada caso las mismas tecnologías que los pobladores locales.

Sobre la base de la información de la Tabla 6.12 nos valdremos para estimar la inversión temporal en el manejo secundario de cada recurso Tpb_i , y sus tiempos de procesamiento final Tpc_i ; cocción. Para el cálculo de Tpb_i , realizamos el cociente (6.6), donde para un recurso i , Cnb es el costo neto en horas invertidas en su procesamiento secundario y B es la biomasa bruta procesada de ese recurso. El valor de Cnb para cada recurso lo obtenemos de la sumatoria del tiempo invertido en cada actividad de procesamiento secundario, a partir de la Tabla 6.12. Para el cálculo de Tpc_i , realizamos el cociente (6.7), donde para un recurso i , Cnc es su tiempo neto de cocción en horas y B_u es la biomasa útil obtenida luego del procesamiento secundario y cocida de ese recurso. Ambos valores figuran en la Tabla 6.12.

$$Tpb_i = \frac{Cnb_i}{B_i} \quad (6.6) \quad Tpb_i = \frac{Cnb_i}{Bu_i} \quad (6.7)$$

Para medir los costos de manejo secundario Tpb , nos centraremos en la estimación de los costos de manejo de precocción. En el caso de los recursos vegetales medimos el tiempo de procesamiento que le lleva a un individuo limpiar y seleccionar las partes útiles de los recursos para su cocción posterior. Estos consisten en los tiempos invertidos en desgranar o pelar los recursos –*shelling time* y en las semillas el costo de molienda –*grinding time*- Barlow 1997.

Con respecto al maíz, en Matancillas estas tareas se realizan quitando la chala de las vainas y removiendo los granos de los marlos de las espigas frescas con cuchillos de acero. Esto solo se hace cuando se dispone choclos frescos durante la temporada de cosecha para preparar alimentos tales como la *humita*. Pero de ninguna manera este es un procedimiento habitual. Durante esta temporada lo que comúnmente se hace es el hervido de los choclos pelados y enteros. En estos procedimientos los costos de trabajo por kilogramo son muy bajos. Pero repetimos, esto solo lo observamos en el consumo fresco, disponible durante la temporada húmeda.

Más generalmente el maíz es utilizado seco. Cada vaina se la desgrana a mano, y luego los granos son molidos con morteros de piedra, obteniendo un partido “grosso” de los mismos. Según nuestras observaciones estas actividades –desgranado y molienda gruesa- requieren una inversión de tiempo de 21 minutos partiendo de 0,45 kg brutos de maíz con la hala seca y obteniendo una cantidad de maíz partido grosso de 3 puñados –alrededor de 300 grs., y un tiempo de cocción hervida, con sal de 1 hora con 48 minutos -ver Tabla 6.12. Esta ración es la habitualmente preparada para el consumo de 4 personas, acompañada de otros alimentos. La cocción se realizó en olla de barro y en estructuras de combustión externas a la casa – al aire libre en un patio lateral a la misma. La cantidad de agua utilizada fue de aproximadamente de 1/2 litro. El líquido fue completamente absorbido por el maíz, formando una pasta muy densa y fibrosa. Este alimento, que Eulalia denomina chuño de maíz o mote, es utilizado con mucha frecuencia como único alimento o acompañando carne azada o hervida en la misma preparación. Según Eulalia la molienda gruesa acelera la cocción y evita hidratar las semillas secas antes de cocinarlas.

Para estimar el tiempo de procesado de 1 kg bruto, llevamos a cabo una observación dirigida, comprándole a Eulalia 1 kg. de choclos secos y pidiéndole que lo procesara, para hacer el mote. El tiempo total de limpieza de 12 marlos –correspondiente al kilo bruto procesado- fue de 5 minutos, el desgranado manual llevó 11 minutos, la cantidad de granos obtenido fue de 0,65 kg, la molienda gruesa llevó 16 minutos, y la cocción 1 hora con 48 minutos –Tabla 6.12. Tomaremos estos datos para las estimaciones de T_{pb} y T_{pc} . Donde:

$$Cnb_{maiz} = (0,083 + 0,18 + 0,26)hr ; B = 1kg$$

$$Cnc_{maiz} = 2,48hr , Bu_{maiz} = 0,65kg$$

$$Tpb_{maiz} = 0,526hr / kg ; Tpc_{maiz} = \frac{1,8}{0,65} = 2,76hr / kg$$

Para la quínoa el tiempo de procesamiento precocción está vinculado con el lavado de las semillas, y el tiempo de molienda para la obtención de harina. El lavado se hace en un recipiente grande metálico con agua fresca, frotando manualmente las semillas para quitar las saponinas que permanecen aún en las semillas descascaradas, y que como dijimos dan sabor amargo a la comida y son sustancias tóxicas, y restos de cáscara. El proceso de lavado requiere tres recambios de agua hasta que se torne transparente y limpia. Esto se hace cada vez que se prepara el alimento, porque si se lava más de lo que se va a utilizar se deben volver a secar y almacenar las semillas. Las fracciones utilizadas por comida de este recurso varían diariamente. Pero usualmente se cocinan fracciones de alrededor de 400 gr. Pudimos medir el tiempo de lavado y cocción en dos oportunidades –Tabla 6.12. Para esta cantidad el tiempo invertido en el lavado, frotado y recambio de agua es en promedio algo más de 2 minutos, según nuestra medición. No pudimos medir el tiempo de molienda, pero según lo estimado por Eulalia para los 400 grs de semillas se debe trabajar como máximo 10 minutos, utilizando un mortero plano de piedra – conana- y mano de moler también de piedra. La cocción en estas dos oportunidades también se realizó con ollas de barro y al aire libre, pero fue cocida junto con habas, y otras hortalizas, y con un volumen de agua que desconocemos.

Para estimar estos costos de procesamiento estandarizados a 1kg bruto, realizamos una observación dirigida. En este caso quien realizó las actividades fue Celia. La cocción se hizo en un litro de agua sin sal y con los granos enteros. El lavado llevó 6 minutos, con tres recambios de agua, y la cocción duró 24 minutos –Tabla 6.12. El alimento obtenido fue una pasta densa y feculosa con mucha fibra. Este plato es muy habitual acompañando otras comidas. En ocasiones se le agrega azúcar y se lo consume frío como postre. Toaremos estos datos para estimar T_{pb} y T_{pc} . Donde:

$$Cnb_{quinoa} = 0,1hr ; B = 1kg$$

$$Cnc_{quinoa} = 0,4hr , Bu = 1kg$$

$$Tpb_{quinoa} = 0,1hr / kg ; Tpc_{quinoa} = 0,4hr / kg$$

En cuanto a las papas no hemos registrado procesos de secado y fabricación de chuño, que es típico de Bolivia. Solamente hemos podido observar el consumo fresco de la papa donde los procesos de precocción son de baja demanda de tiempo. Como las fracciones por ración de consumo son muy variables, y dado que no suele hervírselas separadamente de otros alimentos, la información la tuvimos que obtener mediante dos observaciones dirigidas y una experiencia. En las dos primeras la cocinera

fue Eulalia. En los tres casos se procesó 1 kg. bruto de papa. En la experiencia llevada a cabo por nosotros cocinamos las papas con la cáscara. La cocción la realizamos en ollas de barro tapadas y al aire libre y en 1 litro de agua. Los datos obtenidos figuran en la Tabla 6.12. El tiempo de descortezado promedio fue de 0,14 hs, en los dos primeros casos. La porción descartada no la cuantificamos. El tiempo total de cocción en los tres casos fue de 0,86 hs en promedio, con una variación CVS= 4,6%. Lo más interesante es que el tiempo de cocción promedio para las dos experiencias con papas peladas es igual al tiempo de cocción de las papas sin pelar. Señalamos que lo habitual es el consumo de papas sin pelar, hervidas o asadas. En estos casos el costo de precocción es despreciable, y está limitado al lavado manual intenso para remover restos de tierra adherida a los tubérculos, pero el costo de cocción es muy alto siempre. Debido a esto para el cálculo de T_{pb} y T_{pc} ignoraremos los costos del descortezado y tomaremos los valores promedios de lavado y cocción De tal manera:

$$C_{nb_papa} = 0,014hr ; B = 1kg$$

$$C_{nc_papa} = 0,86hr , B_u = 1kg$$

$$T_{pb_papa} = 0,014hr / kg ; T_{pc_papa} = 0,86hr / kg$$

Estimaremos ahora los costos de procesamiento secundario de los frutos de *opuntia*. Estos alimentos, consumidos crudos no tienen costos de procesamiento importantes, ya que son preparados quitándoles las espinas mediante el frotado con un cuero de cordero. Usualmente este trabajo lo hacen Eulalia o Benito. Según ambos el tiempo de limpieza de las espinas para un balde cosechado de 4 kilogramos es aproximadamente, de media hora como máximo. El consumo de estos alimentos debe ser rápido, no demorando más de dos días después de su cosecha. Esto se debe a que los frutos rápidamente se pudren. Más aún si se los cosecha rojos, cuando son más dulces, y más difíciles de conseguir. Eulalia explica que los frutos de Matancillas son más espinosos y más chiquitos que aquellos conseguidos en Tastil o más abajo –Quebrada del Toro. Además nos indicó que no sirve para dulce, como el higo de tuna *Opuntia ficus indica*, recurso que se compra en las ferias de San Antonio de los Cobres y que es traído de los valles. Con el fin de estimar los costos por kilogramo invertido en el procesamiento de estos frutos realizamos una observación dirigida del tiempo invertido en la limpieza de este recurso Para esto le pedimos a Eulalia que coseche los frutos y nos permitiera cuantificar el tiempo de limpieza de 1kg de lo cosechado, como dijimos *supra* el total cosechado fue de 1,6 kilos. De este total la limpieza de 1kg de frutos fue de 14 minutos –Tabla 6.12. Esta información nos sirven para estimar los costos de manejo secundario de los frutos de cactáceas. Tomando estos datos:

$$C_{nb_opuntia} = 0,071hr ; B = 1kg$$

$$T_{pb_opuntia} = 0,071hr / kg ; T_{pc_opuntia} = 0$$

Antes de discutir los costos de manejo secundario y final de la carne de camélidos, vizcachas y suris es importante aclarar un punto. En un sentido estricto, para que las estimaciones de estos costos sean completamente comparables con la de los recursos vegetales, deben estar realizadas sobre la base de 1 kg de carne faenada. Lamentablemente no disponemos de datos para respetar este estándar de cálculo. Por ello relajaremos esta condición y realizaremos las estimaciones a partir de los valores que más se aproximen a 1 kg de carne faenada. Dicho esto pasamos a las estimaciones.

Con respecto a la llama, en Matancillas lo habitual es el consumo de su carne fresca. La manufactura de charqui de llama no es frecuente. Lamentablemente no hemos registrado la manufactura de charqui en Matancillas, lo cual no quiere decir que *ocasionalmente* no se lo haga.

Cuando ocurren situaciones de pérdidas de pasturas por sequías, se faenan los animales más viejos y su carne se prepara para el *consumo diferido* como charqui. Este proceso agrega costos de procesamiento secundario que sería importante investigar, porque precisamente ellos son los costos del almacenamiento de la carne que pueden incidir en el potencial para el intercambio de este producto. Con relación a la vizcacha, en Matancillas su carne no se consume hervida ni se la prepara en conserva. Esto se debe a que se aprecia mucho el sabor de su carne horneada o asada. Esto mismo nos fue informado por distintas personas de la localidad de San Antonio de los Cobres. Sin embargo en esta localidad algunas personas la suelen preparar también en guisos.

Para la carne de llama los tiempos de procesamiento precocción son despreciables, porque simplemente son los demandados en el fraccionamiento de la ración a utilizar, que se realiza con un cuchillo de acero al que se le aplica un golpe, utilizando una mano de moler, cuando se cortan partes con hueso. Esta labor demanda unos muy pocos minutos, dependiendo de la fracción a consumir. Disponemos de información de dos casos de procesamiento precocción y cocción –Tabla 6.12. En el primer caso se procesó una fracción de 4, 3 kg de costillar, su corte y salado llevó apenas 1,5 minutos y su cocción asada 22 minutos. En el segundo caso se procesó una fracción de un cuarto trasero de 1,4 quilogramos, el corte se hizo con un cuchillo de acero y una maza de piedra, apoyando la pieza sobre una mesa, luego de lo cual la fracción obtenida fue sazonada. La duración de este proceso precocción no la medimos, porque nos fue relatado por Eulalia, quien lo llevó a cabo. En este caso solo presenciamos el evento completo de cocción que duró 17 minutos. Sobre la base del primer caso los costos de procesamiento *precocción* implican un total de 0,0006 hr/kg. Estos costos son despreciables –equivalentes a los residuos de cálculo- y en consecuencia no los consideraremos. Haremos lo mismo para la carne de vizcacha, que cocinada entera no tiene ningún otro costo, salvo los de sazonado – que ignoraremos.

La cocción asada de carne de llama se utiliza siempre que se faenan a los animales. Por el clima seco y frío en Matancillas la carne fresca se conserva por semanas a la sombra, en habitaciones cerradas –que suelen ser las mismas que se utilizan para dormir. El único cuidado que hay que tener es proteger las partes faenadas con lienzos o con papel, para evitar que las moscas depositen sus huevos en la carne y la pudran. Cuando esto ocurre, se suele cortar la parte inservible y limpiar la pieza. Por esta razón generalmente el consumo de carne asada es lo más habitual. Sin embargo, también en algunas ocasiones se hierven partes de la carcaza y las vísceras junto con vegetales, para hacer guisos o pucheros. Lo mismo se hace si se dispone de charqui.

Por otra parte el producto faenado de un animal entero grande requiere aproximadamente 2 horas de cocción. Esto se hace en ocasiones especiales como las señaladas. En la señalada de 2002 se faenó y asó 1 animal de 90 kg de peso vivo, cuyo tiempo de cocción lo medimos en 2 hora con 10 minutos, es decir 2,16 hrs. –Tabla 6.12. La carne asada de este animal fue consumida junto con otros platos durante la noche por todos los participantes –alrededor de 40 personas –incluidos nosotros. Considerando el índice de utilidad de 0,64, el costo de cocción estimado por kg es de 0,037 hr/kg, para un animal asado entero. Para el cálculo de T_{pb} de llamas utilizaremos los datos del caso B de la Tabla 6.12, y consideraremos que para 1 kg el tiempo de procesamiento secundario tiende a cero. Los resultados los generalizaremos para los camélidos silvestres. Así:

$$Cnb_{llama} \cong 0hr / kg , B = 1kg$$

$$Cnc_{llama} = 0,28hr , Bu = 1,4kg$$

$$Tpb_{llama} \cong 0 ; Tpc_{llama} = \frac{0,28hr}{1,4hr} = 0,2hr / kg$$

Finalmente discutiremos los costos de manejo secundario y final de vizcacha y suri. Benito informa que la cocción de una presa entera sobre brasas, pero inserta entre dos placas metálicas que la cocina como en un horno, requiere un tiempo máximo de 1 hora. Cuando se le preguntó acerca del tiempo de cocción a fuego directo, respondió que es mucho más rápido pero que la carne se pone más dura.

Sin embargo esta manera de cocción es habitual en Pastos Grandes. Allí pudimos medir el tiempo de cocción de 2 ejemplares cazados con escopeta, para los cuales no pudimos determinar sus pesos individuales. La cocción de ambas presas fue simultánea. La estructura de combustión consistió en un rectángulo de piedra al aire libre de alrededor de 40 cm. de lado, con alambres de acero entrecruzados dispuestos por encima de las piedras, formando una parrilla y utilizando tola como leña. Ambas presas fueron dispuestas enteras y peladas por encima de la parrilla, y cubiertas con una chapa metálica. La cocción se realizó exponiendo la carne permanentemente a las llamas y no a las brasas. El tiempo de cocción neto, desde que se colocaron las presas en el asador hasta que se las retiró fue de 14 minutos para ambas. El resultado fue una carne superficialmente carbonizada y bien cocida.

En cuanto al suri, tanto en Pastos Grandes como en San Antonio de los Cobres el consumo de esta carne es preferentemente hervida, aunque ocasionalmente suele horneársela. Para este recurso disponemos de una observación directa de cocción en Matancillas de media quilla de 2,3 kg de peso, que Benito compró en la carnicería de San Antonio de Los Cobres durante las Pascuas de 1999. La cocción fue por hervido en su casa de San Antonio de los Cobres, en una olla de barro tapada. Allí se cocinaron 3 partes menores de la fracción comprada, junto con vegetales. La cocción se realizó a cielo abierto en el fogón del patio central de la casa y utilizando tola como leña. El tiempo total de cocción de la carne de ave fue de 35 minutos, es decir 0,59 hr -Tabla 6.12. La carne fue utilizada en empanadas. El tiempo de fraccionamiento de la pieza total fue también mínimo.

Estos son los únicos datos de observación directa que disponemos para la cocción *Lagidium* y *Rhea* en la Puna de Salta. Por lo tanto mientras no obtengamos otros de mayor calidad los utilizaremos. Dado que desconocemos el peso de las presas cocidas de vizcacha, asumiremos para estas un peso vivo promedio de 1,2 kg y el índice de utilidad 0,58 para calcular T_{pc} . Para suri tomaremos el peso total de la carne cocida y su resultado lo generalizaremos para *Rhea*. Al igual que en el caso de la llama consideramos que el tiempo de procesamiento secundario para 1kg en ambos recursos tiende a cero. De esto resulta:

$$C_{nb_{vizcacha-suri}} \cong 0hrs / kg , B = 1kg$$

$$C_{nc_{vizcacha}} = 035hrs , B_u = 1,2kg \times 0,58 = 0,7$$

$$C_{nc_{suri}} = 059hrs , B_u = 2,3kg$$

$$T_{pb_{vizcacha}} \cong 0 ; T_{pc_{vizcacha}} = \frac{0,23hr}{0,7g} = 0,33hr / kg$$

$$T_{pb_{Rhea}} \cong 0 ; T_{pc_{Rhea}} = \frac{0,59hr}{2,3g} = 0,26hr / kg$$

9.4- Composición de los Costos de Manejo

Con los valores ya estimados de tiempo de manejo por kilogramo bruto de cada recurso, podemos evaluar la incidencia de cada costo individual en el costo total de manejo de toda la serie de recursos, para discutir cuales son los costos que más afectan al beneficio neto de las estrategias de uso de recursos; y a partir de los cuales esperamos que opere con mas fuerza la selección natural optimizante. La Tabla 6.13 resume cada uno de los costos de manejo aquí analizados por recurso y el valor final de *hz*, que como dijimos es la sumatoria de cada uno de estos costos de manejo.

RECURSOS	TP (hr/kg)	Tpa (hr/kg)	Tpb (hr/kg)	Tpc (hr/kg)	hz (hr/kg)
Frutos de Opuntia	0	0,066	0,071	0	0,137
Vicuña	0	0,035	0	0,2	0,235
Guanaco	0	0,041	0	0,2	0,241
Rhea	0	0,188	0	0,26	0,448
Llama	0,22	0,052	0	0,2	0,472
Vizcacha (<i>L. viscascia</i>)	0	0,38	0	0,33	0,710
Solanaceas Silvestres	0	0,12	0,014	0,86	0,994
Papa	0,14	0,01	0,014	0,86	1,024
Chenopoidaceas	0	1,02	0,1	0,4	1,520
Quínoa Doméstica	0,94	0,2	0,1	0,4	1,640
Maíz	0,22	0,026	0,526	2,76	3,532

Tabla 6.13: Matriz de Costos de Manejo de los Principales Recursos Alimenticios, Silvestres y Domésticos, de la Puna de Salta. En la matriz la serie de recursos está ordenada de manera decreciente con respecto al costo total de manejo *hz*, medido en horas/ kilogramos.

La Figura 6.10 presenta la grafica de la contribución porcentual de cada uno de los costos de manejo en la matriz de costos. Nótese la gran incidencia relativa de los costos procesamiento final *Tpc*, es decir de los costos de cocción, especialmente para todos los recursos domésticos y más particularmente para el maíz. Para los recursos animales los costos de cocción son también los de mayor incidencia en general, especialmente en el caso de los camélidos silvestres, y en menor medida en los roedores y en *Rhea*. Para los recursos domésticos, obsérvese también la baja incidencia de los costos de producción. Considerando los costos de manejo secundario y final, ambos costos son los que dominan los costos de manejo total de estos recursos.

Es de especial interés remarcar que de acuerdo a nuestro trabajo *es mucho más costoso el procesamiento de los recursos que la producción*. Tanto de camélidos como de recursos vegetales. Especialmente en el caso del maíz, cuya producción por kilogramo útil representa solo el 6% de los costos totales de manejo. La primera conclusión que sacamos es que la selección optimizante operará con mayor fuerza sobre los costos de procesamiento secundario y de procesamiento final para todos los recursos obtenibles de la agricultura. En consecuencia cualquier tecnología que mitigue estos costos puede ser selectivamente retenida. Hawkes y O'Connell (1981), Winterhalder y Goland (1997), Barlow (1997) –entre otros- señalaron la importancia de los costos de molienda y precocción de los recursos vegetales, silvestres y domésticos. Nosotros coincidimos con este punto y agregamos que al considerar los tiempos de cocción los costos de procesamiento final se incrementan dramáticamente.

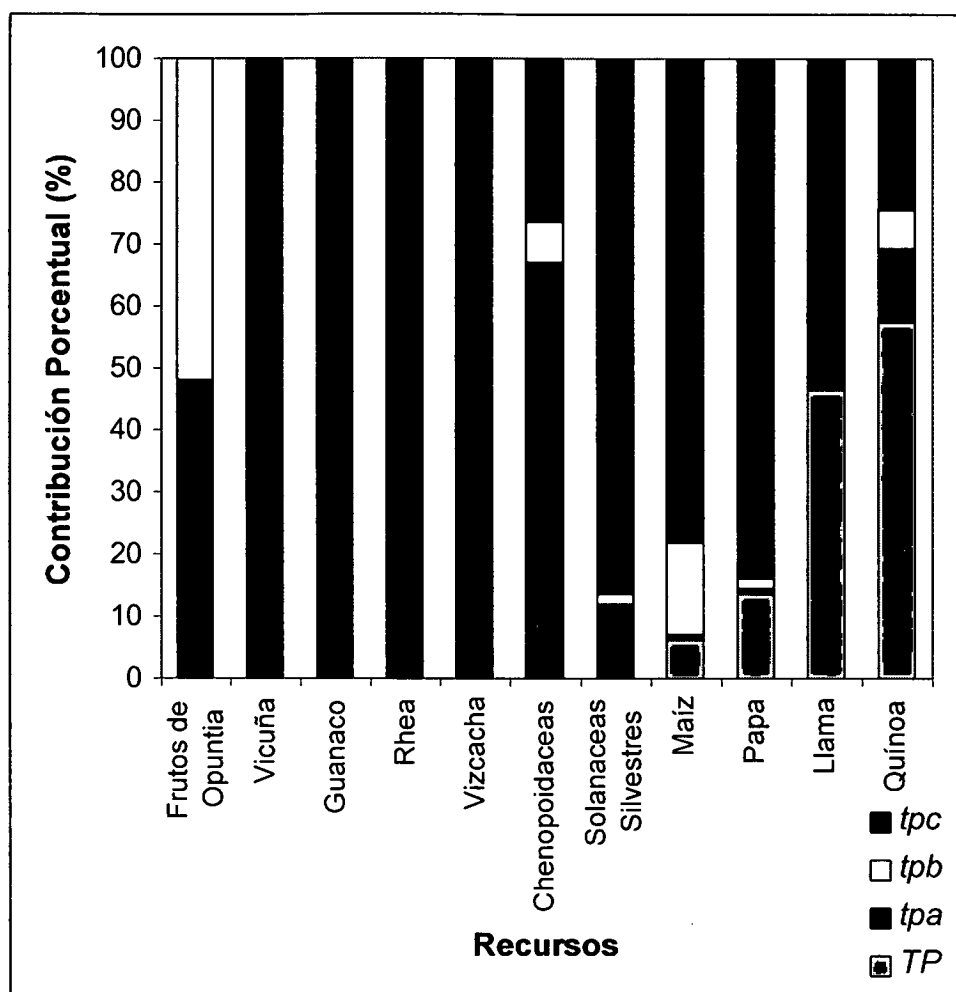


Figura 6.10: Composición del Costo Global de Manejo de los Principales Recursos Silvestres y Domésticos de la Puna de Salta y Contribución Relativa de los Distintos Costos de Manejo: TP Costos de producción, Tpa: Costos de manejo primario, Tpb: Costos de manejo secundarios, Tpc: Costos de manejo final. *tp*, en la Puna de Salta

En Matancillas la tecnología para la cocción de maíz y quínoa es principalmente un conjunto de ollas de barro, utilizadas de acuerdo a la cantidad de comida a preparar y en sistemas de cocción al aire libre, durante el verano. En estas condiciones el costo de cocción representa el 78% del costo total de manejo, lo cual es una proporción muy alta. Para la quínoa esta misma relación es del 26 % siendo también muy alta. Esperamos entonces que haya presiones de selección natural muy fuertes para optimizar los costos de cocción, operando en todo el sistema de consumo final, particularmente en los artefactos y en las estructuras de combustión.

Si bien los costos de cocción son relativos al volumen de alimento cocinado, se podría argumentar que una estrategia de minimización de estos costos es maximizar la cantidad de alimentos cocinados para su consumo diferido. Pero cuando los alimentos se consumen hervidos esta estrategia no es una posibilidad realista. Esto se debe fundamentalmente a que hervir grandes cantidades de alimentos demanda el mantenimiento del fuego a temperaturas máximas durante largos períodos de tiempo, mayores cantidades de combustible, y una alta inversión en tecnologías de cocción apropiadas para conseguir temperaturas adecuadas y constantes para que se cuezan los alimentos. Además se agregan grandes costos de almacenamiento y pérdidas de alimentos. En estos términos esta estrategia es antieconómica. En Matancillas el almacenamiento de alimentos hervidos es totalmente perjudicial

debido a las pérdidas de comida por descomposición, especialmente de los granos de maíz y quínoa que no se conservan hervidos por más de dos días como máximo.

Deducimos de esto que en la Puna la selección natural actuará direccionalmente minimizando los costos de cocción de todos los alimentos, pero fundamentalmente de aquellos que requieran de cocción por ebullición. Por ejemplo, nosotros hemos registrado un costo en horas de cocción de maíz seco de 2,76 hr/kg y de papa de 0,86 hr/kg, ambos en una altitud cercana a los 3.700 m/nm. Al nivel del mar, y con tecnologías de cocción no tradicionales, la cocción hervida del maíz seco lleva un máximo de 1,5hr/kg, y la cocción de papa lleva 0,60hr/kg como máximo. Lo mismo ocurre con la quínoa cuya cocción al nivel del mar no pasa de los 15 minutos por kilogramo (Pupi *et. al.* 1988).

Sostenemos que el efecto de la altitud en los tiempos de cocción de los vegetales genera presiones de selección direccional para la evolución de tecnologías de cocción y combustión que maximicen la eficiencia. Aquí hay un rango muy amplio de conductas y artefactos que pueden evolucionar en respuesta a esta presión selectiva. Las más obvias son las tecnologías de cocción, tales como la cerámica -cuyos atributos formales pueden directamente aumentar la eficiencia de cocción de los recursos (Bronitski y Hammer 1986, O'Brien *et al* 1994, Schiffer 1999)-, las estructuras de combustión y el combustible utilizado.

Los fogones excavados, que son las estructuras de combustión dominantes en la población aborigen de la Puna de SAC, quizás tengan precisamente el efecto de disminuir el costo de la cocción de los alimentos -Foto 6.9. En cuanto al combustible, el uso actual de bosta de camélidos es una práctica habitual, porque se logran temperaturas equivalentes o superiores a la de la leña de tolas y una mayor duración de la combustión. La importancia del estiércol como combustible en los Andes fue señalada por Winterhalder y Thomas (1992). En la manufactura de cerámica también se ha comprobado su alta eficiencia (García 1988). Nuestra propia experimentación en la cocción de alfarería utilizando estiércol como leña demostró su alto potencial energético. La temperatura lograda en la cocción de cerámica, medida con pirómetro en atmósfera reductora alcanzó un pico de 738° C. en los primeros 15 minutos, temperatura que se mantuvo estable hasta los 700°C. por más de tres horas, y declinando a una tasa muy lenta, logrando la cocción homogénea de las piezas (Camino 2003).

Otra manera de aumentar la eficiencia de cocción es a partir de diferentes técnicas de elaboración de alimentos, que manteniendo constante el combustible consumido aumentan el rendimiento en kilocalorías de los recursos. Por ejemplo el maíz tostado aumenta el rendimiento en kilocalorías cerca de una 40 %. Esto demanda de tecnologías específicas para esta forma de cocción. Por ejemplo de formas de alfarerías planas y asimétricas (López 2003). Lo mismo ocurre con la confección de tortas de harina de quínoa y de otras gramíneas silvestres (Cane 1989), en estos casos se agregan costos de procesamiento secundario, específicamente de molienda y producción de harina. La cocción tostada del maíz efectivamente puede disminuir los costos de cocción maximizando el volumen de los alimentos cocidos, para su consumo directo o diferido. Si el consumo es diferido esta conducta demanda costos de almacenamiento y cuidado de los alimentos que limitan su escala, los cuales que serían interesantes investigar mediante observaciones actualísticas y experimentación.

Los tiempos de cocción medidos por nosotros fueron a partir de cocciones a cielo abierto, pero etnográficamente la cocción en el interior de las viviendas es muy habitual. Creemos que esto también afecta a la eficiencia de cocción. De tal manera la investigación futura demanda la experimentación en el campo para estimar la eficiencia de las tecnologías de combustión y cocción en las Tierras Altas, controlando la variación resultante de las diferentes estructuras de combustión y los distintos contextos de cocción, a cielo abierto o en el interior de aleros y casas.



Foto 6.9. Cocción de Quínoa por Hervido. Nótese la estructura de combustión cavada

Con respecto a los costos de manejo primario globalmente, para toda la matriz, estos tienen una incidencia variable. Es importante destacar que en el caso de los recursos vegetales silvestres estos costos son los de cosecha y poscosecha, cuya mayor incidencia es para las semillas como la quínoa silvestre o doméstica, mientras que en otros recursos vegetales la incidencia de estos costos es relativamente baja. Arqueológicamente esperamos una alta direccionalidad para la selección natural de tecnologías que maximicen la eficiencia de cosecha de estos recursos. En la actualidad esto se hace mediante instrumentos cortantes filosos para obtener las espigas de plantas silvestres o domésticas. Aldenderfer (1997) propuso el potencial de los instrumentos bifaciales para estas tareas. Sin embargo creemos que cualquier tecnología de filos cumplirá con esta función. La experimentación puede resolver esta cuestión. Pero destacamos que las tecnologías con menor inversión en su manufactura y mayor eficiencia de corte pueden ser los mejores diseños desde lo óptimo. Esto requiere de materias primas adecuadas, tales como las obsidias. Para todos estos casos, y también para los actividades de faena de recursos animales esperamos tecnologías que maximicen la eficiencia (Bousman 1993).

En relación con los costos de procesamiento secundario de los recursos, estos inciden muy fuertemente en los recursos vegetales. Estos costos se derivan principalmente de los costos de descascarado y molienda, y de la eliminación de las sustancias tóxicas de la quínoa. De tal manera esperamos selección natural de tecnologías que aumenten la tasa de retorno marginal de estos recursos cuando están en la dieta, haciendo decaer cada uno de estos costos. Para los recursos silvestres estos son relativamente altos, pero son en términos netos son sustancialmente menores en aquellos vegetales como los frutos de *opuntia* o de hierbas comestibles. Sin embargo estos recursos son en general de un bajo contenido energético.

Con respecto al maíz sobre la base del trabajo de Sol Tax en Guatemala, Barlow 1997 estima que tiempos de procesamiento, *shelling + grinding times* entre 2003 hr/acre y 871 hr/acre en 2 parcelas de 0,18 acres. Esto nos da un promedio de 1437 hr/acre para ambas parcelas, equivalente a 3.592,5 hr/ht. Nuestra medición para Matancillas es de 2.610 hrs/ht, que surge del producto entre el tiempo medido de procesamiento precocción de 0,526 hr/kg y el rendimiento por hectárea de maíz –ver Tabla 6.5. Esto es sumamente significativo porque pone de relieve la gran importancia de estos costos en la utilidad neta. Particularmente de los costos de molienda, que declinan sustancialmente con la

tecnología utilizada, como lo ha demostrado Barlow (1997) para el maíz. De tal manera, tanto en economías de producción de alimentos como en economías de recolección esperamos una alta incidencia de estos costos en la evolución de tecnologías específicas de molienda.

Si consideramos la incidencia conjunta de los costos de cocción y los de molienda, entonces es esperable que en situaciones de alta recolección de recursos vegetales proliferen paralelamente tecnologías que minimicen ambos costos. Por ejemplo a partir del uso combinado de alfarería doméstica, artefactos de molienda y recursos tales como las *chenopoidaceas*. Más generalmente esperamos que los costos de cocción sean también muy altos en altitudes menores, especialmente conforme aumenta la latitud y disminuye la temperatura efectiva. De tal manera podemos postular que estos costos intervendrán en la evolución selectiva de tecnologías de procesamiento final de recursos en una variedad de ambientes. Más aún, en situaciones en las cuales decline la frecuencia de encuentro de los recursos de alto ranking y se incorporen recursos con una mayor demanda de procesamiento postencuentro. Bajo estas condiciones existirán presiones de selección natural para la retención de tecnologías que minimicen los costos de procesamiento secundario y de cocción de estos recursos. Esto puede llevara a la proliferación de tecnologías como la cerámica y los instrumentos de molienda en nichos económicos de predación que incluyen en su dieta semillas recolectadas. En la siguiente sección presentamos la serie óptima de recursos que se deriva de este trabajo. Es decir, el ranking de elegibilidad de los principales recursos de la Puna de Salta.

10- Ranking de los Principales Recursos de Producción y Recolección en el Valle de SAC

La Tabla 6.13 es la base para la construcción del ranking de los recursos. Para obtener la serie ordenada de los recursos de recolección y producción de la puna de Salta, ordenada por su utilidad económica neta, debemos considerar los rendimientos marginales de los recursos en términos de kilocalorías horas. Para esto utilizamos la formula (5.3), presentada en el Capítulo 5, por la cual simplemente multiplicamos la cantidad de kilocalorías por kilogramo bruto de cada recurso, por su índice de utilidad, y a este resultado lo dividimos por el costo total de manejo *hz* de la Tabla 6.13.

La Tabla 6.14 muestra el ranking final de los recursos, y la Figura 6.11 la gráfica ordenada de toda la serie óptima. Como se puede ver los recursos que serán siempre perseguidos e incluidos en la dieta serán siempre los recursos silvestres. En particular los vegetales con baja inversión en costos de procesamiento y los camélidos.

RECURSOS	kcal/hr	Rank
Frutos de Opuntia	5.109,49	1
Vicuña	2.527,66	2
Guanaco	2.464,73	3
Chenopoidaceas	2.169,74	4
Quínoa Doméstica	2.010,98	5
Llama	1.464,41	6
Rhea	1.458,48	7
Vizcacha	932,08	8
Solanaceas Silvestres	831,49	9
Papa	807,13	10
Maíz	683,47	11

Tabla 6.14: Ranking en Kilocalorías por Hora de los Principales Recursos Silvestres y Domésticos de la Puna de Salta.

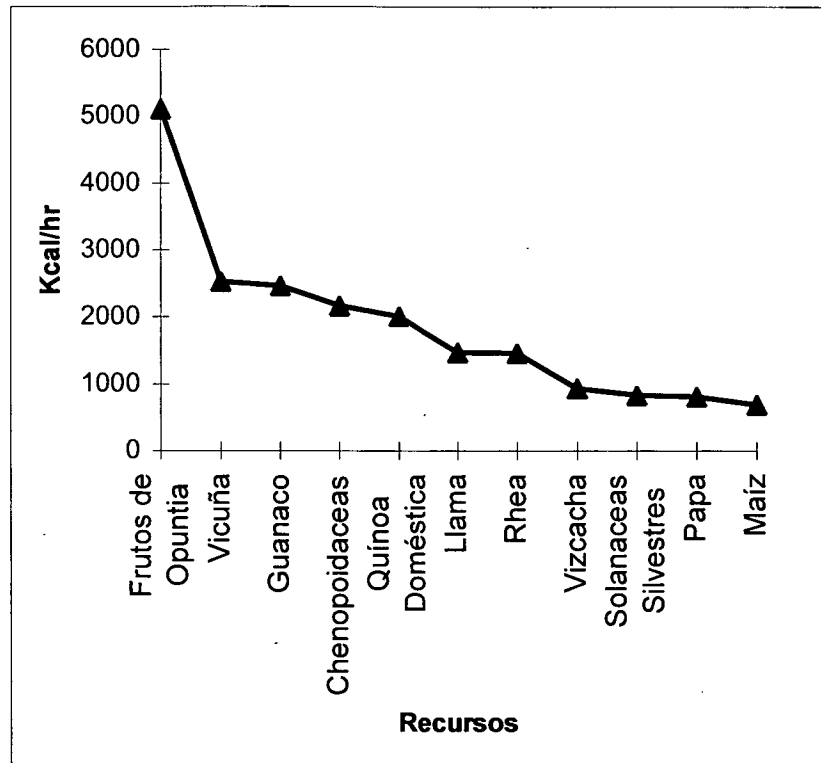


Figura 6.11: Serie Ordenada de Recursos de Acuerdo a su Utilidad en Kilocalorías por Hora de Manejo

De los recursos silvestres *Rhea*, vizcachas y las solanaceas son las peores alternativas, y notoriamente sus costos de manejo superan a los de la llama –obtenidas por producción. Esto resulta fundamentalmente de la baja obtención de energía de estos recursos comparada con sus costos de manejo. En el caso de *Rhea* su baja utilidad neta es un resultado directo de sus altos costos de obtención postencuentro, particularmente de los costos de caza y faena de estos recursos. Para el caso de las vizcachas, su utilidad económica neta es muy baja por sus costos de caza. Tratándose de presas de pequeño porte y alta capacidad de fuga, estos animales aún cuando se encuentren altamente localizados no son muy factibles de ser cazados masivamente, lo cual aumentaría su utilidad marginal, ni siquiera con el empleo de redes. De tal manera, en cuanto a la eficiencia económica, *Rhea* y vizcachas son las peores alternativas de caza y entonces solamente entrarán en la dieta cuando los recursos de mayor ranking disminuyan en su densidad, lo que hará declinar la eficiencia económica total del nicho económico.

En general el registro arqueofaunístico de *Rhea* en la Puna de Argentina es prácticamente nulo. Creemos que esto se explica por su baja utilidad neta. La utilidad de estas aves declina aún más cuando consideramos que se trata de animales altamente sensibles a la presencia humana, dado que su conducta es el abandono de hábitat y de los sectores de nidaje ante predadores, esto disminuye la frecuencia de encuentro y aumenta los costos de búsqueda de estas presas. En el caso de las vizcachas los costos de búsqueda disminuyen por su concentración espacial altamente localizada y predecible. En consecuencia esperamos que entren en la dieta antes que *Rhea*, pero repetimos: solamente cuando los recursos de mejor ranking disminuyen en abundancia en una magnitud tal que estos recursos comienzan a no ser ignorados para su consumo. En estos casos la adaptación será sumamente costosa y en el largo plazo maladaptativa (Muscio 1999).

En cuanto a los vegetales los frutos de *opuntia* serán siempre explotados una vez encontrados, porque en términos netos son las mejores alternativas económicas. Esto se debe fundamentalmente a sus bajos costos de obtención postcosecha, logrados por la recolección masiva de estos recursos y por los costos nulos de cocción y procesamiento precocción. Sin embargo, su disponibilidad acotada a los finales de la temporada húmeda, restringe las oportunidades de estos recursos de alto beneficio neto. Dado esto una hipótesis que puede investigarse es el procesamiento secundario para el consumo diferido de estos recursos. Especialmente de técnicas de secado de frutos, que preservan los azúcares y permiten el almacenamiento de los mismos. De cualquier manera la evidencia de un alto consumo arqueológico de esta clase de plantas ha sido demostrada por Yacobaccio y Olivera 2003, mediante el análisis de isótopos estables de registros biontopológicos del Holoceno Temprano.

La posición de *opuntia* en el ranking es también una medida del lugar que ocupan todos los recursos vegetales de recolección cuyos costos de procesamiento son ínfimos. Es decir que esperamos que estos recursos estén siempre presentes en la dieta si su disponibilidad en el paisaje no hace declinar la utilidad neta. Al respecto la Información de las ocupaciones del Holoceno Temprano de Antofagasta de la Sierra demuestra el uso muy amplio de especies vegetales de esta clase (Rodríguez)

Otro componente importante de los recursos de alto ranking son las gramíneas silvestres, en nuestro caso las *chennopoidaceas*. Estos recursos se ubican en cuarto lugar en el ranking, con una diferencia muy chica con respecto a los camélidos silvestres. En consecuencia esperamos que estos recursos estén presentes en las dietas siempre que su densidad sea alta, comparada a la de los recursos de mayor ranking. Más aún considerando que los costos de procesamiento pueden disminuirse con técnicas de molienda y de cocción mucho más eficientes que las que aquí contemplamos. Bajo estas condiciones estos recursos pueden entrar en la dieta de predadores que comienzan a intensificar su nicho.

Finalmente nos referiremos a los recursos de producción. Nótese que la peor de las alternativas es la producción de maíz, y la mejor es la quínoa. Esto directamente se explica por los costos de procesamiento final de ambos recursos, por las diferencias en kilocalorías y en la utilidad de cada unidad producida.

Para la quínoa los costos de producción son mayores, pero su utilidad neta en kilocalorías es muy superior y los costos de cocción muy inferiores. En el caso del maíz ya vimos que la cocción tostada puede aumentar su valor energético total y disminuir los costos de cocción, por lo cual esperamos que la entrada de estos recursos en la dieta maximice estos costos, siempre que haya tecnologías disponibles. En el caso de las papas su posición en el ranking se deriva fundamentalmente de la incidencia de los costos de cocción y de su menor valor energético con respecto a la quínoa.

Como dijimos previamente este es un ranking básico, que sirve para una primera estimación de la calidad económica de los recursos. En el futuro necesariamente debemos contemplar la variabilidad resultante de diferentes tecnologías de procesamiento de los recursos, porque allí puede estar la clave para explicar la evolución de las tecnologías de manejo de los recursos y de la variación en las amplitudes de las dietas. Desde el Modelo de amplitud de la dieta se puede predecir que la alternativa de promediar los rendimientos de la agricultura de quínoa, papas y maíz disminuye la eficiencia económica. Sin embargo esto precisamente es lo esperable si se emplean estrategias que no buscan maximizar la eficiencia sin disminuir el riego. De tal modo sugerimos que la diversificación de cultivos, aunque disminuya el rendimiento neto total será funcional principalmente minimizando el riesgo. De cualquier manera, aún en esta situación esperamos presiones de selección que actúen aumentando también la eficiencia productiva.

11- El Rol de los Estudios Actualísticos de Sociedades Etnográficas en Arqueología Evolutiva

A lo largo de toda esta sección hemos construido una serie de datos basados en la información etnográfica, apuntando a generar hipótesis que puedan servir para la construcción de modelos arqueológicos para la investigación de procesos evolutivos que tuvieron lugar durante el Período Temprano de la Puna de Salta. Aquí queremos enfatizar la diferencia de nuestro acercamiento con la etnoarqueología procesualista (Binford 1981,1983,1992, Aldenderfer 2001), remarcando la dependencia teórica del trabajo actualístico a la Teoría de la Evolutiva, y presentando los resultados de los estudios de transmisión cultural y sus implicaciones para el estudio de los procesos de cambio evolutivo.

El punto de vista aquí adoptado es que en Arqueología Evolutiva la investigación actualística en sociedades presentes es útil, debido a que permite analizar en el tiempo conductual los sesgos intervinientes en la toma de decisión y en la transmisión cultural. Esto es sumamente valioso para construir hipótesis y modelos en escalas temporales evolutivas. En nuestra opinión estas hipótesis deberían orientarse a predecir los patrones empíricos discriminantes de procesos de cambio particulares en el registro arqueológico. Fundamentalmente del *tempo, el modo* y los mecanismos del cambio evolutivo (Muscio *et. al.* 2001). Esta divergencia programática, desde nuestro punto de vista, constituye la diferencia substancial con la etnoarqueología, la cual suele ser un ejercicio de construcción de explicaciones inductivas de la variabilidad arqueológica, mediante modelos analógicos derivados de observaciones etnográficas, que no se desprenden de un marco teórico explicativo y donde la causalidad está en la misma analogía (O'Connell 1995).

En Arqueología Evolutiva la investigación actualística es fundamental para construir modelos acerca de los *patrones arqueológicos* emergentes de la acción recursiva del comportamiento humano, en escalas transgeneracionales. En esto es crítico particularizar adecuadamente las propiedades del entorno selectivo estudiado, porque precisamente la información requerida es acerca de las *regularidades* de la conducta humana en entornos selectivos específicos. Sostenemos que en los modelos generados por esta vía, las causas de los patrones arqueológicos son los sesgos que actúan en la toma de decisión y en la transmisión cultural, y que como arqueólogos queremos identificar en un registro empírico. Justamente, del aprendizaje en el tiempo conductual acerca de los patrones empíricos que generan estos sesgos es posible construir argumentos de validez para identificar otros procesos de sesgo que operan en escalas temporales no etnográficas, tales como la selección natural en el nivel del organismo.

De tal manera creemos que este procedimiento permite construir argumentos válidos - teóricamente guiados- para discutir los diferentes mecanismos de cambio evolutivo, y los niveles en los cuales potencialmente puede actuar la selección natural Darwiniana, mediante el estudio de los patrones observados en registros arqueológicos particulares (Bettinger *et. al.* 1998). Por ejemplo en patrones tales como las amplitudes promediadas de la dieta (Delpech y Grayson), la escala espacial de uso del espacio bajo diferentes estrategias económicas (O'Connell 1995), la velocidad del cambio de las morfologías de artefactos (O'Brien y Lyman 2000), la trayectoria del cambio de las variaciones en las tecnologías -direccional, estabilizadora, disruptiva- (Van Pool 2001), y el modo -continuo o discontinuo - en el cual se manifiesta la variación a lo largo del tiempo arqueológico (O'Brien y Lyman 2000, Muscio *et. al.* 2001). En breve, el universo de sociedades actuales, se nos presenta como un laboratorio para obtener la información necesaria para la construcción de modelos evolutivos, que esclarezcan los patrones materiales de largo plazo resultantes de conductas sesgadas.

Una premisa que es fundamental en este razonamiento es que ante restricciones selectivas comparables la selección natural, en cualquier nivel focal, dará lugar a soluciones funcionalmente

equivalentes (Boyd y Richerson 1998). Este principio seleccionista sirve como criterio de uniformidad entre las conductas observadas en el presente y las conductas esperables en el pasado en entornos selectivos similares. Un aspecto que es muy importante reconocer, es que este principio no implica nunca que las conductas observadas en el presente sean análogas a las del pasado. Si bien la selección natural en entornos similares da lugar a adaptaciones funcionalmente similares, *estas pueden diferir en su estructura o manifestación formal* (Maynard Smith 1993, Bettinguer *et al.* 1995). Esto se espera porque probabilísticamente pueden existir múltiples y diferentes soluciones óptimas a similares restricciones selectivas⁸ y problemas de diseño (Dennet 1995). No obstante, y esto es muy importante, debe notarse que la intensidad y las características de los sesgos que propician el comportamiento adaptativo –i.e minimización del riesgo, maximización del beneficio, minimización de los costos de aprendizaje- si responden a presiones selectivas similares serán también similares. Por lo tanto el estudio de las manifestaciones más generales esperables en el largo plazo por la acción de tales sesgos, en el uso y descarte de tecnologías o en el uso del espacio de sociedades actuales, es el principal interés para los arqueólogos evolutivos, y no las particularidades de las conductas del presente. Más concretamente, no importa tanto la particularidad de los artefactos que etnográficamente se utilizan, sino los sesgos que intervienen en la selección de sus propiedades de diseño y en sus tasas de replicación y descarte en el espacio.

A los fines arqueológicos, el trabajo en sociedades actuales es crítico cuando se orienta al análisis de la fuerza y los modos en que operan los sesgos del comportamiento adaptativo en sociedades del presente y que en el pasado pudieron también operar, pero produciendo registros materiales diversos, *que en su gran parte no tendrán análogos etnográficos*. Si se conoce como operan estos sesgos, a partir de la estimación de índices o coeficientes, generando regularidades en las escalas temporales promediadas, propias de la arqueología, es posible encontrar patrones en esta diversidad que sirvan para la discusión de casos arqueológicos.

Por tal razón es importante señalar que desde nuestro punto de vista el trabajo actualístico no es adecuado para generar marcos interpretativos de las particularidades de sistemas conductuales simples o complejos, como se propuso desde la etnoarqueología basada en el estudio de sistemas adaptativos (Binford 1983). Esto fundamentalmente se debe a que la evolución Darwiniana es un proceso contingente con la historia. En este sentido la historia cultural de las poblaciones humanas y los mecanismos de transmisión cultural de pautas de comportamientos complejos, son los principales factores que determinan los sesgos que canalizan culturalmente la evolución y la persistencia de una amplia diversidad de soluciones localmente óptimas a restricciones selectivas similares (Henrich y Boyd 1998). El reconocimiento de los sesgos culturales, de naturaleza histórica, que afectan al comportamiento modal en el nivel de la población, debilita fuertemente la posibilidad de establecer analogías válidas entre conducta presente y pasada, por lo cual los modelos analógicos de la etnoarqueología para interpretar al registro arqueológico son inapropiados. En consecuencia el objetivo no es el reconstruccionismo analógico (Dunnell 1978), sino el estudio teóricamente guiado de las causas últimas por la cual emergen los patrones de cambio arqueológico. Es decir de las regularidades que ayuden a identificar procesos de cambio evolutivo en el registro arqueológico, y no de las particularidades observadas en el tiempo conductual y utilizadas como algoritmos para la interpretación del registro arqueológico. Con esto no desestimamos la posibilidad de utilizar información etnográfica – o de cualquier otra fuente- para generar hipótesis a contrastar en el registro arqueológico. Solamente sostenemos que la práctica de la etnoarqueología para generar una “teoría del registro arqueológico” no es una tarea fecunda. Básicamente por la incertidumbre de los datos que genera al no contar con una teoría más general que explique las causas de la conducta observada y que dan origen a los agregados arqueológicos.

⁸ Estas variantes, que son funcionalmente equivalentes, son neutrales entre sí (Durham 1991, Muscio 2002).

Así, proponemos que en Arqueología Evolutiva el estudio de la formación de agregados arqueológicos a partir del análisis de la conducta humana en sociedades actuales, será útil bajo dos condiciones básicas: 1) Cuando explícitamente se deja a la historia cultural como una constante, y se apela al modelo genético de optimización del *fitness* en el nivel del organismo, como base para desprender hipótesis acerca de los sesgos innatos que controlan el comportamiento de uso y descarte de artefactos y recursos en ambientes particulares, y la transmisión cultural del fenotipo (Boyd y Richerson 1996, Tooby y Cosmides 1992, Cronk 1999), y 2) Cuando la historia cultural de las sociedades estudiadas es explícitamente abordada, para analizar de que manera los sesgos culturalmente transmitidos generan patrones materiales, que se correlacionan con el aumento del *fitness* en el nivel del organismo o en otros niveles tales como el artefacto o los grupos humanos.

En el primer caso resultan de interés los sesgos que pueden dar lugar a patrones arqueológicos por el uso de artefactos con diseños específicos, del espacio y de los recursos, o que dan lugar a la replicación selectiva de los artefactos –ver O’Connell 1995. Un caso de especial interés es el de la replicación de tecnologías que sirven para la transmisión de información social, tales como los *display* de prestigio u opulencia. Desearíamos conocer como se correlacionan las velocidades de variación de estas tecnologías con la escala de complejidad social, con sus costos o con su eficiencia para la transmisión de la información en juego. Este punto es clave para discutir procesos de evolución selectiva sobre la base de la teoría social Darwiniana.

En el segundo caso nos interesa investigar los sistemas de heredabilidad que dan origen a filogenias culturales, o a la replicación de variabilidad neutral en tecnologías de cualquier naturaleza. Por ejemplo en el estudio de los procesos de aprendizaje de artesanías en los que puede actuar el Sesgo Indirecto, produciendo patrones de correlaciones entre variables cuantificables en los artefactos (Bettinguer y Eerkens 1997). También nos interesa el estudio de las tecnologías que puedan ser grupalmente beneficiosas, es decir que reporten beneficios en la competencia entre grupos. Aquí es clave investigar los mecanismos de transmisión cultural que pueden controlar la replicación de estas tecnologías y que pueden controlar sus tasas de variación. Por ejemplo en artefactos que brinden mayor cohesión al grupo, tales como los relacionados con la identidad colectiva -diacríticos *sensu* (Barth 1974)- o con los sistemas normativos del orden social –e.g. artefactos simbólicos que regulen la reciprocidad o las sanciones. Se ha postulado que es mayormente la Transmisión Conformista la que controla a esta variación (Soltis *et. al.* 1995). Desde un punto de vista arqueológico necesitamos saber si esto es así, y construir modelos que predigan las tasas de cambio esperable para estas tecnologías, en diferentes contextos. La información etnográfica, entre otras varias fuentes, puede ser útil en esto.

11.1- Transmisión Cultural en Sociedades Etnográficas de La Puna de Salta y Expectativas Para las Trayectorias de Evolución en el Período Temprano.

A lo largo de toda esta sección hemos empleado la lógica del modelo genético para el estudio de los costos de manejo de los recursos y la construcción de un ranking óptimo de elegibilidad, útil como modelo de referencia para el análisis arqueológico de los patrones promediados de inclusión de recursos. Para esto nos hemos basado en el Modelo de Amplitud de la Dieta. Pero en esta tarea no nos interesamos en poner a prueba a este modelo en el caso etnográfico. Sino únicamente en recabar información para poner a prueba hipótesis que se derivan del mismo en escalas de tiempo arqueológico. Esto responde a que precisamente el Modelo de Amplitud de la Dieta supone que los sesgos que guían la toma de decisión racional son contingentes con la escala temporal de la conducta, y que por lo tanto la inclusión de recursos varía a tasas de muy corto plazo (Smith 2001). De esta manera no requerimos información actualística acerca de las tasas de inclusión de recursos sino acerca de la *fuerza* de tales sesgos y de mecanismos de transmisión cultural que pueden controlar la replicación de los comportamientos óptimos, operando paralelamente a la decisión racional adaptativa.

Con respecto a la fuerza de los sesgos nuestra investigación sugiere que en la Puna de Salta la selección optimizante será muy alta, según se desprende de la incidencia de los costos de manejo que ya analizamos. Especialmente esperamos sesgos de gran fuerza maximizando la eficiencia de los recursos comestibles, la eficiencia de las actividades productivas y la eficiencia de la inversión del tiempo. En consecuencia nuestra principal expectativa para el Período Temprano es que la evolución de las tecnologías manejo de los recursos haya sido principalmente un proceso de maximización de la eficiencia. Mas particularmente de las tecnologías de cocción y procesamiento precocción de los recursos vegetales, tratándose de un ambiente de gran altitud y de baja productividad agroecológica. También esperamos patrones de uso del espacio y de los recursos emergentes de comportamientos evitativos del riesgo, y que responden fundamentalmente a la estocasticidad de las precipitaciones.

En relación con la transmisión cultural del comportamiento adaptativo, brevemente discutiremos nuestras expectativas con respecto a los mecanismos que pudieron actuar en la evolución de las tecnologías y de las poblaciones del Período Temprano. Generar expectativas al respecto, a partir del trabajo actualístico es muy importante. Fundamentalmente porque mientras desde la biología evolutiva hay certeza de que la selección natural y la deriva genética tienen tasas de cambio de muy largo plazo, controladas por la reproducción de los individuos, lo que nos falta saber son las tasas de cambio de estos procesos cuando operan sobre el fenotipo culturalmente transmitido (Durham 1991). Con respecto al riesgo hemos planteado que la tasa de transmisión cultural de información adaptativa concerniente a esta presión de selección tiene valores muy elevados 0,7 Matancillas y 0,78 en Pastos Grandes. Discutiremos algo más extensamente nuestra investigación acerca de la transmisión cultural del comportamiento adaptativo en Santa Rosa de los Pastos Grandes

En Pastos Grandes mediante los estudios de polimorfismos hematológicos se han evaluado los niveles de endogamia asociados con la microdiferenciación genética (Caruso *et al.* 1999). A partir del cálculo de frecuencias génicas, genotípicas y haplotípicas se constataron los efectos de la deriva y flujo génico como los principales mecanismos de cambio evolutivo actualmente operando en esta población. Esto concuerda con otros estudios que demuestran que las tasas de endogamia aumentan conforme aumenta la densidad de la población y disminuye la movilidad, lo cual diferencia a las poblaciones de cazadores-recolectores de las poblaciones con nichos basados en la producción de alimentos (McDonald y Hewlett 1999). Estos datos nos advirtieron acerca de la necesidad de estudiar la manera en que opera la transmisión cultural en poblaciones aisladas, y si son simétricos a los procesos de diferenciación genética, lo que nos condujo a realizar estas investigaciones en Pastos Grandes.

Para esto realizamos una serie de entrevistas orientadas a identificar los mecanismos de transmisión cultural de 47 habilidades⁹ específicas, las cuales definimos a partir de observaciones etnográficas previas. Las habilidades las dividimos en las siguientes categorías: A) Manejo de Rebaños, B) Procura de recursos, C) Procesamiento de los recursos alimenticios, D) Actividades Tecnológicas, E) Cuidado de Infantes, F) Habilidades Rituales y Recreativas. Las preguntas apuntaron a averiguar si el individuo poseía o no las habilidades, y de quién habían sido aprendidas o quién se las había transmitido. El procesamiento de la información se orientó a obtener los siguientes datos: porcentaje de habilidades, índices de transmisión vertical, horizontal, *one-to-many* y aprendizaje individual, todos ellos divididos por género y edad (*sensu* Guglielmino *et al.* 1995, Cavalli-Sforza 1982). No nos detendremos en el procesamiento de esta información –para esto ver Muscio *et al.* 2001- solo comentaremos los

⁹ Por habilidades entendemos el desarrollo de conductas concretas. Establecemos así una diferencia entre estas conductas y las ideas que podrían subyacer a las mismas, centrándonos en las primeras debido a que son estas las que pueden ser rastreadas mayormente -ver discusión en Boyd y Richerson 1985.

resultados, y las expectativas para los procesos de evolución que pudieron predominar durante el Período Temprano en la Puna de Salta.

La Figura 6.12 muestra los índices de los distintos mecanismos de transmisión cultural en toda la muestra. La transmisión vertical tiene una media de 76% sobre un total de 72 personas entrevistadas al azar - 24 adultos cubriendo las generaciones de 20, 30, 40, 50 y 60 años, y 48 niños y jóvenes, cubriendo las edades desde los 6 a los 17 años. La media de transmisión horizontal resultó ser solamente del 6,6 %, mientras que la media del mecanismo de transmisión "one-to-many" fue de 4,2. Por último la media para el aprendizaje individual, catalogado como solo/a, mostró una cifra de 3,68 %. Estos datos muestran un claro predominio de los mecanismos verticales de transmisión sesgada.

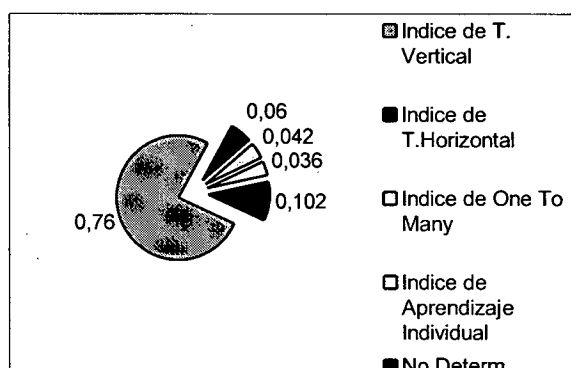


Figura 6.12: Índices de Transmisión Cultural y Aprendizaje Individual en Santa Rosa de los Pastos Grandes, Puna de Salta. La muestra abarca el 25 % de la población total. Para un total de 46 habilidades, la transmisión vertical es la principal fuerza operando en su replicación, concentrándose particularmente en aquellos comportamientos que afectan al *fitness* de los individuos.

Del total de habilidades observamos el predominio de la transmisión vertical. Un patrón que es muy importante señalar es que todas las habilidades que potencialmente afectan al *fitness* de los individuos se transmiten verticalmente. Estas comprimen las habilidades relacionadas con el manejo de rebaños, la procuración y procesamiento de los recursos y el cuidado infantil. Observamos que las habilidades tales como cantar coplas, bailar, tocar la caja, etc., que podrían ser de carácter neutral, en su mayoría son transmitidas de manera horizontal. Esto quiere decir, transmitidas por miembros de la misma generación, ya sean hermanos, primos, amigos, vecinos, etc, o a través de los mecanismos denominados "one-to-many", en donde la transmisión se produce desde personas que poseen ciertos roles de liderazgo, como puede ser un maestro, un médico, o algún individuo destacado socialmente.

Resaltamos que la alta transmisión vertical se produce mayoritariamente desde los padres hacia los hijos, aunque también hay una presencia marcada desde los abuelos hacia los nietos. Es decir involucrando tres generaciones y una media estimada de 75 años de persistencia de rasgos culturales, considerando que cada generación tiene un lapso de 25 años. Más importante: estos se concentran en las habilidades que directamente afectan al *fitness*, relacionadas con la subsistencia y el cuidado parental. Como ya dijimos del total de los adultos, cuando se le preguntó si disponía de información transmitida por sus padres acerca de sequías que habían sido perjudiciales para los rebaños el 75% respondió que sí, con respecto a esta misma información pero transmitida por sus abuelos el 25% dijo que sí.

Entre las conductas económicas sujetas la transmisión vertical las más destacables son el uso de las pasturas, la selección de los lugares de refugio, las prácticas de manejo de los rebaños –de mantenimiento del número y la composición de los mismos-, y la fabricación de artesanías,

especialmente los tejidos. Este patrón de transmisión cultural vertical asegura la persistencia, en escalas temporales de largo plazo del comportamiento adaptativo. En consecuencia en escalas de tiempo arqueológico este mecanismo de evolución cultural puede dar lugar a tradiciones locales culturalmente divergentes, y contingentes con las propiedades del entorno selectivo local.

Como conclusión resaltamos que: debido a las altas tasas de replicación de información adaptativa, la selección natural operando directamente en el fenotipo es el mecanismo con más fuerza que actúa favoreciendo la persistencia en el nivel de la población de conductas y artefactos con efectos directos en el *fitness* de los individuos. Sobre esta base proponemos a manera de hipótesis, que durante el Período Temprano la *persistencia* de las conductas y los artefactos de alto valor de *fitness* sería el resultado de la selección natural operando directamente sobre el fenotipo culturalmente transmitido (Durham 1991). Sin embargo esto no descarta la posibilidad a la selección natural operando a partir de la reproducción diferencial de los individuos y de los artefactos.

Como vimos, la tasa de mortalidad infantil en la Puna de Salta es del orden del 50%. Este coeficiente de 0,5% de selección negativa es sumamente alto. En estos términos, cualquier innovación tecnológica que aumente las probabilidades de supervivencia será retenida por selección natural en el nivel del individuo y proliferará por éxito demográfico en el nivel de los individuos y en el nivel de los artefactos (O'Brien y Lyman 2000). Un ejemplo: las tecnologías cerámicas que aumentan la eficiencia nutricional y disminuyen los costos de manejo de los recursos. Esto lo veremos en el Capítulo 11, discutiendo el patrón de evolución de la cerámica de la Puna Norte. Desde lo teórico se trataría de procesos de coevolución que acoplan el beneficio del *fitness* en el nivel del comportamiento cultural y en el nivel de los organismos, lo que Durham (1991:226) denominó *Cultural Mediation*. Esperamos que estos procesos se manifiesten con velocidades de cambio propias de la selección natural en el nivel de los individuos. Es decir que los rasgos de los artefactos evolucionaran a ritmos más lentos, que los que tendrían por la evolución selectiva operando únicamente en el nivel del fenotipo cultural.

Dijimos al comienzo de este capítulo que las tasas de mortalidad infantil por desnutrición en la actualidad son muy altas debido fundamentalmente a los efectos deletéreos de las burocracias locales sobre el comportamiento adaptativo de los aborígenes de la Puna. De tal manera podemos suponer que en el Período Temprano los coeficientes de selección natural –medidos por la mortalidad infantil– “pudieron” haber sido menores, y variables en el tiempo. Al respecto la información arqueológica es el árbitro final, pero como veremos en los próximos capítulos los efectos deletéreos del riesgo sobre economías productivas de baja escala en la Puna pueden propiciar coeficientes de selección natural, en el nivel de los organismos también muy elevados. Ya adelantamos que la probabilidad en San Antonio de los Cobres de los eventos de escasez sincrónica de recursos, por disminución de las precipitaciones a valores inferiores a los 50mm anuales, es de 0,2. Esto puede significar una fuerte presión de selección natural, especialmente operando a partir de la mortalidad infantil.

Para finalizar proponemos que el trabajo actualístico con sociedades humanas es investigación evolutiva arqueológicamente guiada, y no etnoarqueología. Cuyo fin es generar conocimiento acerca de los patrones materiales de la conducta humana en escalas temporales transgeneracionales, y que emergen de los sesgos que actúan sobre la conducta de descarte material en entornos selectivos particulares –ecológicos y sociales. Estos estudios sirven para el planteo de hipótesis de investigación arqueológica y tienen el mismo estatus que la experimentación para discutir *performance* de artefactos (O'Brien y Lyman 2002), o la modelización de dinámica social (Kohler y Gummerman 2000).

En los dos capítulos siguientes presentamos los resultados del trabajo arqueológico de campo realizado en Valle de SAC. Pondremos el mayor énfasis en el registro arqueológico del Período Temprano, para discutir empíricamente las hipótesis generadas a lo largo de los capítulos precedentes.

CAPÍTULO 7

PROSPECCIONES Y EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS EN EL VALLE DE SAC

Introducción

En este capítulo damos a conocer los trabajos de campo, de prospección y excavación, realizados en el Valle de SAC. Los mismos se llevaron a cabo durante 8 campañas con una duración promedio de 25 días cada una, durante el período 1999-2002, y la participación de un equipo de 11 personas. Nos centramos específicamente en discutir los resultados de los trabajos de prospección y de excavación en el fondo de valle de SAC y el marco cronológico obtenido por fechados C¹⁴ en este sector. Para esto utilizaremos las unidades de análisis planteadas en el Capítulo 3.

Con el fin de obtener información acerca de la estructura arqueológica regional del Valle de SAC mediante la metodología de la arqueología distribucional (Ebert 1992) realizamos el relevamiento de 20 transectas de muestreo de registro arqueológico de superficie, distribuidas en distintos sectores del Valle de SAC. La metodología seguida fue similar a la adoptada desde 1994 –ver para su discusión (Muscio 1996, 2001).

Por otra parte, siguiendo la estrategia de investigación planteada en el Capítulo 3 realizamos una serie de excavaciones en sitios arqueológicos con evidencias de material en capa, en los sectores de fondo de cuenca y en las quebradas laterales. En el fondo de cuenca realizamos la excavación de dos sitios representativos de ocupaciones a cielo abierto. En las Quebradas Laterales los trabajos de excavación se realizaron en las Quebradas de Matancillas y Urcuro, donde la evidencia del trabajo exploratorio de prospección permitió identificar la presencia de estructuras arquitectónicas de planta circular, localizadas en los sectores intermedios y más protegidos de ambas quebradas.

El conjunto de la información obtenida por el relevamiento del registro de superficie y el trabajo de excavación constituyen la bases para discutir las hipótesis de investigación planteadas en el Capítulo 5. Para facilitar la lectura dividimos a este capítulo en dos partes A y B. La Parte A, desarrolla el análisis distribucional del registro arqueológico del Valle de SAC y la caracterización general de la estructura arqueológica regional. La parte B presenta y discute las excavaciones en el fondo de cuenca.

C7- PARTE A: PROSPECCIONES EN EL VALLE DE SAC Y PATRONES DEL REGISTRO ARQUEOLÓGICO DE SUPERFICIE

1- Relevamiento del Registro Arqueológico de Superficie en el Valle de SAC

Para obtener información acerca de los patrones de distribución del registro arqueológico superficial del Valle de SAC, realizamos una serie de 20 transectas de muestreo en los distintos sectores del Valle de SAC. La metodología consistió en seleccionar, mediante brújula y GPS rumbos de prospección al azar, que definieron la orientación de cada transecta. El relevamiento de estas unidades se hizo a partir de 2 operadores entrenados, uno prospectando y otro anotando en una libreta de registro. Así se relevaron 4 variables sobre el terreno: 1) cantidad de artefactos visibles, 2) ambiente de depositación de los artefactos, 3) clases de artefactos hallados y 4) materias primas de los artefactos hallados. Las transectas siempre fueron lineales, es decir manteniendo desde el punto de partida el objetivo de llegada fijado por brújula. En las transectas los materiales detectados se registraron a intervalos de 100 mts. El rango de cobertura de cada operador fue de 2 mts para cada uno de sus costados, lo que da un total de 4 mts de ancho de por transecta (Bintliff y Snodgrass 1988). De tal modo, para su análisis a cada transecta la dividimos en celdas de 100 x 4 mts, con una superficie cubierta por celda de 400 m². A cada celda la designamos por una letra comenzando por la A. Esta metodología fue muy efectiva en los paisajes de fondo de cuenca, debido a la regularidad del terreno. En los paisajes de quebradas laterales, la linealidad de las transectas en algunos casos fue afectada por las variaciones de la topografía, aunque esta distorsión es muy leve, porque allí las transectas se emplazaron en faldeos de piedemonte y en los fondos de quebrada; siendo ambos fácilmente transitables. Durante las prospecciones no se levantaron materiales, salvo en los casos de artefactos de interés particular para la investigación.

Las transectas se distribuyeron en cuatro zonas del Valle de SAC –Figura 7.1: A) Ramadas, representativa de los paisajes de aluviones no aterrizados B) Los Patos, C) Laguna Colorada, ambas representativas de los paisajes de aluviones aterrizados, y D) Matancillas, representativa de los paisajes de quebradas laterales al Valle de SAC –ver Fotos 7.1/2/3. El ambiente de depositación de los artefactos fue medido por el tipo de vegetación en tres categorías excluyentes: 1) suelos escasamente cubiertos o de vegetación nula, 2) tolares, 3) vegetación de vega –pastizales o gramíneas siempre verdes asociados generalmente o vegas fósiles. Esto nos proporciona una *escala ordinal* de la cobertura vegetal, que puede afectar la visibilidad arqueológica, y de la humedad efectiva que se expresa por la distribución de la productividad vegetal. Las clases de artefactos consideradas fueron: a) desechos de talla b), puntas de proyectil, c) raederas, d) lascas con filo retocado, e) bifaces, f) tiestos. Cuando se detectaron sitios con posibilidades de contener registro enterrado también fueron registrados.

Las dimensiones de las transectas fueron variables, pero se trató siempre de mantener un recorrido de prospección máximo de 2000 mts. lineales. En el siguiente acápite nos centraremos exclusivamente en los patrones de distribución que se derivan de este trabajo, discutiendo solamente los aspectos relacionados con la variación de la densidad del registro arqueológico y con su distribución espacial. Es decir que no abordaremos los patrones de diversidad de artefactos, aunque haremos algunos comentarios al respecto –para esto ver Muscio 2001.

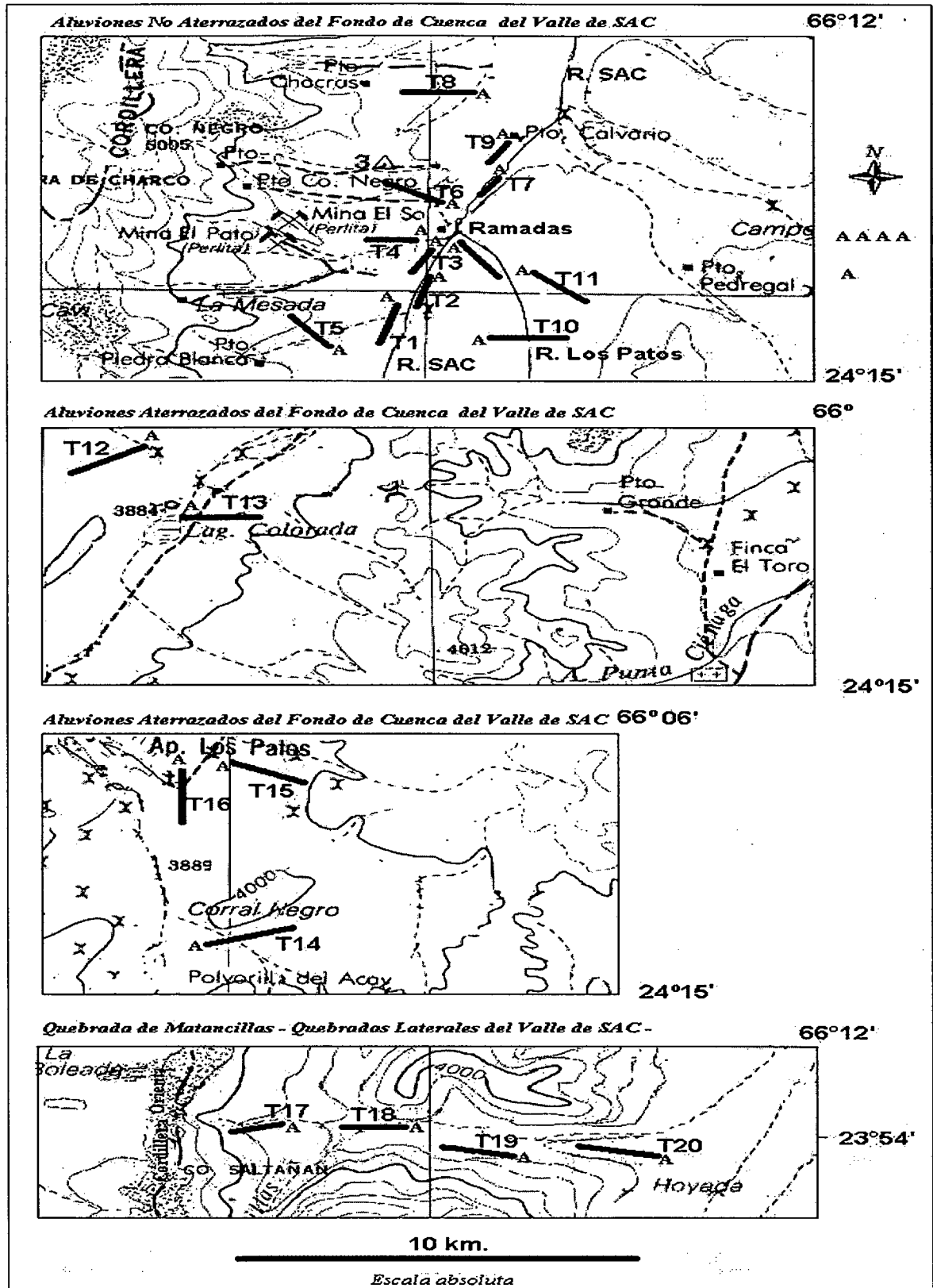


Figura 7.1: Localización de la Transectas de Relevamiento Arqueológico de Superficie en el Valle de SAC. La escala y la orientación de cada mapa es absoluta. "A": primera celda de cada transecta.

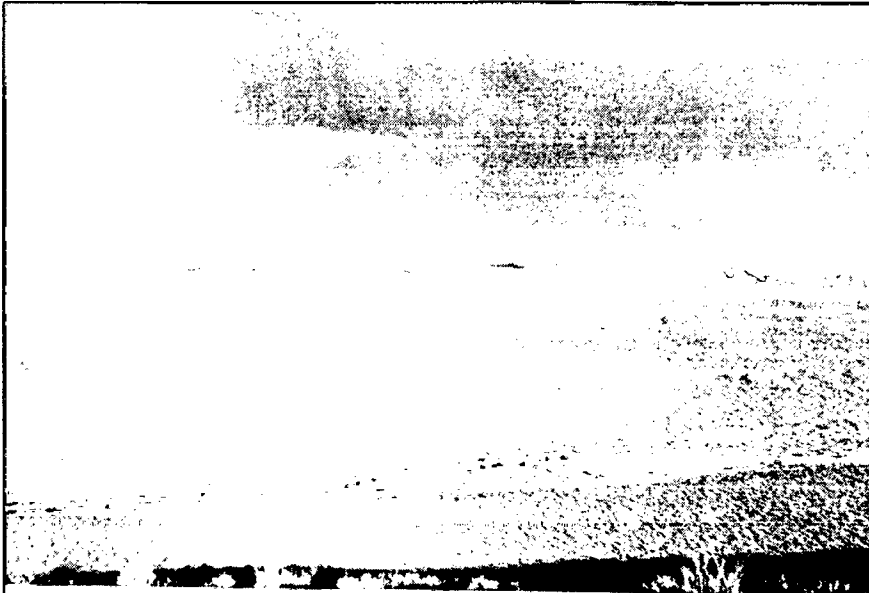


Foto 7.1: Aluviones
Aterrazados del Valle de
SAC



Foto 7.2: Aluviones No
Aterrazados de Ramadas en
el Valle de SAC

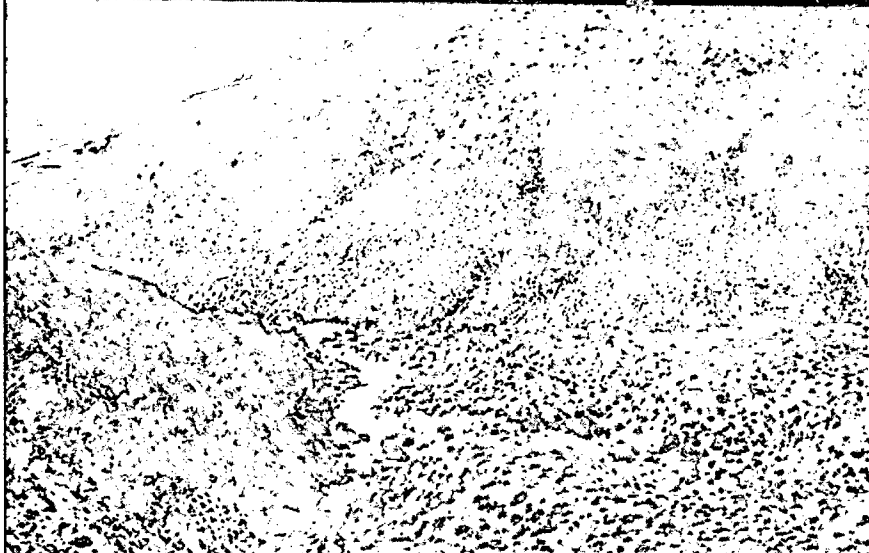


Foto 7.3: Quebradas
Laterales al Valle SAC. Vista
de Matancillas, de los cursos
de agua y de las Vegas del
fondo de quebrada

1.1- Densidades de Artefactos del Paisaje Arqueológico Regional del Valle de SAC

La Tabla 7.1 presenta para cada transecta el área total de cobertura, la frecuencia total de artefactos, el número de celdas, la densidad de artefactos promedio, calculada sobre la base la densidad de artefactos de cada celda, el desvío estándar de cada transecta y el coeficiente de variación estandarizado porcentual. Como puede apreciarse las transectas varían en su área de cobertura los 8.400 y los 4.400 m². Esto responde a diferencias en el terreno que no permitieron efectuar siempre transectas lineales de 2.100m.

Transecta	Área (m2)	Frecuencia de Artefactos	Número de Celdas	Densidad Media (Art/m2)	Desvío Estándar	CVS
T1	8.400	423	21	0,0504	0,0757	150,29%
T2	8.400	823	21	0,0980	0,0651	66,48%
T3	6.000	350	15	0,0583	0,0661	113,35%
T4	5.200	93	13	0,0179	0,0296	165,48%
T5	6.400	456	16	0,0671	0,0884	131,80%
T6	8.400	164	21	0,0195	0,0281	143,94%
T7	4.800	383	12	0,0798	0,0497	62,33%
T8	7.200	66	18	0,0092	0,0134	146,12%
T9	6.000	20	15	0,0033	0,0035	104,80%
T10	8.400	74	21	0,0088	0,0162	184,05%
T11	8.400	8	21	0,0010	0,0015	154,77%
T12	8.400	42	21	0,0050	0,0137	274,77%
T13	8.000	104	20	0,0130	0,0243	187,03%
T14	8.400	11	21	0,0013	0,0030	230,83%
T15	6.400	6	16	0,0009	0,0015	165,10%
T16	6.400	10	16	0,0016	0,0034	217,62%
T17	4.400	139	11	0,0316	0,0589	186,31%
T18	4.400	147	11	0,0334	0,0502	150,23%
T19	4.400	5	11	0,0011	0,0017	151,26%
T20	8.000	19	20	0,0024	0,0056	235,31%

Tabla 7.1: Dimensiones y Estadística Descriptiva de las Transectas de Relevamiento del Registro Arqueológico Superficial del Valle de SAC.

El área total muestreada por las 20 transectas es de 136.400 m². Nótese la alta variación en la densidad de artefactos por celda de cada transecta. La que menos varía, la transecta 7, lo hace en un 62,35%. Como veremos esta variación es uno de los indicadores principales de la heterogeneidad espacial en la distribución superficial de los artefactos. Antes de pasar a discutir los patrones detectados, evaluaremos la incidencia del tamaño de la muestra sobre las observaciones. La Figura 7.2 presenta la dispersión de los valores de densidad promedio de artefactos de cada transecta con relación al número de sus celdas. Como se observa en el gráfico, la densidad no es una función de la cantidad de celdas muestreadas por transectas. Más aún, por la alta dispersión de los puntos tampoco hay ninguna función de escala que ajuste a los datos en una regresión estadísticamente significativa. Por lo tanto deducimos que los patrones que discutiremos a continuación no están afectados por el tamaño de la muestra.

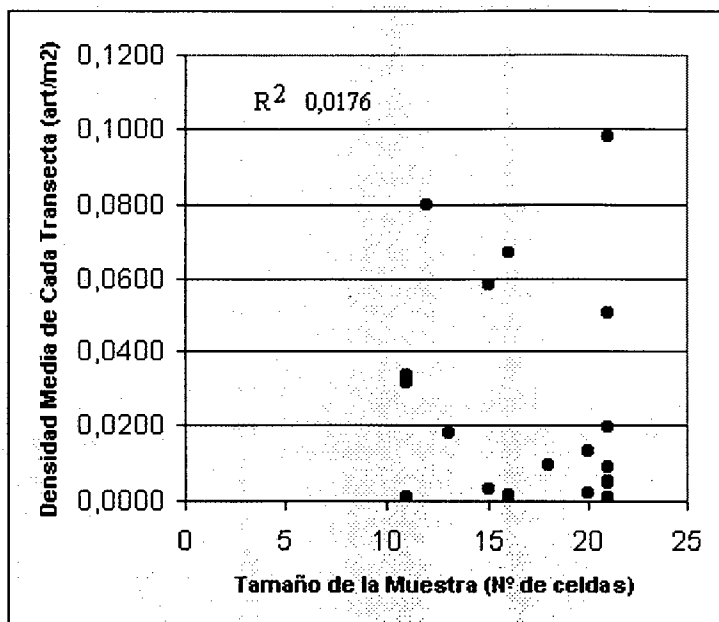


Figura 7.2: Densidad Artefactual Media de Cada Transecta en Función del Número de Celdas. El gráfico muestra la dispersión de la densidad media de cada transecta relevada en Relación con el número de celdas de las mismas. La alta dispersión de los puntos indica que las mediciones son independientes del tamaño de la muestra.

La Figura 7.3 presenta cada uno de los gráficos de densidad de artefactos de cada transecta. Sobre la base de la variación en las densidades de artefactos de cada geoambiente del Valle de SAC es posible discutir hipótesis acerca de la intensidad de uso de cada paisaje particular, para explicar los procesos de descarte de artefactos que operaron en escalas de largo plazo y dieron lugar a la estructura arqueológica regional (Foley 1981, Ebert 1992 Belardi 1992, Borrero 1993, Lanata 1997a). Como se puede observar en los diferentes gráficos, las densidades de artefactos varían en todos los casos de manera irregular. Las distribuciones de las transectas del paisaje de fondo de cuenca de aluviones no aterrazados son las que presentan las mayores concentraciones de artefactos, es decir los picos de mayor frecuencia. Especialmente las transectas 1,2, 3, y 5. Estos valores de alta densidad de artefactos oscilan en un rango entre 0,2 y 0,3 Art/m². Todas las demás transectas tienen densidades muy inferiores.

Es importante remarcar que las transectas 1,2 y 3 y 5 son precisamente las que registran concentraciones muy altas de artefactos. Las mismas muestran una alta diversidad de artefactos líticos caracterizada por la presencia de artefactos en distintos estadios de reducción, y una gran frecuencia de bifaces, puntas de proyectil lanceoladas grandes, de un largo promedio de 9 cms y un máximo de 12 cms, y lascas primarias y secundarias donde las materias primas son locales –Foto 7.4/5/6. Los cortes delgados y la interpretación petrográfica de la materia prima que predominan en las muestras de las concentraciones de superficie del fondo de Valle de SAC (Muscio 2000a) indican que no se trata de basaltos, como muchas veces se supuso para los sitios “cantera” de la Puna (Fernández Distel 1978, Acuto *et. al.* 1994), sino de rocas metamórficas de grano fino. Las mismas son rocas sedimentarias con metamorfismo y silificación, de color negro y gris muy oscuro y –Solá (Informe 2002), que se presentan como nódulos grandes en el cauce del Río SAC y sus tributarios. A estas rocas las denominamos *metamorfitas locales*.

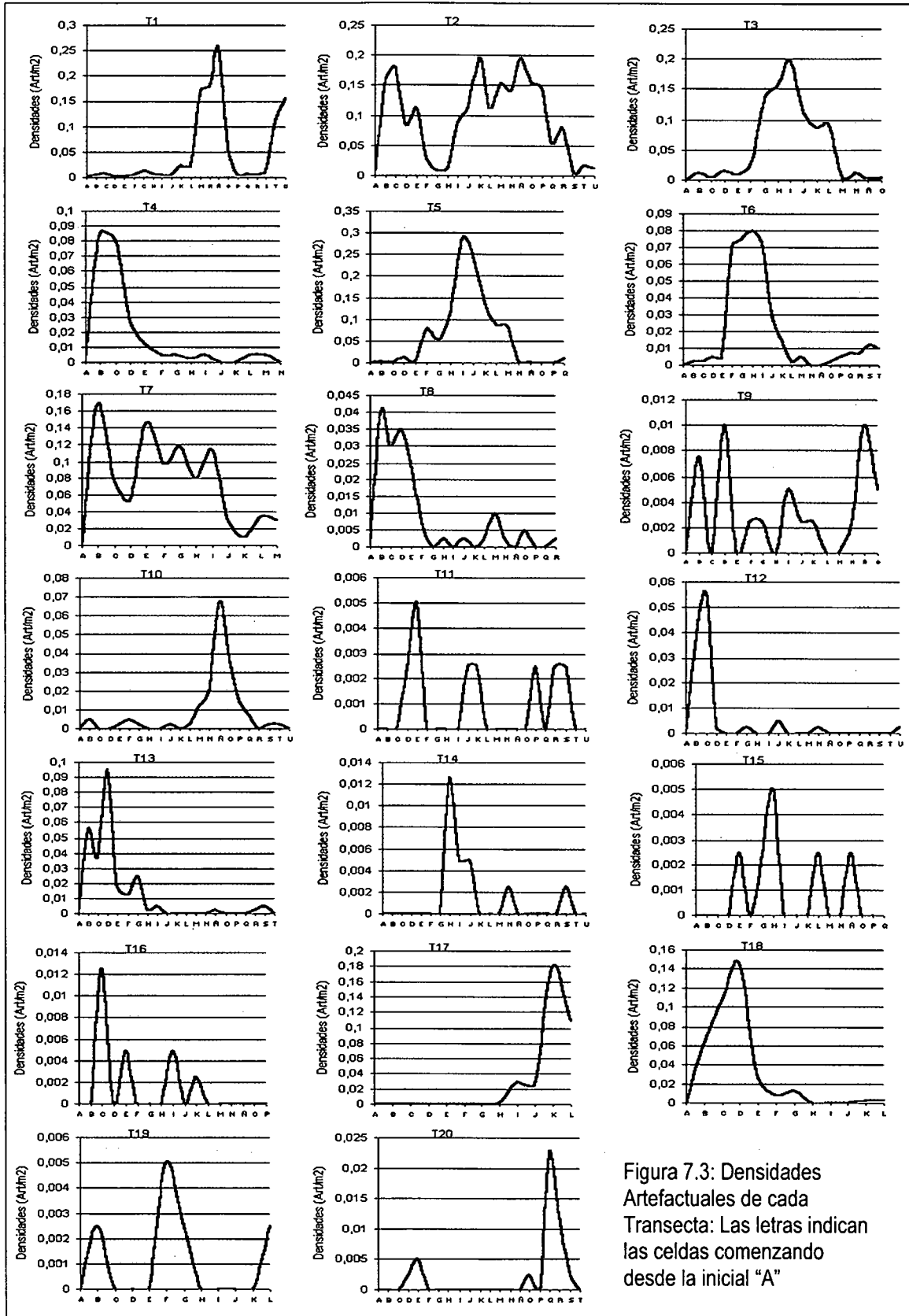


Figura 7.3: Densidades Artefactuales de cada Transecta: Las letras indican las celdas comenzando desde la inicial "A"

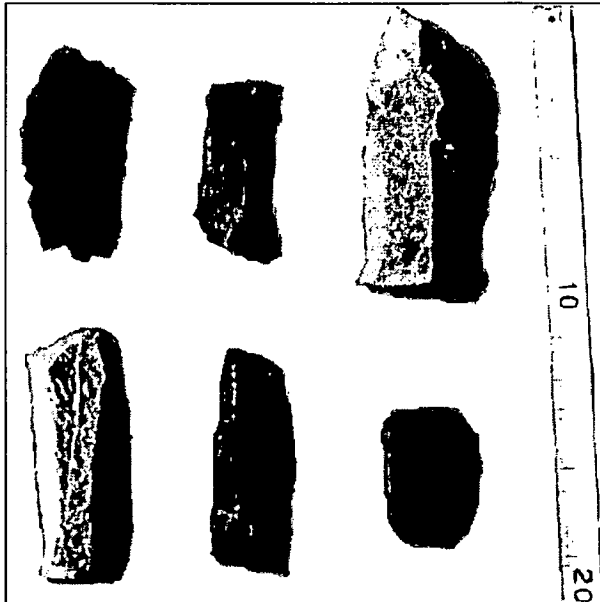


Foto 7.4: Desechos de Talla Laminares de Las Concentraciones de Superficie de Ramadas



Foto 7.5: Preformas y Punta de Proyectoil Lanceolada de Ramadas

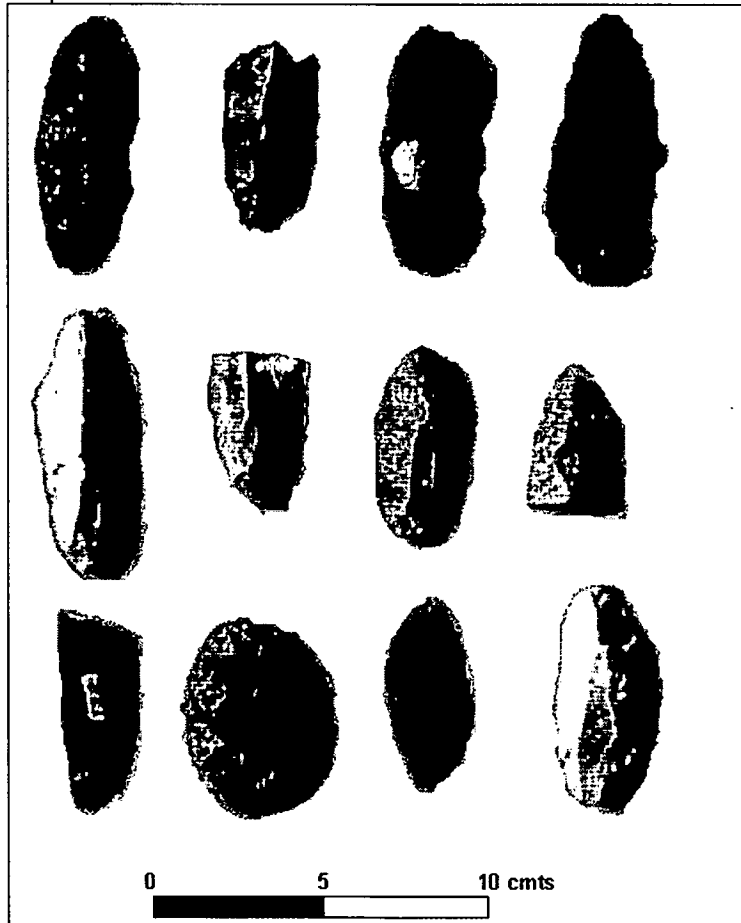


Foto 7.6: Artefactos Diversos de las Concentraciones de Superficie de Ramada. Instrumentos y preformas unificiales, preformas bifaciales y puntas de proyectil lanceoladas de materias primas locales de Ramadas .

La frecuencia de uso de las metamorfitas locales es predominante –74% de los artefactos– luego siguen las tobas silicificadas, cuarcitas y obsidianas. La procedencia de esta última es la fuente de Ramadas, localizadas en los faldeos de piedemonte de la Cordillera Oriental. De estas concentraciones, a las cuales denominamos Locus 1, 2, 3 y 4, tomamos muestras que actualmente están siendo analizadas (Muscio 2001). Aquí resaltamos que las mismas se localizan en los márgenes del Río San Antonio de los Cobres, siguiendo todo el recorrido desde Pto. Calvario a Ramadas, y ocurren a una distancia promedio de 460 mts lineales (Muscio 2001). La diversidad de nódulos de metamorfitas y obsidiana, y núcleos con distinto grado de extracción de lascas, junto con la alta frecuencia de preformas bifaciales son evidencias que sugieren actividades de reducción lítica altamente localizadas en el espacio –ilustración 7.2. Cuando medimos la densidad de artefactos en círculos de recolección de muestras de 3 mts de diámetro, el promedio es de 75 Art/m² para estas concentraciones. Por las densidades de artefactos de estos locus, por su distribución y por la riqueza de clases de artefactos hemos propuesto la hipótesis de que estas acumulaciones líticas responden a sectores de uso residencial a cielo abierto, en estrategias de uso del espacio de movilidad reducida (Muscio 2001). El inicio de la formación de estos registros de muy alta densidad en los paisajes de aluviones no aterrizados lo estimamos alrededor del 5.200 BP. Más adelante discutiremos los fundamentos de esta propuesta.

En cuanto a los sectores de aluviones aterrizados, su densidad máxima para todas las transectas es levemente superior a 0,09 Art/m². En los gráficos de la Figura 7.3 se observa la mayor incidencia de los hallazgos aislados en todas estas distribuciones. De hecho, en el paisaje de aluviones aterrizados no se detectaron agregados de artefactos de densidades comparables a las de Ramadas y Pto. Calvario. Si bien sí hemos detectado agregados de alta densidad relativa de materiales, estos se diferencian no solo por su menor densidad sino también por las materias primas, entre las cuales son predominantes el sílice, y las cuarcitas.

Debido a la menor densidad artefactual que presenta el paisaje de aluviones aterrizados, proponemos que se trata de la evidencia de una menor intensidad de uso de este sector del fondo de cuenca. Mas específicamente proponemos que los paisajes de aluviones aterrizados son aquellos menos *intensamente* usados del fondo de cuenca durante toda la historia de poblamiento humano del Valle de SAC. Especialmente cuando los comparamos con los picos en las frecuencias de artefactos que ocurren en los sectores próximos al Río San Antonio de los Cobres, que son los máximos para la región de estudio.

Si bien el Río de los Patos es uno de los cauces principales de la cuenca hidrológica de San Antonio de los Cobres, es importante destacar que este río en la actualidad no tiene un caudal permanente, como sí lo tiene el Río San Antonio de los Cobres. No creemos que las diferencias de densidades entre ambos sectores se deban a la visibilidad arqueológica de los materiales de superficie, debido a que precisamente en estos ambientes la cobertura vegetal es mucho menor, presentando una mayor proporción de suelos esqueléticos, lo cual favorece la visibilidad arqueológica.

Tampoco es probable que la menor densidad artefactual se relacione con procesos de desplazamiento diferencial de artefactos, porque las diferencias de pendientes son equivalentes a los sectores no aterrizados. Más precisamente todo el fondo de cuenca es una planicie con pendientes suaves en dirección a la cuenca de Salinas Grandes. La única diferencia es la presencia de grandes cañadones cuya morfogénesis es pleistocénica o anterior (Vilela 1969). En estos ambientes tampoco actúan procesos que favorecen la sedimentación y el entierro postdescarte del registro arqueológico, ya que son ambientes principalmente sometidos a la deflación, salvo en ambientes de microescala asociados con pequeñas vegas.

Considerando estos argumentos la hipótesis que mejor explica el patrón observado es la menor intensidad de uso y las menores tasas de descarte de artefactos en los sectores de aluviones aterrizados. En consecuencia explicamos las diferencias de densidades de artefactos como el resultado de la menor intensidad de uso humano de los paisajes de aluviones aterrizados durante toda la historia de poblamiento del Valle de SAC. Solamente nos referimos a la intensidad de uso y no a la temporalidad de estos palimpsestos, debido a que con los datos que disponemos no podemos discutir este aspecto de manera confiable. No obstante esgrimiremos una hipótesis relativa al lapso de mayor intensidad de este paisaje con relación a los paisajes de aluviones no aterrizados.

Como línea argumental tomaremos a la frecuencia global en cada sector de la cerámica, razonando que debido a que esta tecnología es posterior en el tiempo que las tecnologías líticas, especialmente de las puntas lanceoladas grandes que están presentes en ambos registros, su tasa de descarte es un indicador de grano grueso del lapso de mayor intensidad de uso de cada ambiente. La Figura 7.4 indica las diferencias porcentuales globales en la densidad de los artefactos líticos y de los tiestos para ambos sectores. La diferencia es notoria y dicotómica. En los sectores de aluviones aterrizados predomina la cerámica, indicando que en el tiempo promediado de la formación de su registro arqueológico la mayor intensidad de uso y descarte de artefactos tuvo lugar con posterioridad a la adopción de esta tecnología en el Valle de SAC. Es decir, posterior al límite Holoceno Medio - Holoceno Tardío. Recordamos que aquí no estamos diciendo que estos ambientes comenzaron a poblarse en este lapso, sino simplemente que la intensidad del uso del espacio, medida por el descarte arqueológico fue mayor durante el bloque temporal indicado, y fue el resultado del uso de estos ambientes por poblaciones que disponían de la tecnología cerámica.

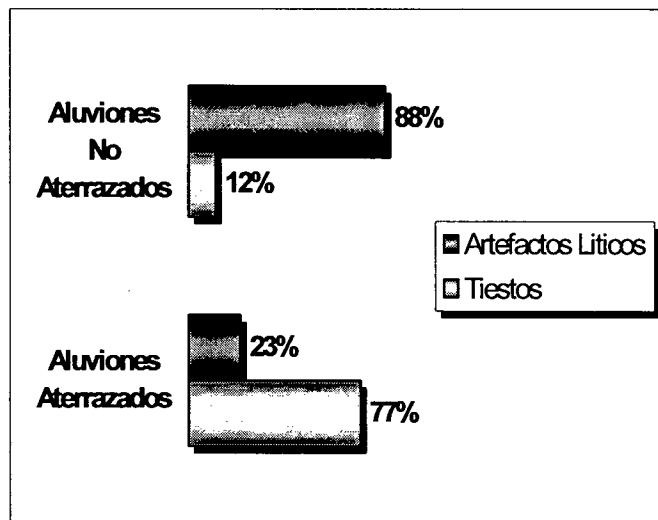


Figura 7.4: Proporción de Artefactos Líticos y de Tiestos de las Distribuciones de Superficie de los Aluviones Aterrazados y los Aluviones No Aterrazados. La mayor tasa de descarte de tiestos en los aluviones aterrizados favorece la hipótesis de una mayor *intensidad* de uso de este paisaje más tardía con respecto a los aluviones no aterrizados.

Podríamos pensar, en contra de esta hipótesis, que la fractura diferencial de tiestos sea lo que explica el patrón detectado. Para controlar esta hipótesis alternativa, medimos el tamaño promedio de los tiestos de muestras levantadas en las transectas de ambos paisajes arqueológicos. El tamaño de los tiestos lo evaluamos multiplicando el largo máximo por el ancho máximo, medidos con calibre. Adoptamos esta metodología para obtener los datos descriptos por una variable continua, en cm².

Las mediciones las realizamos sobre una muestra de 110 tiestos elegidos al azar del total de los tiestos levantados en las transectas. Para el caso el registro de aluviones aterrizados la muestra medida representa el 20%, para los aluviones no aterrizados representa el 63% de los tiestos levantados. El número de artefactos medidos fue elegido para asegurar un tamaño de la muestra de los aluviones aterrizados del 20%. La Figura 7.5 grafica el tamaño promedio de los tiestos y su variación, para cada uno de los paisajes.

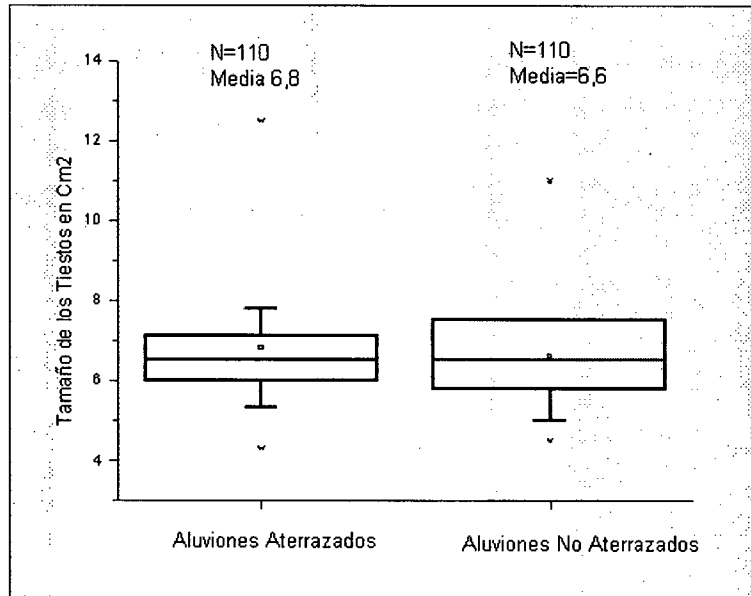


Figura 7.5: Tamaño de los Tiestos de Superficie, en los Aluviones Aterrazados y en los Aluviones No Aterrazados del Fondo de Cuenca del Valle de SAC

Como vemos en el gráfico de la Figura 7.5, la media del tamaño de los tiestos en los aluviones aterrizados es levemente superior, pero totalmente comparable a la de los aluviones no aterrizados. De aquí inferimos que los procesos de formación del registro arqueológico que operaron sobre la fractura de los tiestos no explican la mayor densidad de estos artefactos entre los distintos registros de superficie. Esto a su vez brinda más sustento para el argumento que los procesos morfogenéticos de escala regional son uniformes.

La hipótesis de una mayor intensidad de uso de los paisajes de aluviones aterrizados en momentos posteriores a la adopción de la alfarería se refuerza aún más considerando que en Los Patos hemos detectado dos sitios compuestos por estructuras circulares del cual aún no disponemos fechados radiocarbónicos, pero cuya cerámica contiene una alta frecuencia de el tipo Gris Pulida, propia de Período Temprano (Tarragó 1988).

Finalmente, con respecto a las distribuciones de artefactos de los paisajes de quebradas laterales, la muestra que disponemos remite únicamente a Matancillas. Evaluando la tendencia de escala regional, allí observamos menores tasas de depositación con respecto a los aluviones no aterrizados del fondo de cuenca de SAC. Pero más altas densidades de cerámica. Esto puede estar fuertemente correlacionado con el acarreo de sedimentos y artefactos, que ocurren como consecuencia de la pendiente de las quebradas laterales y que propicia el entierro del registro.

Del total de artefactos detectados en las transectas, el 44,19 % corresponde a tuestos mientras que el restante 55,81 lo constituyen artefactos líticos en donde dominan las obsidianas no locales, es decir de fuentes que no provienen del Valle de San Antonio de los Cobres, sino de canteras distantes entre los 60 y los 175 kms del Valle de SAC, del Cerro Zapaleri y de Tocomar. Esto lo interpretamos como un indicador fuerte de una mayor tasa de descarte, en momentos cuando las redes de interacción entre sociedades locales aumentó en escala, y en el contexto de sociedades con estrategias de producción de alimentos (Aschero 2000).

En cuanto a la tendencia de escala local, la distribución del registro arqueológico superficial de Matancillas presenta un patrón en el cual las mayores densidades de artefactos ocurren en los ambientes de mayor productividad primaria. Estos se corresponden con los sectores del fondo de la quebrada, asociados con vegas y pastizales. A su vez, el registro de menor densidad artefactual se localiza en los sectores de ladera, dispersos entre las serranías de menor cobertura vegetal, y en el sector de fondo de cuenca del Valle de SAC que está directamente vinculado con la Quebrada de Matancillas –ver Transecta 19 y 20 Figura 7.3.

Este patrón sugiere el uso diferenciado del espacio, que junto con la evidencia de la localización de los sitios cronológicamente pertenecientes al Período Temprano –ver Capítulo 8- indica que los fondos de quebrada habrían sido más intensamente utilizados para la instalación residencial y productiva durante este período. Esta interpretación es consistente con el patrón de concentración de estructuras arquitectónicas en estos ambientes –ver sección 1.3 de este capítulo.

Dado el interés particular de esta tesis en el estudio del patrón de uso del espacio para el Período Temprano en Matancillas discutiremos aquí algunas inferencias que se derivan de la riqueza de clases de artefactos líticos de la distribución de artefactos de Matancillas, prestando especial atención a las frecuencias de puntas de proyectil, que constituyen artefactos adecuados para inferir espacios de caza en las distribuciones superficiales (Schalanger 1992).

En el caso de Matancillas es notoria la frecuencia de hallazgos de puntas de proyectil completas o fragmentadas similares a las obtenidas en los contextos excavados con cronologías en torno del 0 AD –ver Capítulo 8. Se trata de puntas triangulares con y sin pedúnculo confeccionadas principalmente en obsidiana procedente del Cerro Zapaleri, es decir con materias primas no locales, y en menor medida de la cantera de Tocomar -Foto 7.7. Por la morfología y por la materia prima consideramos a estos artefactos temporalmente diagnósticos. La determinación de la procedencia se realizó a partir de muestras comparativas de procedencia conocida, mediante análisis químicos, que incluyeron especímenes de los sitios excavados y datados de Matancillas (Scattolin y Lazzari 1997, Yacobaccio *et. al* 1.999, 2.002).

En los conjuntos de baja densidad predominan las puntas de proyectil triangulares de obsidiana. La frecuencia de clases de artefactos de las Transectas 19 y 20 es altamente reveladora: En T19 la frecuencia de puntas de proyectil triangulares de obsidiana es de 2 especímenes (40%) y el de lascas secundarias de obsidiana de 3 especímenes (60%). En T20 las puntas de proyectil triangulares –pedunculadas y apedunculadas- de obsidiana tienen una frecuencia de 11 especímenes (57,89%), las lascas con filos retocados de obsidiana suman 3 especímenes (15,78%) y los tuestos 5 especímenes 26,31% –incluyendo un borde inciso.

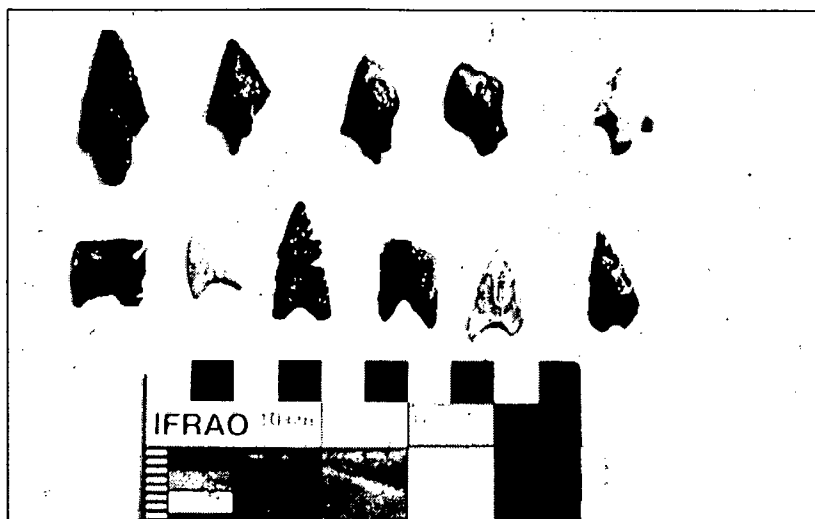


Foto 7.7: Puntas de Proyectoil Completas y Fragmentadas de las Distribuciones de Superficie de la Quebrada de Matancillas. Los especímenes de color oscuro son los confeccionados en obsidiana procedente de Cerro Zapaleri, los Traslucidos son de la Fuente de Tocomar.

Por otra parte en los conjuntos de alta densidad de artefactos la variabilidad es mayor, pero la frecuencia absoluta de puntas de proyectil triangulares, de lascas de obsidiana con filos retocados y de instrumentos con filos es muy superior a los sectores que limitan con el fondo de cuenca. También es destacable que casi en su totalidad el hallazgo de tuestos ocurre directamente asociado a los ambientes de vegas donde se localizan las concentraciones de estructuras arquitectónicas. En T18 las puntas triangulares de obsidiana tienen una frecuencia de 25 (8,16%) y las lascas de obsidiana con filos retocados suman 15 especímenes (10,20%) mientras que el resto de los hallazgos corresponden a 2 raederas de cuarcita (1,36%), 18 lascas de obsidiana (12,24%) y 112 fragmentos de cerámica (76,19%). Esta es la frecuencia máxima de cerámica de toda la muestra de superficie. En T17 el patrón es inverso, las puntas triangulares de obsidiana tienen una frecuencia de 28 especímenes (20,14%), las lascas de obsidiana con filos retocados suman 37 especímenes (26,61%), las raederas de cuarcita y sílice suman 11 especímenes (7,91%), las lascas de obsidiana tienen una frecuencia de 41 especímenes (29,46) y la cerámica tan solo 22 especímenes (15,82%); además se detectaron 3 puntas lanceoladas grandes de metacuarcita de grano fino (2,15%) y 2 bifaces de sílice (1,44%). De estos datos inferimos principalmente dos cuestiones.

Primero, consideramos clave la presencia de bifaces y puntas lanceoladas grandes, totalmente comparables a las del fondo de cuenca. Estas clases de artefactos no las hemos registrado nunca en los sitios excavados de la quebrada del Período Temprano, y en cambio sí obtuvimos un fechado para estos materiales correspondientes al Holoceno Medio en el fondo de cuenca –ver C7B- Esto nos permite proponer la hipótesis de que la quebrada de Matancillas tiene una historia ocupacional humana de mucho más largo plazo que el Período Temprano. Más particularmente, que formó parte de los rangos de acción de poblaciones del Holoceno medio o anteriores.

Segundo, la mayor frecuencia de puntas de proyectil líticas triangulares, de instrumentos de obsidiana y desechos de talla y de raederas de cuarcita, similares a las halladas en los contextos excavados pertenecientes al Período Temprano ocurren en sectores de alta densidad de artefactos localizados en el interior de la quebrada. Allí la alta frecuencia de hallazgos aislados de puntas de proyectil, tiene lugar en las cercanías de estructuras arquitectónicas dispersas en los faldeos de los cerros. Por sus dimensiones –superiores a los 25mts de diámetro, estas estructuras arquitectónicas son en su mayor parte corrales. Sobre esta base sugerimos la hipótesis de que estos sectores fueron

tanto espacios para el uso de pasturas para los rebaños como espacios de caza. También sugerimos como hipótesis de investigación futura que la alta frecuencia de puntas de proyectil líticas en estas distribuciones, podría ser consecuencia de actividades de caza que estuvieron *insertas* en las actividades pastoriles. La hipótesis de estos espacios como sectores de caza, se ve favorecida por el hecho de que allí la frecuencia de encuentro de camélidos silvestres es alta. Especialmente en el caso de las vicuñas, dado que estos ambientes son sus hábitats nocturnos en la quebrada –ver Capítulo 4.

Tercero, es notoria la frecuencia de hallazgos de puntas triangulares de obsidiana alóctona, en el sector de fondo de cuenca del Valle de SAC asociado directamente a la Quebrada de Matancillas – los casos de T19 y T20 donde la frecuencia de tiestos es casi nula. Sobre la base del rango esperado de distribución de las poblaciones de camélidos silvestres, argumentamos que estos sectores también fueron espacios de caza durante el Período Temprano.

Es importante señalar que las hipótesis aquí planteadas deben ser consideradas como una primera aproximación al uso del espacio en la escala local. Decimos esto porque no tenemos información acerca de la incidencia de los procesos morfogenéticos predominantes en este paisaje sobre los patrones de distribución superficial del registro arqueológico de la Quebrada de Matancillas. Especialmente considerando que el acarreo de materia aluvional hacia los fondos de quebrada y el desplazamiento por gravedad pueden enterrar con mayor facilidad el registro. De tal manera el estudio de los procesos de formación que operan en la escala local debe ser contemplado en el futuro. No obstante, la evidencia disponible, sugiere un patrón de densidad de artefactos en el cual la frecuencia de artefactos de superficie es comparable con la de los aluviones no aterrizados, pero con una densidad máxima de $0,2 \text{ Art/m}^2$ y con una mayor frecuencia de tiestos.

1.2- Heterogeneidad Espacial en la Distribución Superficial de Artefactos del Valle de SAC

A partir de la información obtenida mediante las transectas de relevamiento del registro superficial, en este acápite discutimos los patrones espaciales más generales de la estructura arqueológica regional. El primer patrón que resaltamos es la extrema heterogeneidad que presenta la distribución de los artefactos. La Figura 7.6 ilustra el patrón de distribución de todo el conjunto de transectas ordenadas por celda y la tendencia de densidades en un plano. Este gráfico resume la tendencia global de la distribución de artefactos en la escala regional, y muestra la alta concentración de artefactos en sectores discretos del espacio y la disminución de las densidades a medida que decrece la proximidad respecto de estos nodos. Este gráfico sirve a los efectos ilustrativos, porque como se observa es una superficie de tendencia de las densidades de todas las transectas, las cuales en la realidad no son contiguas. Como se aprecia en el gráfico, en la escala regional las densidades artefactuales predominantes van de 0 a $0,1 \text{ Art/m}^2$. Estos son los sectores de menor densidad artefactual de toda la superficie prospectada.

De la Figura 7.6 resulta evidente el patrón regional de muy alta heterogeneidad espacial, lo que caracteriza a un paisaje arqueológico de alto contraste (*sensu* Lanata 1997a). Dado que hemos mostrado que el tamaño de la muestra no influye en las mediciones, y considerando la marcada heterogeneidad espacial de la distribución de los principales recursos que intervienen en la selectividad de los hábitats humanos, especialmente de las fuentes de agua que se presentan altamente localizadas, podemos inferir que este patrón arqueológico es la impronta del uso humano heterogéneo del paisaje. Más particularmente argumentamos que este patrón es el resultado del predominio de estrategias humanas de uso muy heterogéneo del espacio durante toda la historia arqueológica de la región. En estas estrategias la mayor intensidad de los procesos de uso y descarte de artefactos tuvieron lugar en espacios de escala reducida, tanto en los fondos de cuenca como en las quebradas laterales.

Habiendo establecido este punto es importante analizar la escala espacial de las distribuciones de artefactos de las cuales emerge este patrón altamente heterogéneo que caracteriza a la estructura arqueológica regional. La Figura 7.7 grafica el histograma de las densidades de artefactos y la frecuencia acumulada con respecto al área total prospectada en todas las transectas, es decir para los 136.400 m² que componen toda la muestra.

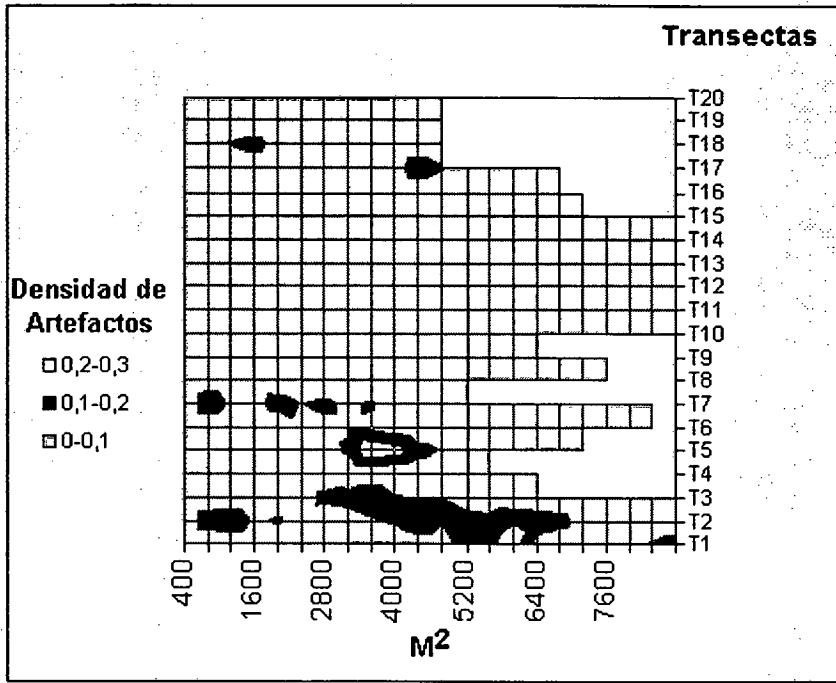


Figura 7.6: Plano de Distribución de las Densidades de Artefactos por Transecta del Registro Arqueológico Superficial del Valle de SAC.

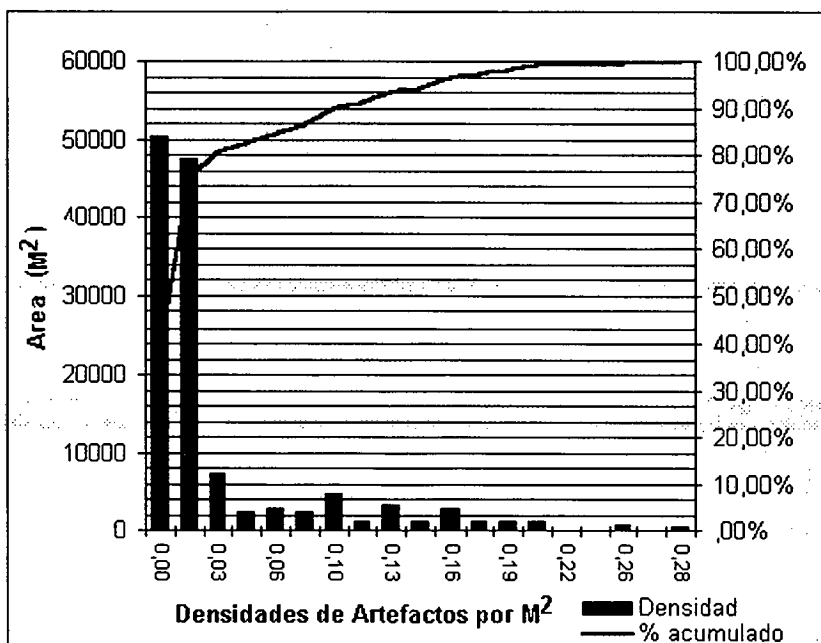


Figura 7.7: Histograma de las Densidades de Artefactos (Art/m²) con Respecto al Área total Prospectada, y Frecuencia Acumulada.

Como vemos en la Figura 7.7 el 75% del área total de la muestra tiene una densidad artefactual inferior a 0,02 Art/m², y solo el 10 % del espacio tiene densidades relativamente altas, iguales o superiores a 0,1 Art/m². De esto deducimos que en la estructura arqueológica regional el 75% del espacio está constituido por distribuciones de bajísima densidad, es decir de artefactos aislados. La interpretación arqueológica de este patrón se vincula directamente con la escala espacial de los procesos de descarte de artefactos que dieron lugar a la estructura arqueológica regional. Mas precisamente la hipótesis que sostenemos para explicar este fenómeno es el predominio durante toda la historia arqueológica regional de rangos de acción humanos extensos, basados en estrategias de uso muy extensivo del espacio, y con sectores de uso altamente localizados y de escala espacial reducida.

Para discutir con mayor detalle el patrón de uso heterogéneo del espacio en la escala regional analizaremos la distribución de artefactos de acuerdo a los contextos de hallazgos, que como dijimos proporcionan una escala ordinal de la distribución de la productividad primaria regional. La Figura 7.8 muestra la distribución de la densidad de artefactos de todas las transectas con respecto al ambiente de depositación de los artefactos. Nótese que la densidad global de artefactos es máxima en los ambientes con vegetación de vega o de pastizales, que decrece notablemente en los sectores con vegetación de tolar, y declinan aún más en los sectores de suelos de menor cobertura vegetal, o esqueléticos. De acuerdo con estos resultados la muestra analizada claramente indica que la relación en la frecuencia de hallazgos de artefactos con respecto a los distintos ambientes es significativamente predecible. En términos arqueológicos interpretamos a este patrón como el resultado del predominio de estrategias de uso del espacio que sesgadamente utilizaron los ambientes de mayor productividad ecológica durante toda la historia de formación del palimpsesto de escala regional, es decir de los sectores de mayor concentración de recursos: las vegas y los manantiales de la región, tanto en las quebradas laterales como en el fondo de cuenca.

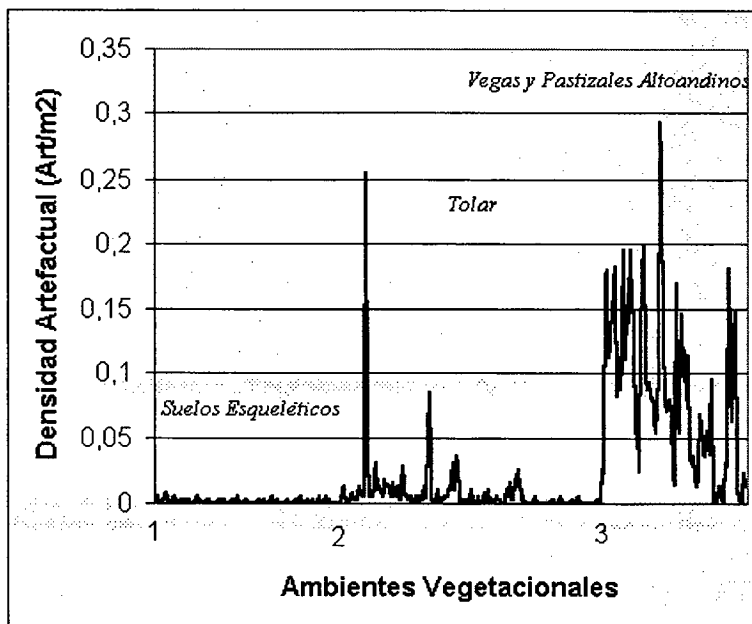


Figura 7.8: Densidad de Artefactos en los Distintos Ambientes de Depositación Diferenciados por la Vegetación del Valle de SAC. 1: Suelos esqueléticos de vegetación nula, 2 vegetación de Tolar, 3 Vegetación de Vega Altoandina.

No obstante puede plantearse la hipótesis de que la distribución observada es azarosa. Debido a que conocemos las proporciones de los distintos ambientes en los sectores de muestreo y sus frecuencias netas de artefactos, podemos tratar a esta hipótesis mediante la prueba de χ^2 . La Tabla 7.2 presenta la frecuencia de artefactos por ambiente, la proporción de cada ambiente, el valor χ^2 calculado para las frecuencias esperadas por la hipótesis nula: de que las densidades de artefactos se distribuyen por igual en los tres ambientes, y la refutación robusta de esta hipótesis.

Ambiente de Deposición Definidos por la Vegetación	Superficie (m ²)	Porcentaje	Frecuencia Observada de Artefactos	Frecuencia Esperada	$\alpha = 0,05$ $v = 2$ H_0 rechazada
1-Suelos Escasamente Cubiertos	45.200	33%	57	1108	χ^2 6.6649
2-Tolar	57.600	42%	438	1412	
3-Vegas y Pastizales Altoandinos	33.600	25%	2.848	823	
Total	136.400	100%	3.343	3343	

Tabla 7.2: Superficie, Proporción y Frecuencias de Artefactos de los Distintos Ambientes de Deposición del Registro Arqueológico Superficial del Valle de SAC. El valor de χ^2 calculado refuta de manera robusta la hipótesis nula de distribución regular del registro arqueológico.

De la Tabla 7.2 observamos que los ambientes de menor productividad primaria y menor humedad –1 y 2- constituyen el 75% del total del área. Como vimos en el histograma y como queda también claro en la Tabla 7.2 estos ambientes en conjunto explican solamente el 14% de la frecuencia total de artefactos.

Habiendo rechazado la hipótesis nula, nos interesamos en conocer la medida en la cual este patrón de distribución de artefactos refleja las conductas de descarte *promediadas* en cada sector. La Figura 7.9 grafica la densidad media de artefactos en cada uno de los tres ambientes, y la línea de tendencia de ajuste exponencial de la distribución. La media es el valor promedio de la densidad de cada ambiente calculada sobre todas las celdas del total de las transectas. Esta gráfica pone de relieve el carácter altamente predecible de la distribución de artefactos en la escala regional con relación a la vegetación dominante.

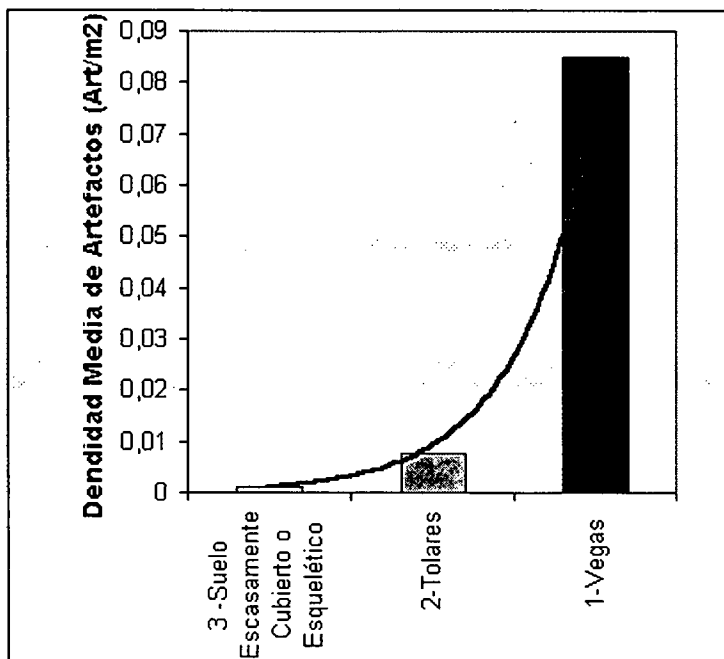


Figura 7.9: Densidad Media de Artefactos de Cada Ambiente de Deposición Superficial del Valle de SAC. El eje x es una variable ordinal que mide la productividad primaria del terreno. Las medias para cada ambiente están calculadas para todas las transectas relevadas.

Además de resaltar el sesgo que hubo en la intensidad de uso del espacio, este patrón nos permite predecir los sectores con mayor probabilidad de encuentro de registros enterrados. Esto se debe a que precisamente los ambientes con mayor cobertura vegetal, las vegas y los pastizales, son los que presentan la mayor actividad edafológica y la mayor probabilidad de entierro de materiales; y son los ambientes de microescala menos sometidos a la denudación, particularmente en el fondo de cuenca.

Si bien la Figura 7.8 parecería describir un patrón bimodal, por el pico de densidad de artefactos en los ambientes de tolares, la relación aritmética presentada en la Figura 7.9 indica que la tendencia general es claramente declinante con respecto a la densidad de la vegetación. Este pico de densidad de artefactos en ambiente de tolares corresponde precisamente a la Transecta 1, más particularmente a una medición realizada cercana al Locus 4 (Muscio 2001), el cual es una de las concentraciones puntuales de artefactos que abundan en junto al cauce del Río San Antonio de Los Cobres. En el siguiente acápite analizaremos la distribución de estructuras arquitectónicas en el Valle de SAC.

1.3- Patrones de Distribución de Estructuras Arquitectónicas en el Valle de SAC.

Como postulamos en el Capítulo 5, esperamos que durante el Período Temprano la selectividad de hábitats para la instalación residencial de las economías productivas haya privilegiado a los sectores de mayor productividad primaria. Los datos con respecto a la distribución de estructuras arquitectónicas sustentan a esta hipótesis.

En primer lugar es importante observar la distribución de los distintos ambientes vegetacionales en los tres paisajes principales del Valle de SAC. El cálculo de la superficie abarcada por cada ambiente vegetacional resulta de la sumatoria del número total de celdas -de 400 m²- correspondiente a cada tipo de vegetación, para los tres paisajes diferentes relevados en las 20 transectas relevadas. La Tabla 7.3 presenta esta información.

Ambientes de Depositación Definidos Por la Vegetación	Aluviones No Aterrazados	Aluviones Aterrazados	Quebradas Laterales	Total
1-Suelos Escasamente Cubiertos	17.200 (22%)	26.000(69%)	2.000 (9%)	45.200
2-Tolar	37.200(48%)	6.800 (18%)	14.000 (66%)	58.000
3-Vegas y Pastizales Altoandinos	23.200 (30%)	4.800 (13%)	5.200 (25%)	33.200
Total	77.600 m ²	37.600 m ²	21.200 m ²	136.400 m ²

Tabla 7.3: Distribución de los Diferentes Ambientes Vegetacionales y de Depositación de Artefactos en el Valle de SAC.

Como anticipamos en el Capítulo 4 las quebradas laterales ofrecen el mayor reparo y la mayor productividad ecológica global. La Tabla 7.3 muestra que en toda el área prospectada la mayor frecuencia de vegas y pastizales ocurre en los aluviones No Aterrazados. Esto refleja la incidencia del Río San Antonio de los Cobres y de los cauces secundarios que desembocan en el mismo, y que surcan la planicie del fondo de cuenca. Sin embargo cuando observamos la proporción de suelos escasamente cubiertos por la vegetación resulta evidente que en las quebradas laterales es significativamente menor, con una proporción del 9% mientras que en el fondo de cuenca existe un altísimo contraste entre los aluviones no aterrazados, que abarca el 22% y los aluviones aterrazados, donde los suelos esqueléticos predominan completamente, con el 69% del área prospectada. Lo mismo ocurre con la vegetación de tolar que en los aluviones aterrazados representa el 48% de su superficie, mientras que en los no aterrazados solamente el 18%. En cambio, en las quebradas laterales la

vegetación de tolar es la que predomina con el 66%. Mientras que las vegas y los pastizales tienen una abundancia del 25%. Considerando la proporción de vegas y tolares en las quebradas laterales vemos que explican el 91% de la vegetación, mientras que para el caso de los aluviones aterrizados, que son los de mayor productividad primaria en el fondo de cuenca según nuestro relevamiento, ambos tipos de vegetación explican el 70% de la superficie. Concluimos de esto que efectivamente las quebradas laterales son las de mayor productividad primaria en la escala regional, mientras que los aluviones aterrizados son los espacios de menor calidad –medida en los términos de su productividad primaria.

Considerando al fondo de cuenca en conjunto, es decir tomando tanto a los paisajes de aluviones aterrizados y no aterrizados y comparando las proporciones de los distintos ambientes vegetacionales con las quebradas laterales, resulta mucho más claro que estas últimas ofrecen los mejores *patches hábitats* para poblaciones con producción de alimentos, más aun considerando la mayor protección a los agentes meteorológicos que ofrecen estos paisajes, y que es crítica para la agricultura, y la mejor calidad y diversidad de los forrajes de tolar allí presentes- Figura 7.10.

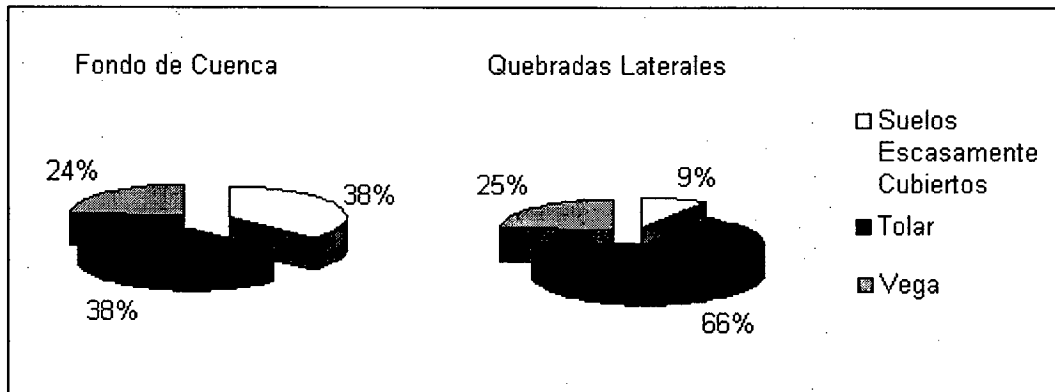


Figura 7.10: Proporción Estimada de los Diferentes Tipos de Vegetación en el Fondo de Cuenca y en las Quebradas Laterales del Valle de SAC.

A partir de las diferencias en la distribución y el tipo de cobertura vegetal discutiremos la distribución de estructuras arquitectónicas. Es importante aclarar que la información con respecto a la localización y distribución de las estructuras arquitectónicas no fue obtenida por el relevamiento de las transectas, sino por prospecciones sistemáticas realizadas en Los Patos, Ramadas, del fondo de cuenca, y en las quebradas de Matancillas y Urcuro. No obstante los datos obtenidos mediante las transectas acerca de la proporción de los distintos ambientes vegetacionales son de suma utilidad para discutir el patrón de distribución de esta clase de registro arqueológico.

En las prospecciones orientadas a detectar estructuras arquitectónicas arqueológicas visibles en superficie, la metodología implementada fue el relevamiento total del terreno por grupos de 5 personas como mínimo. Esto sirvió para detectar fundamentalmente a las estructuras del fondo de cuenca y a las estructuras aisladas de las quebradas laterales. En esta discusión incluimos las estructuras agrupadas de los sitios de Matancillas y Urcuro, donde realizamos las excavaciones y el relevamiento de plantas que presentaremos luego.

Debido a la metodología de obtención de estos datos, sólo discutiremos las frecuencias absolutas de estructuras arquitectónicas, su localización, y su relación con otras estructuras, en términos de dos estados: Estructuras arquitectónicas dispersas o agrupadas. Las primeras son las estructuras que están aisladas en el terreno. En las quebradas laterales, y también en los aluviones

aterrazados de Los Patos, las estructuras dispersas son de dos clases: circulares y rectangulares. En ambos casos se trata de estructuras con cimientos de doble hilera de lajas.

La funcionalidad de estas estructuras puede ser postulada hipotéticamente a partir de sus dimensiones y su localización. De acuerdo con esto se trataría en todos los casos de estructuras vinculadas con actividades agrícolas y pastoriles. Es decir de corrales y canchones de cultivo emplazados junto a fuentes de agua. Las estructuras agrupadas, son aquellas localizadas de manera contigua, a una distancia entre cada estructura no superior al tamaño total de cada unidad individual. Las estructuras agrupadas están constituidas principalmente por recintos habitacionales y corrales.

En los aluviones aterrazados, específicamente en Los Patos todas las estructuras aisladas son de planta circular con dimensiones que varían entre los 12 y 26 mts de diámetro. Por su emplazamiento en sectores de acantilados con vegetación de tolar y alejadas más de 100 mts de las fuentes de agua se trataría de corrales, mientras que las pocas estructuras agrupadas corresponderían a recintos, ya que sus dimensiones no superan los 6 mts de diámetro y sus plantas son de forma irregular, también localizadas en estos sectores acantilados, que además presentan aleros naturales cuya excavación reportó evidencia arqueológica muy abundante. Este es el caso del sitio Morrito 1, Foto 7.8.

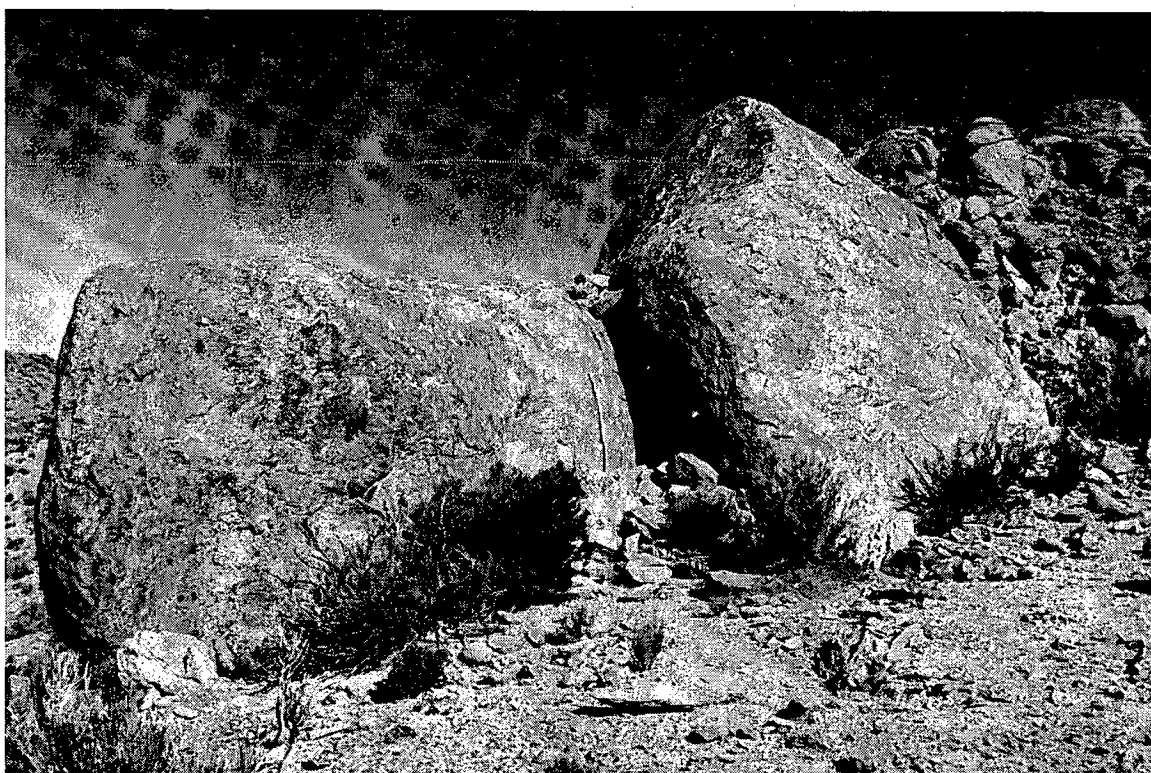


Foto 7.8: Vista del Sitio Morrito 1 de Los Patos. El sitio está localizado en lo alto del acantilado que bordea al Río Los Patos, y está asociado a grandes corrales. El espacio de uso humano es el sector entre las dos grandes rocas, que fue cercado con muros. La excavación de este sitio reportó ejemplares de cerámica Gris Pulida.

Con respecto a Ramadas, las estructuras arquitectónicas allí son de planta irregular, pero tendientes a formas circulares. Una diferencia notable es que sus cimientos son de rocas en bloques de doble hilera y no de lajas dispuestas verticalmente. Sus dimensiones son mucho más diminutas con largos máximos entre 6 y 4 mts. Solamente en dos casos se han hallado estructuras contiguas, y por esto las consideramos agrupadas. La funcionalidad de estas estructuras no la podemos discutir con los datos que actualmente disponemos.

La Tabla 7.4 resume la frecuencia de estructuras arquitectónicas en los tres paisajes del Valle de SAC y en los tres ambientes vegetacionales. Como se aprecia la mayor frecuencia ocurre en las quebradas laterales. Es muy importante notar que allí las estructuras arquitectónicas concentradas se emplazan siempre asociadas a los ambientes de vega, mientras que las estructuras dispersas se localizan tanto en vegas como en tolares. Este patrón es muy importante, debido a que sustenta la hipótesis de la minimización del riesgo por la dispersión de los cultivos como así también de los corrales, es decir de la dispersión de las estructuras vinculadas con la producción agrícola y ganadera. Las 4 estructuras arqueológicas aisladas localizadas en los ambientes de vegas de Matancillas precisamente son estructuras rectangulares localizadas en los márgenes de cauces hídricos, lo mismo ocurre en la Quebrada de Matancillas. Por otra parte en ambas quebradas las estructuras dispersas, localizadas en los ambientes de tolar corresponden a corrales.

En el fondo de cuenca la frecuencia de estructuras arquitectónicas es muy escasa, tanto en los aluviones aterrizados como en los aluviones no aterrizados, entre los cuales no hay diferencias sustanciales en el número de estructuras registradas, pero sí en su localización puntual. Notoriamente mientras todas las estructuras de los aluviones aterrizados se localizan en sectores de vegetación de Tolar, en los aluviones no aterrizados se localizan todas en las vegas, y muy particularmente sobre vegas actualmente extintas.

La Figura 7.11 muestra la distribución porcentual entre las quebradas laterales y el fondo de cuenca de las estructuras dispersas y agrupadas, que demuestran el sesgo existente en la historia arqueológica del Valle de SAC para el emplazamiento de las estructuras arquitectónicas en las Quebradas Laterales. Particularmente de estructuras altamente agrupadas y concentradas en los ambientes de vegas cercanos a fuentes de agua. Sobre la base de estos datos planteamos que la distribución arqueológica regional de estructuras arquitectónicas es una función de la productividad primaria de los distintos paisajes, mayormente explicada por el emplazamiento de facilidades y unidades residenciales de poblaciones con nichos económicos de producción de alimentos.

Estructuras Arquitectónicas	Aluviones Aterrazados			Aluviones No Aterrazados			Q. Matancillas			Q. Urcuro		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Dispersas</i>		5				7		6	4		8	1
<i>Agrupadas</i>		2				2			101			122
Total		7				9		6	105		8	123

Tabla 7.4: Frecuencia de Estructuras Arquitectónicas en los Tres Paisajes Principales del Valle de SAC, y en los Tres Ambientes Vegetacionales: 1: Suelos Escasamente Cubiertos, 2: Vegetación de Tolar, 3: Vegas y Pastizales Altoandinos. Las estructuras son consideradas dispersas cuando no están asociadas con otras estructuras. Las estructuras agrupadas son aquellas que se disponen de manera contigua en un escala espacial inferior al área ocupada por cada estructura individual -ver texto..

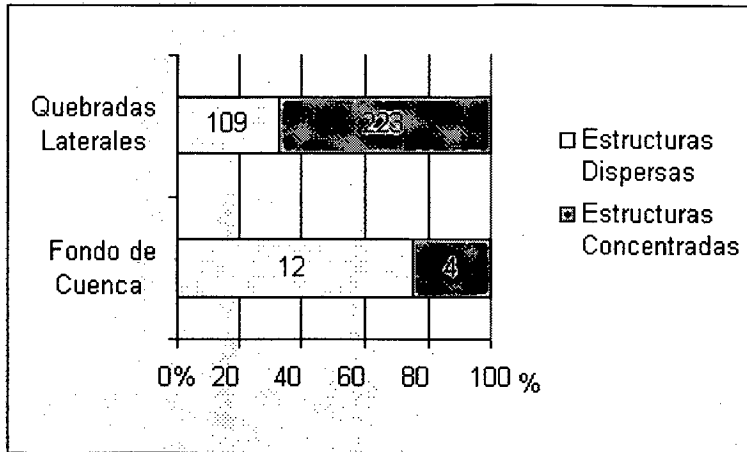


Figura 7.11: Frecuencia y Porcentaje de Estructuras Arquitectónicas Dispersas y Concentradas, en el Fondo de Cuenca y en las Quebradas Laterales del Valle De SAC.

Más generalmente, considerando que la inversión en la construcción de estructuras arquitectónicas se relaciona directamente con la disminución de la movilidad y particularmente con la frecuencia de uso de espacios reducidos (Kelly 1992), este patrón de distribución señala la predominancia de la selectividad de los ambientes de mayor productividad para la instalación humana con estrategias de estabilidad residencial, en particular de asentamientos densos y agrupados en las quebradas laterales. Como dijimos, esto es lo que esperamos bajo situaciones en las cuales se ocupan *patches hábitats* por poblaciones con estrategias de producción de alimentos en las cuales se incluye a la agricultura. Por otra parte el patrón de distribución disperso de unidades residenciales en los aluviones no aterrizados se corresponde con la ocupación de poblaciones con economías productivas, principalmente pastoriles. Esto lo deducimos de la frecuencia de corrales, la ausencia de potenciales canchones de cultivo y la localización de las estructuras arquitectónicas no contiguas a las fuentes de agua. Como generalidad hay consenso en que las economías pastoriles hacen un uso más disperso del espacio (Chang 1992, Chang y Tourtellotte 1993), especialmente en la Puna Norte como lo sugiere el trabajo actualístico (Yacobaccio *et. al.* 1999). De tal modo, nuestra hipótesis acerca del uso del espacio de aluviones aterrizados en los fondos de cuenca mediante estrategias económicas principalmente pastoriles se ve favorecida. Aún más, los aluviones aterrizados ofrecen elemento de su paisaje que propician la instalación de refugios en elevaciones altas pero cercanas a fuentes de agua. Nos referimos especialmente a los aleros naturales que permiten su uso humano tanto para actividades temporarias como permanentes. Como vimos uno de los casos es Morrito 1, en los Patos, que actualmente estamos excavando y que hipotéticamente asignamos al Período Temprano por la cerámica Gris Pulida que presenta en capa. La datación radiocarbónica en proceso esclarecerá esta cuestión.

Las hipótesis propuestas para explicar los patrones de distribución de estructuras arquitectónicas están basadas en las frecuencias observadas de las mismas en una muestra de los tres paisajes principales del Valle de SAC. Como vimos en el Capítulo 4, estos paisajes constituyen diferentes geoambientes de escala subregional. Debido a que estamos trabajando con los datos obtenidos de muestras de cada uno de estos geoambientes, y que en el caso de las quebradas laterales la muestra es mayor –porque abarca las quebradas de Urcuro y Matancillas, se podría suponer que los patrones observados, y las hipótesis esgrimidas para explicarlos, son un producto de errores de medición por la metodología empleada. Más precisamente que los datos obtenidos son azarosos, y que no reflejan los patrones de uso del espacio heterogéneo que aquí sostenemos. Dado que a partir de la Figura 7.10 conocemos la proporción estimada de cada uno de los tres ambientes vegetacionales en cada uno de los tres paisajes, podemos controlar estadísticamente la validez de nuestras observaciones, sobre la base de las frecuencias observadas de estructuras arquitectónicas y

mediante la prueba de χ^2 . La hipótesis nula es que las estructuras se distribuyen regularmente en los distintos ambientes del fondo de cuenca y de las quebradas laterales. La Tabla 7.5 muestra las frecuencias totales de estructuras arquitectónicas observadas en los fondos de cuenca y en las quebradas laterales, su localización en los distintos ambientes vegetacionales, las frecuencias esperadas bajo la hipótesis nula y su refutación para ambos casos. Concluimos que el patrón heterogéneo de emplazamiento diferencial en los tres ambientes de los paisajes de fondos de cuenca y de quebradas laterales es estadísticamente válido.

	Fondo de Cuenca		Quebradas Laterales	
	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada
Estructuras Arquitectónicas				
Suelos Escasamente Cubiertos	0	5,32	0	21,78
Tolar	7	5,32	14	159,72
Vegas y Pastizales Altoandinos	7	3,36	228	60,5
Total	14	14	242	242
χ^2	9,79		618,48	
$\alpha = 0,05$ $v = 2$	<i>Ho: Rechazada</i>		<i>Ho: Rechazada</i>	

Tabla 7.5: Frecuencias Observadas y Esperadas de Estructuras Arquitectónicas en el Fondo de Cuenca y en Las Quebradas Laterales del Valle de SAC y Prueba χ^2 . La hipótesis nula es la de una distribución regular de las estructuras en los tres tipos de ambientes vegetacionales. El valor de χ^2 refuta a la hipótesis nula en los intervalos de confianza y el nivel de significación indicados.

Es muy importante destacar que con la información obtenida a partir de la excavación de algunas de las estructuras arquitectónicas y el fechado radiocarbónico de sus contextos arqueológicos podemos, de una manera inicial, discutir hipotéticamente la temporalidad del patrón de distribución aquí señalado. Como detallaremos en la Parte B de este capítulo, en los aluviones no aterrizados tenemos una fecha para una estructura arquitectónica del fondo de cuenca de 3.617 ± 70 BP (LP.1410) sin calibrar.

Esta fecha nos proporciona el umbral inferior para el comienzo de la emergencia del patrón de distribución de estructuras arquitectónicas en el Valle de SAC. Más precisamente del comienzo del lo que aquí denominamos *proceso de arquitecturización persistente*, el cual consiste en la modificación de los hábitats humanos a partir de la construcción planificada de estructuras arquitectónicas persistentes en lugares específicos, y que permiten la intensificación económica en el espacio, mediante estrategias de movilidad restringida y una mayor permanencia en lugares altamente localizados.

La arquitecturización persistente resulta de una estrategia de aumento de inversión de tiempo y energía para la construcción de elementos artificiales del paisaje de uso recurrente, que son estructuras arquitectónicas persistentes, tales como unidades residenciales, corrales, canchones de cultivos, parapetos de caza y otras facilidades vinculadas con la producción de alimentos o al uso más intensivo de los recursos de predación. Un aspecto clave de este proceso es la creación de ambientes artificiales hereditarios transgeneracionalmente, que facilitan la reocupación de los *hábitats patches* y también su recolonización. Ellos facilitan la formación de *lugares persistentes –sensu* (Schalanger 1992). En el caso de economías agrícolas o pastoriles la arquitecturización persistente crea “infraestructura productiva hereditaria”, que permanece en los hábitats aún después de la extinción local de las poblaciones que las edificaron. En estos términos este proceso se enmarca en la dinámica más general de construcción del nicho (Laland *et. al.* 2001) ver Capítulo 2.

Con los datos actualmente disponibles inferimos que la arquitecturización persistente del espacio, en el Valle de SAC, comenzó por lo menor 1500 años luego del proceso de reducción de la

movilidad, del cual su traza material en la escala regional es la alta frecuencia superficial de artefactos de materias líticas locales en sectores muy acotados del fondo de cuenca. En el Valle de SAC podemos estimar la temporalidad de este proceso a partir de una fecha obtenida en el sitio Ramadas 1 (R1-S1). Como veremos en la Parte B de este capítulo, se trata de un sitio a cielo abierto del fondo de cuenca del Valle de SAC, cuya cronología es de 5.210 ± 40 BP (UGA 876) - sin calibrar. La reducción de la movilidad de poblaciones de cazadores recolectores en la Puna de Argentina ha sido planteada por Achero (1994), particularmente en Antofagasta de la Sierra, proceso que comenzó en el Holoceno Medio. En el capítulo 11 volveremos sobre este aspecto, analizando las implicaciones del proceso de arquitecturización persistente para el estudio de la dinámica evolutiva que tuvo lugar durante el Período Temprano en el Valle de SAC.

Hasta aquí hemos presentado los resultados de nuestros análisis de la estructura arqueológica de escala regional, y las interpretaciones de los mismos en los términos de historias de formación de agregados arqueológicos de escala temporal extensa. Como conclusión sostenemos:

- 1) En el tiempo promediado, la estructura arqueológica regional del Valle de SAC se caracteriza por un patrón de muy alta heterogeneidad en las densidades de artefactos, lo cual indica un uso altamente heterogéneo del espacio regional durante toda su historia de poblamiento humano, con el predominio de rangos de acción humanos extensos, y en donde el 75% del área utilizada se corresponde con espacios de descarte de artefactos aislados.
- 2) La intensidad de uso del espacio se correlaciona con la productividad vegetal, donde las densidades de artefactos son máximas en los ambientes de vegas altamente localizados y con disponibilidad de agua.
- 3) En el fondo de cuenca los paisajes de aluviones aterrizados son los que registran intensidades máximas de descarte de artefactos durante los momentos posteriores a la adopción de la alfarería. En estos paisajes la dispersión de las estructuras arquitectónicas, su localización, y sus formas sugieren que durante el Período Temprano las poblaciones que ocuparon estos hábitats no incluyeron a la agricultura entre sus estrategias económicas pero sí al pastoralismo.
- 4) En los aluviones aterrizados la alta densidad de artefactos en sectores altamente localizados contiguos a vegas, vegas fósiles y al Río San Antonio de los Cobres, y el uso exclusivo de materias primas líticas locales sugiere estrategias de uso del espacio de movilidad reducida, con una cronología mínima de 5210 ± 40 BP, y el uso de estos lugares como sectores residenciales a cielo abierto.
- 5) Los paisajes de Quebradas Laterales si bien poseen una menor densidad de artefactos que los aluviones no aterrizados del fondo de cuenca, presentan una muy alta concentración de estructuras arquitectónicas relacionadas con la producción agrícola y pastoril, y con el uso residencial. Además la evidencia sugiere que habrían formado parte del rango de acción de poblaciones humanas del Holoceno Medio o anterior.
- 6) En la escala regional la arquitecturización persistente comenzó con el inicio del Holoceno Reciente y fue posterior al comienzo de la reducción de la movilidad de mesoescala que tuvo lugar en el marco de poblaciones de cazadores recolectores. Este proceso en el largo plazo se incrementó y dio lugar a la formación de agregados de estructuras arquitectónicas heterogéneamente distribuidas en la escala regional y concentradas en las quebradas laterales, lo cual se vinculó con los procesos de modificación del entorno llevado a cabo por poblaciones con estrategias agrícolas –ver Capítulo 9 .

- 7) En las Quebrada de Matancillas las distribuciones de artefactos de superficie son máximas en los sectores de alta productividad ecológica. En este marco las frecuencias de artefactos vinculados con las actividades de caza son máximas en los sectores internos de la quebrada y vinculadas con corrales dispersos. Esta evidencia sugiere que los espacios de caza se superpusieron con los espacios donde se llevaron a cabo actividades ganaderas. También se infiere que los rangos de caza fueron estrechos, en escalas espaciales comprendidas por el ámbito de la quebrada y los sectores de fondo de cuenca directamente vinculados a la misma. La reducción de los rangos de caza debió ser una consecuencia directa de la estrategia de asentamiento residencial permanente: el sedentarismo. Especialmente por las limitaciones a la movilidad que impone la agricultura.

Para finalizar esta sección destacamos la necesidad de incorporar información de grano fino acerca de cómo operan los procesos de formación del registro arqueológico en la escala regional, para discutir en un mayor nivel de detalle las interpretaciones arriba planteadas. Particularmente de la acción de la morfogénesis que afecta a las distribuciones de artefactos. Al respecto señalamos que estos procesos varían en intensidad conforme disminuye la escala espacial, debido a que en los ambientes de vegas y pastizales, declinan los efectos de la erosión y cobran mayor intensidad los procesos de transporte hídrico y de sedimentación, lo cual propicia el enterramiento del registro arqueológico. En las quebradas laterales se intensifican los procesos de transporte de materiales por gravedad, debido a las pendientes que son muy pronunciadas, y también se suma la remoción masiva y la acumulación de sedimentos por transporte eólico, que genera pequeñas dunas en las entradas de las quebradas (Vilela 1969). Estos procesos no solo propician el movimiento de los materiales arqueológicos, sino particularmente su enterramiento. Por esta razón, sin conocer desde la perspectiva de la geoarqueología, la diversidad y la intensidad de estos procesos en las distintas escalas espaciales no se puede refutar la hipótesis del uso preferencial de estos ambientes por poblaciones de cazadores recolectores. Más precisamente, nuestra hipótesis es que este registro actualmente se halle sedimentado en los sectores de fondo de quebrada, que son los que reciben la mayor carga de depositación aluvional, y que aún no hemos dado con ellos.

Con respecto a la planicie de fondo de cuenca, en la escala espacial más inclusiva, la erosión y la deflación son los agentes dominantes en los dos geoambientes principales: los aluviones aterrizados y no aterrizados. Estos agentes fundamentalmente propician la exposición de materiales. Precisamente como dijimos el 75 % del registro superficial se localiza en estos sectores, lo cual sugiere que la distorsión por los agentes morfogenéticos de los patrones aquí discutidos están atenuados. Al respecto es sumamente notorio que la menor densidad de artefactual se presente en los ambientes de suelos esqueléticos que son los de mayor visibilidad arqueológica en las prospecciones. Tratándose de un planicie este fenómeno no puede relacionarse con el desplazamiento por gravedad. De tal manera concluimos que nuestro trabajo refleja bien la variación en las tasas de descarte y en la intensidad de uso de los distintos paisajes del Valle de SAC. No obstante la investigación futura deberá avanzar en dos dimensiones principalmente: la ampliación de la muestra, y el análisis de la acción de los procesos de formación del registro arqueológico en la escala regional para controlar su incidencia en la estructura arqueológica regional. En la siguiente parte de este capítulo presentamos los trabajos de excavación y los detalles del marco cronológico obtenido de los contextos excavados del fondo de cuenca del Valle de SAC.

C7- PARTE B: Excavaciones en el Fondo de Cuenca del Valle de SAC.

Los trabajos de excavación en el Valle de SAC comenzaron de manera sistemática en marzo de 1999. Aquí damos a conocer las excavaciones llevadas a cabo en el fondo de cuenca. Más precisamente en el paisaje de aluviones no aterrizados de la planicie aluvial del Valle de SAC.

En este marco el trabajo se concentró en Ramadas, donde excavamos la unidad Ramadas 1 Sondeo 1 (R1-S1), y el área total de una estructura arquitectónica localizada en las terrazas del río San Antonio de Los Cobres: Ramadas Estructura 1 (RE-1). Cada una de estas siglas, que designan a las unidades de excavación, son las que utilizaremos a lo largo de lo que sigue de este capítulo. También efectuamos el relevamiento planimétrico de una paleolaguna, en la cual se emplaza Ramadas 1 (R1-S1), y donde se tomaron muestras para estudios de microfósiles. El mismo estuvo a cargo del geólogo Dr. Rodolfo A. Mendoza,

Antes de avanzar en la descripción y en los resultados de estas excavaciones, enfatizamos que las interpretaciones de la evidencia empírica que aquí discutiremos tienen un carácter preliminar. Las mismas se basan en un primer conjunto de datos acerca de los patrones arqueológicos derivados de la ocupación humana del Valle de SAC durante el Holoceno Medio y comienzos del Holoceno Tardío, que indican el rumbo de la investigación regional a desarrollar en el futuro. Dicho esto en las siguientes secciones presentamos la localización de los sitios, la metodología de trabajo, la temporalidad de los contextos excavados y la interpretación arqueológica de la evidencia.

1- Los Sitios de Ramadas

Las excavaciones en el fondo de cuenca del Valle de SAC se llevaron a cabo en dos sitios localizados en el paraje Ramadas. Este se ubica aproximadamente 12 kms. al norte de la localidad de San Antonio de los Cobres. Estos sitios fueron detectados mediante los trabajos de prospección sistemática del terreno (Muscio 1996, 2000a), que han sido más ampliamente desarrollados en la Parte A de este capítulo.

Como vimos, todo el sector de Ramadas se localiza en el paisaje de aluviones no aterrizados. El mismo, a pesar de constituir la parte más deprimida y plana del fondo de cuenca, presenta una topografía irregular, con terrazas de poca elevación que se corresponden con diferentes episodios pleistocénicos y holocénicos de la historia geológica de la cuenca del Valle de SAC (Vilela 1969) - Figura 7.12.

En esta topografía existe un área contigua al curso zigzagueante del río SAC, caracterizada por la presencia de distintos meandros, algunos relictuales, con sus correspondientes sectores de remoción y playas de inundación. Esta área es la más deprimida y está en constante proceso de morfogénesis por los efectos de la dinámica del río San Antonio de los Cobres. En Ramadas este sector se extiende alrededor de 100 metros para cada uno de los márgenes del río SAC.

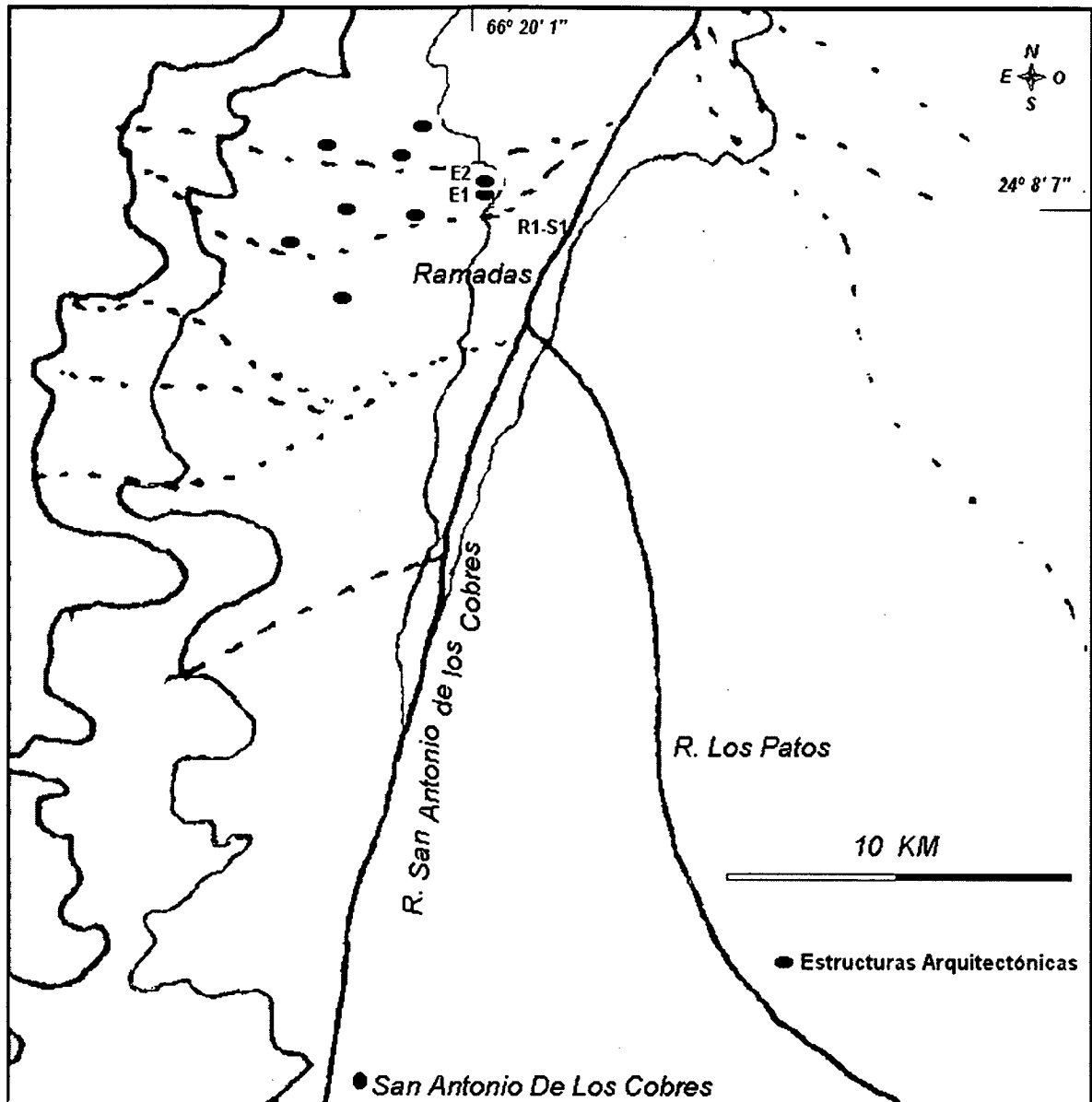


Figura 7.12: Localización de los Sitios Excavados y de las Estructuras Arquitectónicas en la Planicie de Fondo de Cuenca del Valle de SAC. Los diferentes colores indican las diferencias de relieve

Todo el paisaje aluvional, cercano al curso actual del río SAC, está limitado tanto al oeste como al este por líneas de terrazas pleistocénicas, que dan origen a planicies más elevadas y en donde los principales agentes morfogénéticos se corresponden con los procesos eólicos de erosión y deposición de sedimentos. Estas planicies son de extensión variable, y culminan en las primeras elevaciones y afloramientos de las serranías longitudinales al Valle de SAC. En este sector de terrazas levemente más elevadas se detectaron dos estructuras arquitectónicas alineadas y separadas por una distancia de 2 mts. Se trata de los sitios Ramadas Estructura 1 y Ramadas Estructura 2. La excavación se realizó en la primera de ellas: La estructura 1 de Ramadas.

Luego de estas planicies adyacentes al río SAC, el fondo de cuenca desaparece abruptamente por las serranías contiguas, siendo la de mayor importancia la sucesión de cerros de la Cordillera Oriental. Todo el sector de fondo de cuenca está surcado lateralmente por pequeños arroyos que vuelcan sus aguas al río SAC y que tienen sus nacientes en los manantiales serranos. Siguiendo el

curso de estos cauces y en los sectores de planicie alta del fondo de cuenca se detectaron distintas estructuras arquitectónicas circulares y de forma irregular asociadas a paleovegas y turbas fósiles, y similares a las estructuras 1 y 2. El número total de estas estructuras es 7, y se encuentran dispersas y separadas entre sí por una distancia media de 120 mts.

Por otra parte en las áreas próximas al cauce del SAC estos arroyos se ramifican, colectando además el agua de las precipitaciones, y produciendo distintas cárcavas de escurrimiento. Estas cárcavas dejan expuestos perfiles sedimentarios de la planicie aluvional. Precisamente en uno de estos perfiles expuestos se detectó una capa portadora de materiales arqueológicos --Foto 7.9. Este registro corresponde al sitio Ramadas 1, donde se realizó el sondeo 1 (R1-S1). Su excavación la detallamos a continuación.

1.1- Excavación de Ramadas 1 Sondeo 1 (R1-S1)

El sitio, hallado en la segunda campaña de 1999, se localiza a la vera de una playa de inundación relictual del fondo de valle en Ramadas. Se trata de una capa de turba fósil, portadora de materiales arqueológicos y expuesta en ambos perfiles de la cárcava. La misma tiene un ancho variable con un máximo de 1,8 mts y un largo máximo de la pared expuesta en el perfil norte de 2,3 mts. Ésta es una de las cárcavas de escurrimiento que desaguan en el río San Antonio de los Cobres.

El trabajo de excavación, efectuado en la primera campaña de 2000, se concentró en el perfil norte. La altura de este perfil, desde la base, tiene un promedio de 2 mts en el sector donde realizamos la excavación. El perfil presenta una serie de capas de distinta naturaleza sedimentaria asociada a distintos procesos estratigráficos, todos ellos de naturaleza aluvional salvo las capas de turba, y una capa de diatomita, la cual es representativa de un episodio lagunar de gran intensidad de depositación de microfósiles. Los objetivos que guiaron la excavación del sondeo fueron:

- 1) Obtener muestras de los materiales arqueológicos presentes en la capa de turba, que permitieran una primera caracterización del contexto de asociación, para establecer su cronología y su vinculación con los materiales de superficie del fondo de cuenca.
- 2) Obtener muestras sedimentarias para el estudio de los procesos de formación del depósito y la realización de análisis paleoecológicos, a partir del estudio de la variación en la diversidad y abundancia de microfósiles, específicamente de diatomeas.

El sondeo en el sitio se efectuó mediante la excavación en *plano lateral* de la capa portadora de registro arqueológico --Foto 7.10. Esta metodología se siguió con el propósito de maximizar la obtención de datos en un área amplia del sitio, evitando el trabajo de remoción de sedimentos arqueológicamente estériles cuya profundidad es de alrededor de 1mt, desde el extremo superior del perfil expuesto. Para la realización del sondeo se dividió, mediante hilo y estacas, el tramo más visible del perfil norte – de 6 metros de ancho- en tres sectores de 3 metros de ancho cada uno: los sectores A, B y C. En cada uno de ellos se efectuó la limpieza completa del perfil con cepillo y cucharín, removiéndose los primeros 10 cm expuestos en el perfil de la capa arqueológica –capa C-, y nivelando lateralmente la pared sedimentaria. A estos materiales los agrupamos bajo el rótulo El -extracción inicial.

En todo el perfil el ancho de la capa C es muy regular oscilando en 50 cm. Posteriormente se extrajeron y mapearon todos los materiales arqueológicos excavando *lateralmente* a intervalos de 10 centímetros en todos los sectores de la capa C y conservando siempre el plano vertical mediante nivel y plomada. Estos materiales se agruparon bajo el rótulo de Extracción 1 y Extracción 2.

Con el objeto de obtener muestras para la datación radiocarbónica y análisis de laboratorio, se llevó a cabo en la Extracción 2 la obtención de muestras verticales en cilindros sellados de acero de 1,5 mts para el estudio de la distribución estratigráfica de microfósiles. En esta extracción también se tomó la muestra para su radiometría. El volumen de sedimento excavado en la Extracción 2 fue de 0,30 m³, su profundidad lateral, con respecto al perfil expuesto va de los 30 a los 40 cm. Con esto minimizamos la posible contaminación lateral de las muestras.

El material arqueológico se concentra únicamente en la segunda capa de turba la cual aparece sellada por la capa superior de distomita muy consolidada. La presencia de esta capa es muy importante porque permite descartar que los materiales de la capa de turba sean intrusivos de niveles superiores. Mucho más considerando que todas las capas superiores son arqueológicamente estériles, salvo los hallazgos aislados presentes en la superficie de la planicie. La Figura 7.13 presenta la estratigrafía de R1-S1, en la extracción 2.

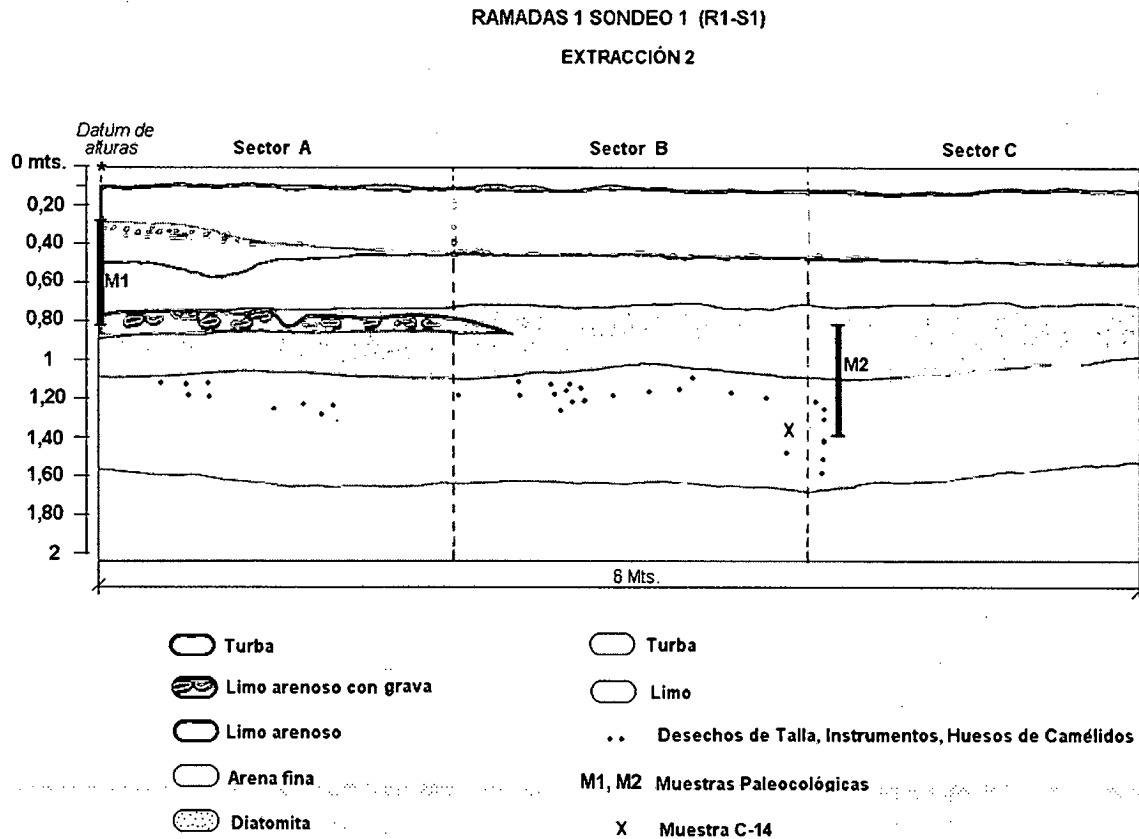


Figura 7.13: Estratigrafía del Sitio R1-S1 Extracción 2.

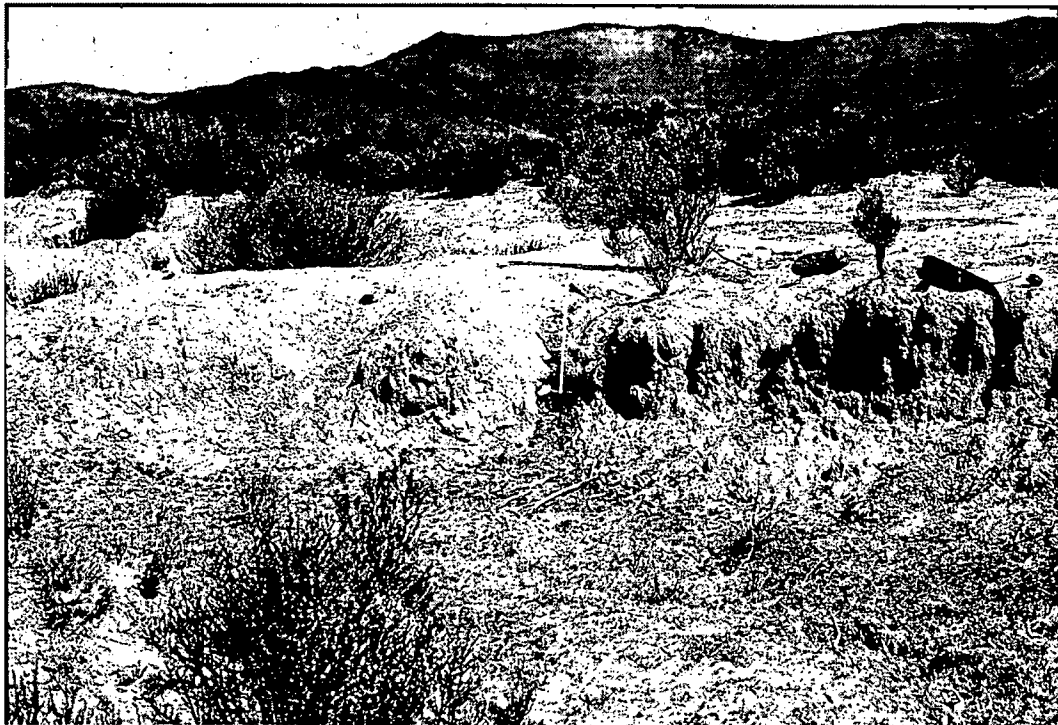


Foto 7.9: Vista y Localización del Extremo Oeste del Perfil Norte de Ramadas.



Foto 7.10: Vista del Comienzo de la Capa de Turba Portadora de Material Arqueológico de R1-S1

Para la caracterización general de la unidad de excavación nos basaremos en el registro de la Extracción 2, ya que ésta representa al registro arqueológico de mayor integridad (*sensu* Binford 1981), dado que se trata de la fracción no expuesta del perfil. Por radiometría AMS de la turba portadora de este registro, en la Extracción 2 se obtuvo una fecha ^{14}C de $5.210 \pm 40\text{BP}$ (UGA 8726), que calibrado abarca el rango 4045BC–3965 BC, $p=68,2\%$, y 4080BC–3950BC $p=95,4\%$ –Figura 7.14.

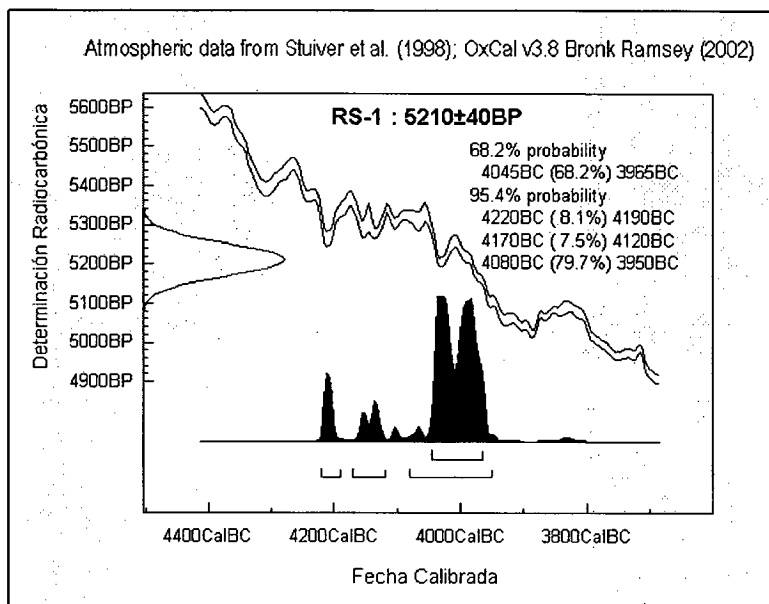


Figura 7.14: Determinación Radiocarbónica de Ramadas 1 Sondeo 1 y Rango de Edades Calibradas

La Figura 7.15 y la Tabla 7.6 resumen las principales características de la Extracción 2 de R1-S1. Estas incluyen las densidades por clase de hallazgo y la densidad arqueológica total en especímenes por m^3 (Esp/m^3).

Tres aspectos deben destacarse con respecto a este registro: a) Los artefactos líticos del registro arqueológico en capa están exclusivamente confeccionados con las materias primas dominantes en los nodos de alta densidad de artefactos de superficie. Se trata de la clase de roca que denominamos *metamorfita local*, de variedades de cuarcita gris y obsidias de Ramadas. Estas materias primas están disponibles en las márgenes del río San Antonio de los Cobres y en los faldeos de piedemonte de la Cordillera Oriental. Es decir en un rango de aprovisionamiento máximo de 1Km de diámetro desde el sitio. El 93% de los artefactos de la Extracción 2 de R1-S1 está confeccionado con esta materia prima. b) La diversidad de artefactos comprende lascas primarias y secundarias, instrumentos unifaciales sobre lascas con filos marginales, preformas bifaciales, y fragmentos de puntas de proyectil lanceoladas similares a los presentes en las acumulaciones de superficie del Valle de SAC –Fotos 7.11/12/13. C) El material arqueofaunístico corresponde solo a especímenes de *Camelidae* y a fragmentos de huesos largos asignables a *Artiodactyla*.

El análisis arqueofaunístico de la muestra estuvo a cargo del Lic. Gabriel López. El NISP permitió determinar una muestra identificada de solo 15 (14,42%) especímenes de *Camelidae*, donde el NISP de *Artiodactyla* es 89 (85,57%). Este bajo grado de identificación se relaciona con el alto grado de fragmentación, ya que los fragmentos no identificados son muy pequeños, en su mayoría pequeñas astillas de hueso largo que muy probablemente correspondan a *Camelidae*. La razón entre especímenes identificados y no identificados es de 0.16. Este índice muestra la baja identificabilidad y la alta fragmentación del conjunto óseo de la Extracción 2. Lamentablemente en la muestra recuperada no hay especímenes para el análisis por osteometría de las especies representadas, pero por la temporalidad del registro se trataría de especies silvestres de camélidos.

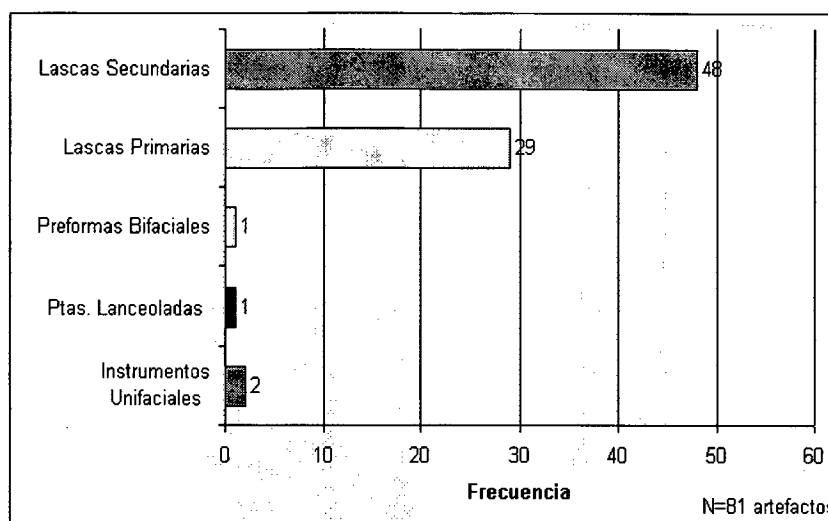


Figura 7.15: Frecuencia de Clases de Artefactos de las Extracción 2 de R1-S1.

Densidad de Artefactos	Diversidad de Artefactos	Densidad de Arqueofaunas	Densidad Arqueológica Total	Temporalidad ¹⁴ C
270 Art/m ³	5	46,7 Huesos./m ³	616,7 Esp/m ³	AMS 5.220 ± 40 AP. Turba

Tabla 7.6: Resumen de las Principales Características de la Extracción 2 de R1-S1.

Con respecto a la incidencia de la meteorización del conjunto óseo, la Tabla 7.7 presenta la frecuencia de los diferentes estadios de meteorización de Behrensmeyer (1978) sobre el conjunto total de especímenes de la Extracción 2 y sus valores porcentuales. Como observamos predominan los especímenes meteorizados, con una muy alta representación de los estadios 2 y 3. Esto puede relacionarse con los procesos de enterramiento en el ambiente de vega (Olivera y Nasti 1988). La incidencia de marcas de roedores en el total de la muestra es del 0,96%, es decir, presente en un sólo espécimen. En cambio la incidencia de marcas antrópicas, específicamente huellas de corte, es del 5,76%, es decir registrada en 6 especímenes. Estos datos sugieren un proceso de enterramiento y sedimentación relativamente lento en la dinámica de desarrollo de una matriz orgánica, vinculada con la presencia de un tapiz vegetal antiguo, marginal al cauce del río San Antonio de Los Cobres. Como hipótesis atribuimos la alta incidencia de la meteorización a este proceso. Debido a que los huesos de la Extracción 2 no estuvieron expuestos en el perfil, parece poco probable que el patrón de meteorización responda a procesos que actuaron en la formación de la cárcava. De todas maneras, esta hipótesis alternativa debe ser investigada en el futuro.

Estadios de Meteorización	Extracción Frecuencia	%
0	17	16,34
1	30	28,84
2	29	27,88
3	28	26,92
4	-	-
5	-	-
Total	104	

Tabla 7.7: Incidencia de la Meteorización en el Conjunto Óseo de la Extracción 2 de R1-S1

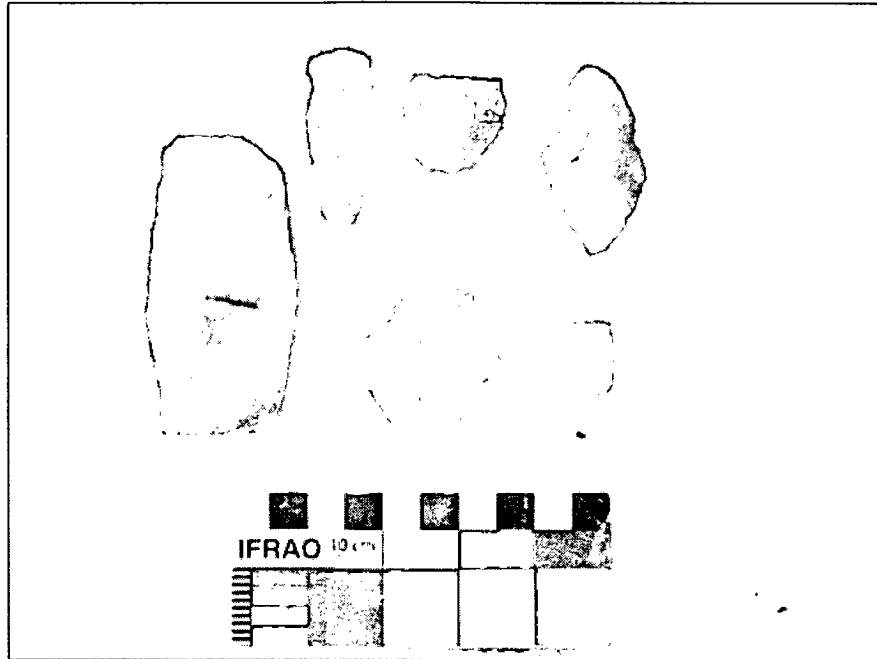


Foto 7.11: Desechos de Talla, Lascas Primarias y Secundarias de R1-S1, E2

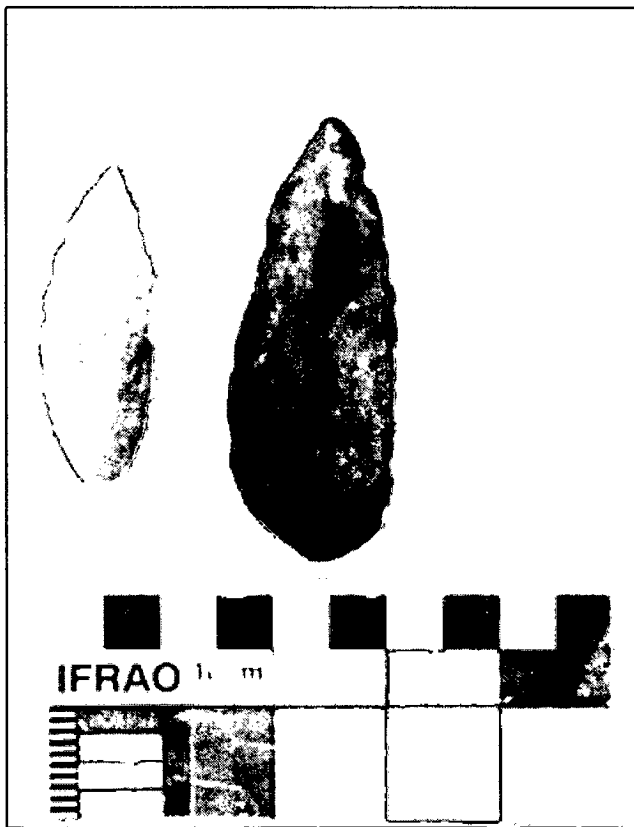


Foto 7.12: Instrumentos Bifaciales de R1-S1,E2

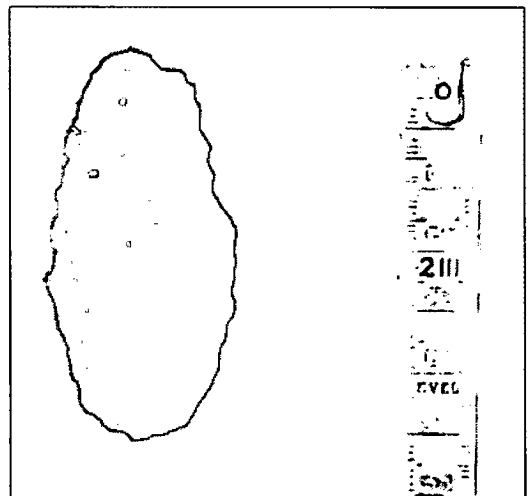


Foto 7.13: Punta de Proyectoil Lanceolada de R1-S1,E2.

El estudio detallado de los conjuntos líticos y arqueofaunísticos está aún en proceso. Sin embargo, el estado actual de estos estudios nos permiten caracterizar a este registro como el emergente del uso humano diversificado del espacio representado por la muestra excavada. Particularmente con relación a las actividades de reducción lítica y al procesamiento de camélidos. Precisamente la evidencia arqueofaunística, con especímenes que presentan huellas antrópica de corte y la alta densidad de acumulación ósea apoyan a esta hipótesis. Sobre esta base concluimos que R1-S1 es la señal arqueológica en el Valle de SAC de su poblamiento humano durante el Holoceno Medio, representando un asentamiento de actividades extendidas a cielo abierto.

Más aún, dado que tanto el contexto fechado como los nodos de alta densidad de artefactos de superficie presentan un registro similar en cuanto a clases de materias primas utilizadas, y a la alta diversidad de artefactos en diferentes etapas de reducción (Muscio 1996, 2000a), concluimos como interpretación preliminar que todo el conjunto forma *un solo componente arqueológico*. Es decir que comparten su temporalidad. Es crucial destacar que no estamos proponiendo que todo el registro superficial comparta esta cronología, sino solamente que *los nodos superficiales de alta frecuencia de artefactos líticos*, son registros de superficie de temporalidad comparables al registro en capa. No sabemos el comienzo de la formación de estos palimpsestos de superficie, pero podemos tomar al fechado de R1-S1 como el límite temporal más antiguo que actualmente conocemos para la misma.

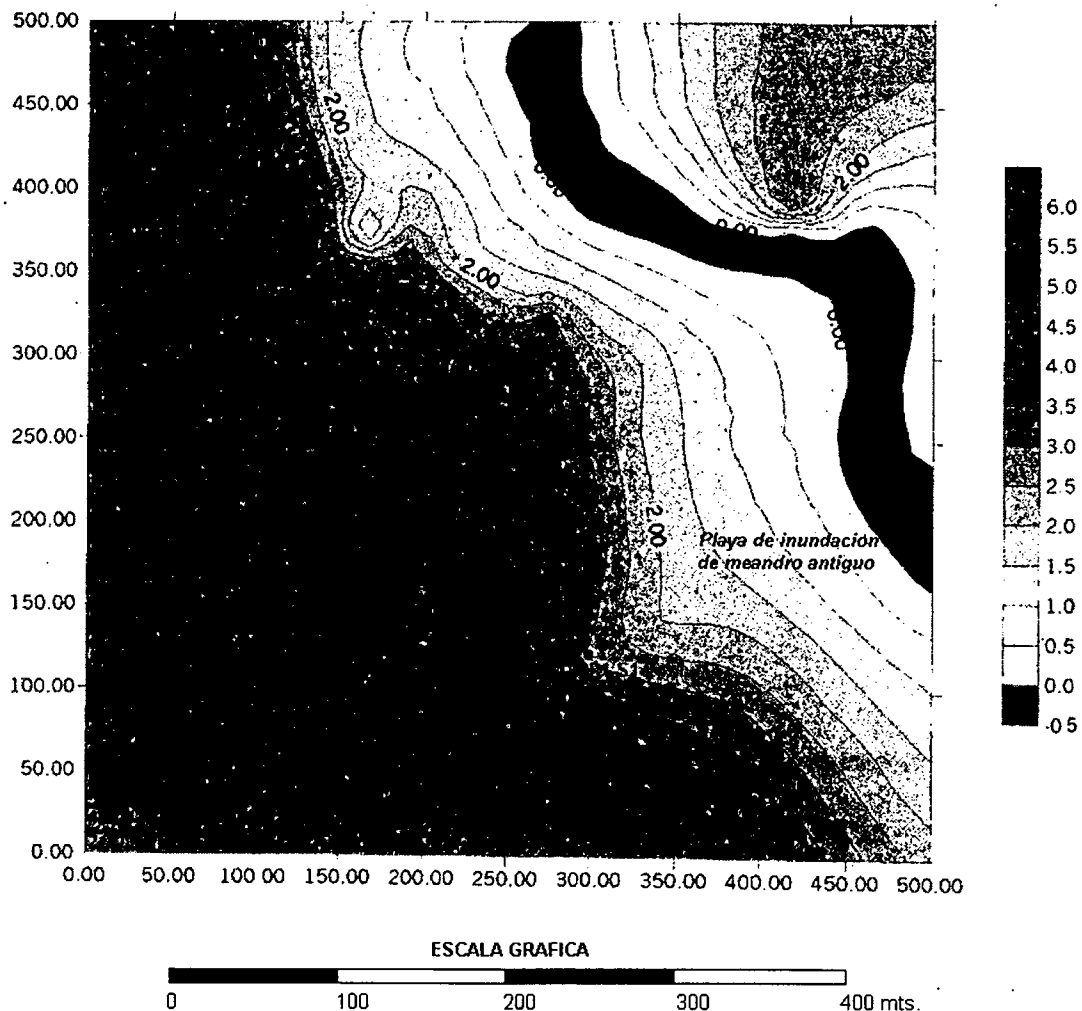


Figura 7.16: Topografía del Sector de Ramadas. Nótese las diferencias altimétricas, que en las zonas más bajas constituyen antiguas playas de inundación y la localización de los sitios en las líneas de altitud superiores a las mismas.

La Figura 7.16 muestra el plano topográfico del sector del fondo de cuenca de Ramadas y la localización de los diferentes sitios. El mismo lo relevamos en el campo con teodolito y brújula taquimétrica y GPS. De este relevamiento resulta evidente que los registros en capa se localizan en sectores puntuales de, antiguas planicies de inundación muy extensas, sin análogos actuales.

La evidencia paleoecológica, de Ramadas y de otras paleovegas de la Puna sugiere para el Holoceno Medio condiciones de mayor concentración espacial de la humedad, en una escala espacial más inclusiva que San Antonio de los Cobres (Yacobaccio *et. al.* 2001). Localmente para el fondo de cuenca de SAC el registro de diatomeas de Ramadas, realizado en el marco de nuestras investigaciones, sugiere ambientes puntuales de mayor concentración de humedad (Morales 2001).

Aquí sugerimos que la evidencia topográfica y paleoecológica indican un ambiente localizado de alta productividad vegetal asociado al cauce del río SAC para el segmento temporal en el cual se formó R1-S1, y posteriormente un ambiente lagunar con alta deposición de microfósiles. Proponemos que esta dinámica paleoambiental puede correlacionarse no solo con las probabilidades de enterramiento de registro sino con las oportunidades de uso humano de estos ambientes. Como veremos, las evidencias posteriores de instalación humana se ubican en los terrenos más elevados de los que aparentemente fue un ambiente lagunar. Esto lo vemos por la localización de las Estructuras 1 y 2 en la Figura 7.16.

Por otra parte, y más generalmente, sugerimos la hipótesis de que este registro indica que las poblaciones de cazadores recolectores del Holoceno Medio utilizaron los ambientes de vega y los sectores contiguos al río SAC para actividades residenciales. De tal manera R1-S1 sería el resultado de procesos de formación que permitieron el enterramiento de una muestra de las acumulaciones densas de artefactos que actualmente se encuentran en superficie, y que por la dinámica de morfogénesis local: A) no estuvieron nunca enterradas, o B) estuvieron enterradas en algún momento de la historia de formación del paisaje de la planicie del fondo de cuenca pero fueron expuestas con una alta intensidad a la deflación, que actuó desenterrándolas. Sugerimos que la segunda hipótesis puede explicar muchas de las acumulaciones de artefactos que actualmente están parcialmente enterradas en paleovegas del fondo de cuenca. En síntesis proponemos:

- 1) Que el registro arqueológico de R1-S1 es una fracción enterrada correspondiente a un componente arqueológico de mayor distribución espacial y representativo de las acumulaciones de superficie que muestran una alta diversidad de artefactos, un uso local de materias primas, actividades de reducción lítica que involucraron, entre otros diseños la confección de bifaces y de puntas de proyectil *lanceoladas de bordes subparalelos*, y altas densidades de artefactos. Bajo esta hipótesis la visibilidad de estos sitios de superficie del fondo de cuenca se explica por los procesos de morfogénesis que operan en el Valle de SAC, y en relación con la topografía. La presencia de registros en capa se explica por la probabilidad diferencial de enterramiento que ofrecen ambientes depositacionales puntuales.

Los datos actualmente disponibles favorecen esta interpretación, sin embargo la investigación futura demanda la contrastación independiente de la cronología de los palimpsestos de superficie y la ampliación de las excavaciones en los sitios de cielo abierto del fondo de cuenca. Es importante destacar la importancia del sitio Ramadas 1 para la investigación futura, debido a su gran extensión hacia ambos lados de la cárcava, y a su potencia arqueológica.

Finalmente, la evaluación de esta interpretación preliminar requiere de la excavación en área de Ramadas 1, de la investigación orientada al análisis de los procesos de formación del registro desde la perspectiva de la geoarqueología, y del estudio de la temporalidad de los agregados de superficie (Dunnell 1992).

2- Excavación de Ramadas Estructura 1 (RE-1)

La estructura 1 de Ramadas, al igual que la estructura 2, se localiza en la línea de terrazas del margen oeste del río San Antonio de los Cobres. Su distancia respecto a este cauce es de 176 mts. Su elevación con respecto al nivel del río es superior a los 15 mts. Por su localización, RE-1 se encuentra ubicada a 26 mts de una paleovega. Específicamente de la playa de inundación de un meandro que actualmente cambio su recorrido, pero que por su expansión hacia los sectores más altos debió formarse en momentos de mayor caudal en toda la cuenca –Foto 7.14. Ambas estructuras son pequeñas unidades arquitectónicas contiguas, de planta irregular, superficialmente visibles como acumulaciones rocosas, pero distinguibles por presentar cimientos –Foto 7.15. Los mismos constituyen muros compuestos por grandes bloques, intercalados con guijarros más pequeños. El fechado ^{14}C obtenido en el Nivel 4 de RE-1 es de 3.617 ± 70 AP, sin calibrar (LP 1410). La figura 7.17 ilustra los cimientos de la Estructura 1 al cierre de su excavación en el Nivel 5.



Foto 7.14: Vista de la Ubicación de las Estructuras 1 y 2 de Ramadas.



Foto 7.15: Cimientos de Rocas Alineadas de las Estructuras 1 – extremo inferior- y 2 - extremo inferior de Ramadas. Nótese la Irregularidad de la acumulación de las rocas de derrumbe, y la alineación de los cimientos.

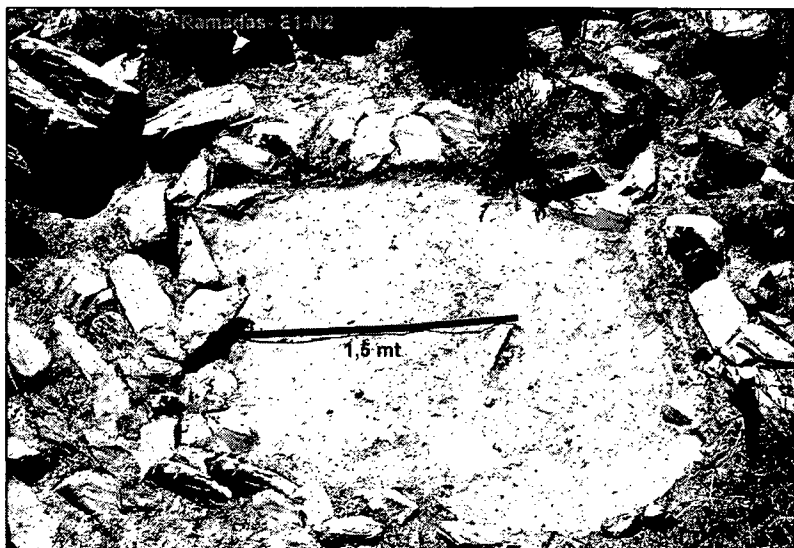


Foto 7.16: Comienzo del Nivel 3 de RE-1. Nótase la irregularidad de los cimios y las rocas de derrumbe pero la tendencia a una planta de forma circular

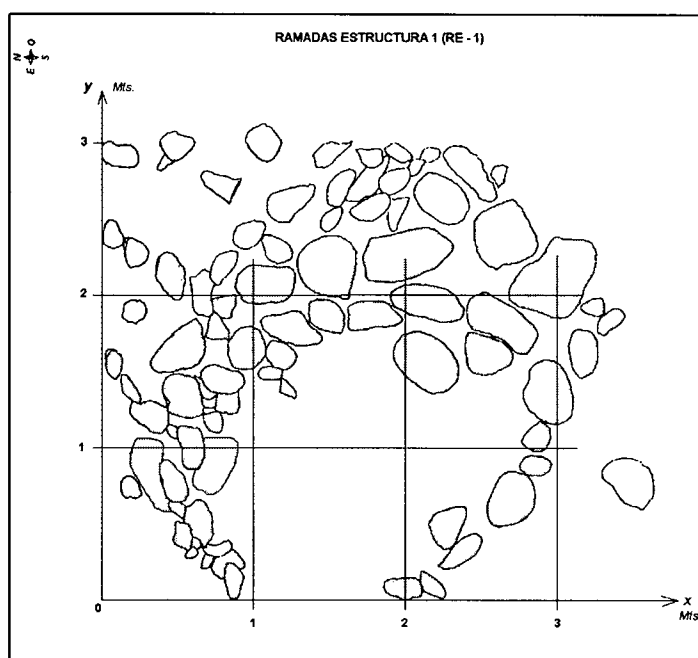


Figura 7.17: Planta de la Estructura 1 de Ramadas.

La excavación de RE-1, se realizó durante las campañas de marzo y noviembre de 1999. La metodología consistió en remover toda la acumulación rocosa de superficie, delimitando la cuadrícula de trabajo que muestra la Figura 7.17, y excavando 6 sectores de 1m². Destacamos un aspecto importante para la discusión precedente. En toda el área delimitada por la grilla de trabajo no se detectó material cerámico de superficie, aunque sí materiales líticos. Tampoco se detectó material cerámico en superficie en un radio de aproximadamente 100 mts en torno del sitio. Aclaramos este punto ya que la excavación de esta estructura reportó materiales cerámicos en el nivel fechado.

Luego del levantamiento de la acumulación rocosa, la excavación se realizó en niveles de 10 cm. El volumen total excavado fue de 2 m³. Aclaramos que la excavación aquí discutida no llegó al nivel estéril. Un aspecto que es muy importante de destacar, y que se ve en el perfil, es que los niveles 1, 2 y parte del 3 se corresponden con una matriz limo arenosa con una gran presencia de clastos pequeños y una muy baja frecuencia de artefactos que son exclusivamente líticos. Los niveles 1 y 2 no registraron especímenes óseos.

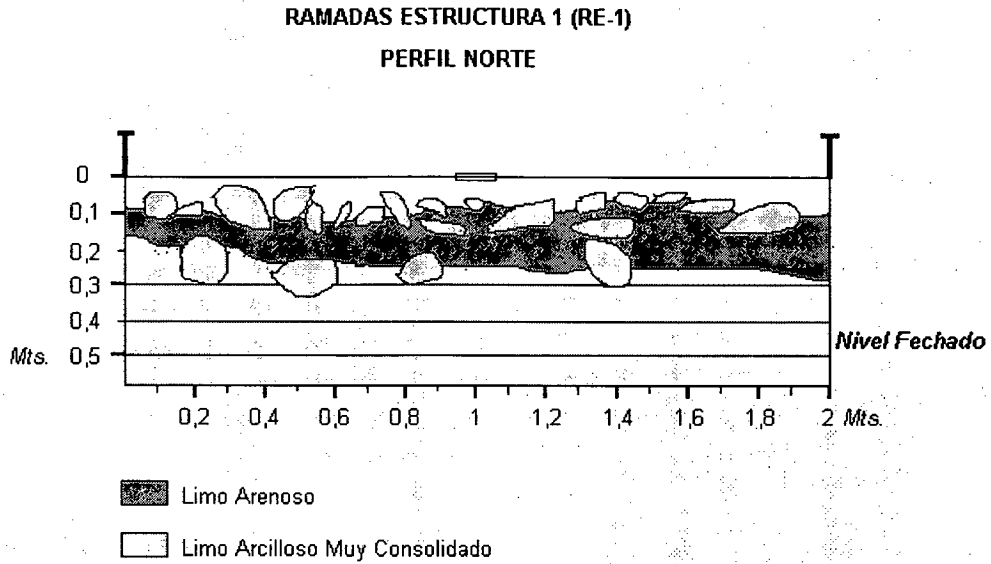


Figura 7.18: Perfil de la Excavación de la Estructura 1 de Ramadas. El perfil muestra la profundidad total de excavación y el nivel fechado.

La Figura 7.18 grafica el Perfil Norte de la excavación de RE-1. Obsérvese la profundidad y la dimensión de los bloques de rocas expuestos en el perfil. De ello inferimos que se trata de cimientos, es decir de estructuras artificiales por lo cual deducimos que las rocas de superficie son muros derrumbados de paredes pequeñas y de parte de los cimientos. Como se observa en la Figura 7.18, a partir del Nivel 3 la matriz sedimentaria cambia abruptamente, constituyendo un sedimento limo arcilloso altamente consolidado, y muy cementado –Foto 7.16. Desde este nivel hasta el final de la excavación la estratigrafía fue monótona, desapareciendo las arenas de la estructura sedimentaria. Precisamente a partir del Nivel 3 aumenta la frecuencia de hallazgos, y es en este nivel donde se producen los primeros hallazgos óseos y cerámicos.

El número total de especímenes óseos para los niveles 3, 4 y 5 es de 115. En la excavación la frecuencia de huesos es máxima en el Nivel 4, comparada con la frecuencia de artefactos de todos los niveles -Figura 7.19. Para todo el volumen excavado la densidad total de artefactos líticos es de 163,7 Art/m³, la densidad de arqueofaunas es de 38,3 Huesos/m³ y la densidad de cerámica es de solo 3,3 Tiestos/m³. La densidad arqueológica total es de 205,3 Esp/m³. Esto pone de relieve la alta densidad arqueológica en un sector restringido del espacio y artificialmente delimitado, y la bajísima tasa de depositación de cerámica. La baja depositación de estos artefactos es también frecuente en sitios con alfarería temprana. Por ejemplo en Tomayoc, García (1997) encuentra un total de 12 tiestos en una excavación de 4 m³, es decir una densidad de 3 Tiestos/m³. Discutiremos las propiedades de este registro arqueológico comenzando con las arqueofaunas. La Tabla 7.8 muestra el NISP de todo el conjunto óseo. Se destaca la alta incidencia de los camélidos representado en un 70,96%, y la baja incidencia de *Artiodactyla*, que representa a fragmentos pequeños de huesos largos. Es muy importante resaltar que la presencia de *Rodentia* se restringe al Nivel 3, es decir al nivel de menor abundancia de huesos, y que se trata de roedores muy pequeños y no identificables al nivel de la especie. Globalmente para los 3 niveles, el MNI de camélidos es de 2 individuos, determinados por estado de fusión y lateralidad (López y Muscio MS).

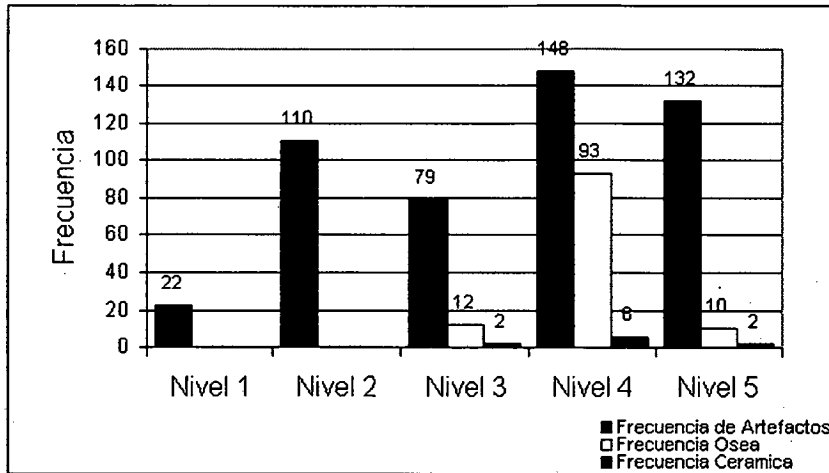


Figura 7.19: Frecuencia de Clases de Hallazgos por Nivel de la Excavación de RE-1.

Taxon	NISP	%NISP
Camelidae	44	70,96
Artiodactyla	7	8,06
Rodentia	13	20,96
Total	62	100

Tabla 7.8: NISP del Conjunto Arqueofaunístico Total de RE-1

Estadios de Meteorización	Frecuencia	%
0	26	41,94
1	19	30,06
2	10	16,13
3	5	8,06
4	2	3,23
5	-	-
Total	62	100

Tabla 7.9: Incidencia de la Meteorización Sobre el NISP del Conjunto Arqueofaunístico de RE-1

La Tabla 7.9 presenta la incidencia de la meteorización¹ sobre la fracción identificada -el NISP- de la muestra. Como se aprecia predominan los especímenes meteorizados, aunque con una representación relativamente alta de especímenes no meteorizados, 42%. Sin embargo el patrón es el de un conjunto globalmente que tiende a una alta integridad, ya que las marcas antrópicas se evidenciaron en 8 especímenes, resultando marcas de corte y representando el 12, 5 % del total NISP y 6, 83% del total de especímenes óseos. Es importante destacar que en todo el conjunto no se registraron marcas *no antrópicas*, ni de roedores ni de carnívoros. Esto último, más el hecho de que los roedores identificados se presentan solo en el Nivel 3, nos permiten inferir que los agentes intervinientes en la formación de este registro son principalmente la conducta humana de uso y descarte de fauna y los procesos sedimentarios postdescarte, que actuaron meteorizando a una fracción alta del conjunto total de huesos.

La acción humana de uso de fauna se manifiesta claramente por la localización de las marcas de corte, que se presentan en el proceso transversal de la vértebra lumbar, y de la vértebra cervical, en la costilla, en la hoja y la espina de la escápula, en diáfisis media del húmero, y en la diáfisis de

¹ Para los estadios de meteorización de camélidos y artiodáctilos se siguió el criterio de Behrensmeyer (1978), que define estadios del cero al cinco por el que pasan los restos óseos, especialmente en mamíferos de más de 5 Kg. Respecto de los roedores, se consideró el rango de meteorización para pequeños mamíferos de Andrews (1990) en Lyman (1994), aunque vale aclarar que todos los especímenes hallados no presentan modificación y por lo tanto se ubican en el estadio cero. Por eso para tener una visión de conjunto no sesgada sobre como afectó la meteorización a los distintos especímenes óseos, se incluyeron dentro del estadio cero los especímenes de camélidos y roedores que no presentan modificaciones producidas por la meteorización. Este criterio se siguió en todos los conjuntos discutidos en este trabajo

metapodios. Globalmente el registro arqueofaunístico de los 3 niveles sedimentariamente monótonos, sugieren un patrón de procesamiento integral de las presas, debido a que están representadas partes del esqueleto apendicular y del esqueleto axial de camélidos. Más precisamente la incidencia de huesos del esqueleto axial sobre el NISP de camélidos es del 81%, y de los huesos del esqueleto apendicular es del 43,18%. Por otra parte las huellas de corte se distribuyen también homogéneamente en ambas partes de la carcaza. Es muy importante destacar la alta frecuencia de tarsianos y carpianos, especialmente los primeros. Esto sería indicativo del ingreso al sitio de los cuartos traseros completos (Yacobaccio y Madero 1992).

Esto sumado al hecho de que el MNI de camélidos es de 2 individuos nos permiten plantear de que la estructura 1 de Ramadas representa una unidad habitacional pequeña donde se llevaron a cabo actividades de procesamiento integral de presas. Esta hipótesis se refuerza al considerar el hallazgo en el Nivel 4 de una pequeña lente de sedimento carbonoso y rubefaccionado de una profundidad máxima de 1,5 cm, -pero sin delimitación de rocas - lo cual parece ser evidencia de una pequeña estructura de combustión intramuros.

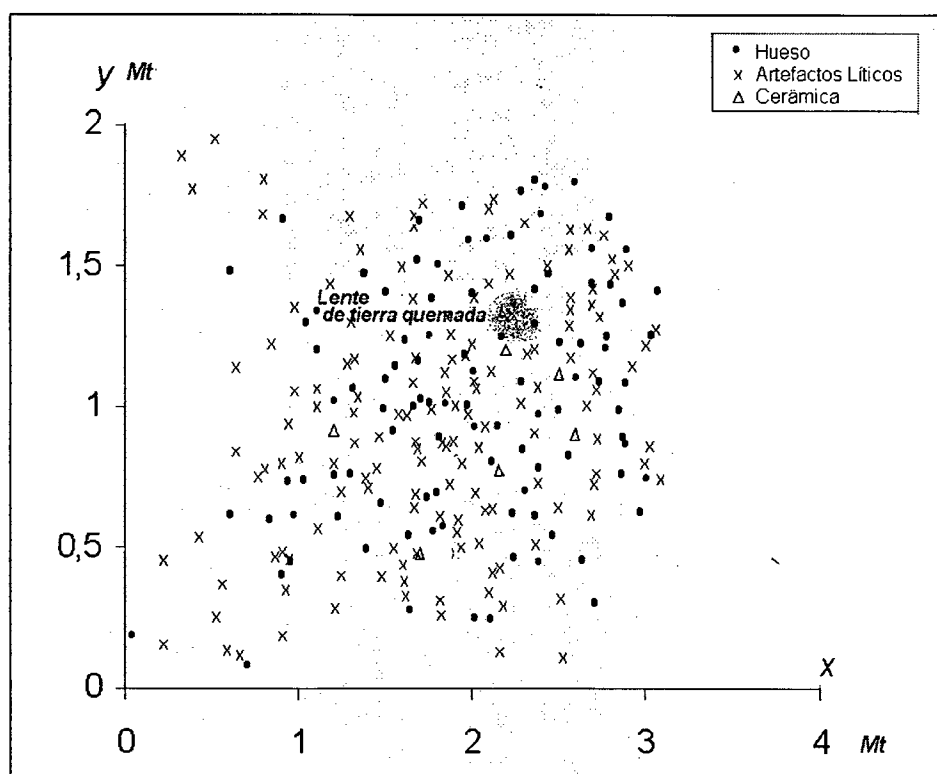


Figura 7.20: Planta de Excavación y Distribución de Hallazgos del Nivel 4 de RE-1. En la planta se observa la asociación de materiales líticos y cerámicos.

El registro de artefactos actualmente está siendo analizado. Por lo tanto ofreceremos una descripción sumaria de los mismos, restringiéndonos al Nivel 4 del cual se obtuvo el fechado radiocarbónico realizado sobre huesos. La Figura 7.20 ilustra la planta de excavación y la distribución del total de los hallazgos del Nivel 4. Obsérvese la regularidad de la distribución de artefactos y huesos en una superficie altamente acotada de la planta. Precisamente esto indica el uso intensivo del espacio intramuros, que resulta evidente por la tasa de depositación arqueológica que para el Nivel 4 es de 411,6 Esp/m³. En este nivel se registró la asociación de artefactos líticos y de 6 fragmentos de cerámica. En el Nivel 5 también se registraron 2 fragmentos de cerámica, y tiene una tasa de depositación arqueológica de 240 Esp/m³.

Como se apreciar en la planta de la Figura 7.20 la frecuencia de artefactos líticos es dominante. En su mayoría son desechos de talla (93%) compuestos por lascas primarias y secundarias y lascas de reducción bifacial. En cuanto a los instrumentos, están presentes unifaces lanceoladas con filos de raederas, 1 fragmento de punta de proyectil lanceolada de tamaño pequeño con pedúnculo y aletas salientes, 1 fragmento de preforma de punta de proyectil lanceolada grande; una punta de proyectil triangular con pedúnculo esbozado y filos reactivados confeccionada en obsidiana no local, de la fuente Tocomar, según su caracterización química, y un fragmento de punta de proyectil unifacial confeccionada en obsidiana probablemente procedente de Cerro Zapaleri –Foto 7.17.



Foto 7.17: Artefactos Líticos del Nivel 4 de RE-1. De izquierda a derecha, parte superior: 1) Fragmento de punta de proyectil lanceolada apedunculada con aletas salientes de sílice 2) Fragmento de Punta de proyectil bifacial lanceolada de cuarcita gris, 3) Fragmento de punta de proyectil bifacial lanceolada de cuarcita rosada, 4) Fragmento de punta de proyectil con filo bifacial de metacuarcita local, 5) Ápice de punta de proyectil de obsidiana de la fuente de Cerro Zapaleri, 6) Punta de proyectil triangular con pedúnculo esbozado de vidrio volcánico transparente, de la fuente de Tocomar. Parte inferior: Desechos de talla 8) lasca con extracciones de metacuarcita local, 9) lasca primaria de sílice, 10) lasca de obsidiana de la fuente de Cerro Zapaleri.

El material cerámico de las capas 3, 4 y 5 de Ramadas Estructura 1 contabiliza un total de 10 fragmentos, de los cuales 6 corresponden al Nivel 4. La Foto 7.18 ilustra los fragmentos del Nivel 5. Salvo un fragmento con pulido, sin engobe y de color gris oscuro; el resto no tiene otro acabado de superficie más que el alisado exterior e interior. De los fragmentos del Nivel 4, remontan 2. Ambos forman parte de un borde corrugado de una pieza grande, no menor a los 35 cm de diámetro de la boca –Foto 7.19-, cocinada en atmósfera oxidante. Mientras el total de la muestra corresponde a tiestos con pastas compactas pero de textura gruesa, la mitad corresponde a fragmentos de cocción reductora y la otra mitad a oxidante. El grosor de las paredes tiene un promedio de 0,89 cm. La dureza promedio de todos los especímenes es de entre 4 y 5 en la escala Mohs.

El borde corrugado se compone de 2 fragmentos de oxidación completa sin ninguna clase de núcleo. Presenta además incisiones irregulares en toda la superficie externa, y el corrugado se extiende formando el labio interno del borde –Foto 7.20. La pasta presenta grandes inclusiones de cuarzo blanco angulosas, que llegan a medir hasta 3 mm de largo–Foto 7.21. La matriz arcillosa incluye en baja proporción mica dorada. El estudio petrográfico de este ejemplar indicó que las inclusiones metamórficas son similares a las presentes en las formaciones locales, particularmente a la Formación Punco Viscana (Blasco *et. al.* 1992). Por otra parte el cuarzo blanco abunda en todo el Valle de SAC. El resto de los fragmentos también se componen de pastas con inclusiones plutónicas y sedimentarias,

pero predominan siempre las últimas. En los fragmentos de cocción reductora, salvo el fragmento pulido, el corte fresco muestra que se trata de reducción completa con oxidación superficial (Rye 1981), con márgenes oxidados de aproximadamente 1mm. Esto les otorga un color superficial exterior marrón rojizo claro, y gris oscuro en la superficie de la cara interna, y en un caso –fragmento 5c9– exterior marrón claro e interior beige. Las inclusiones son siempre de tamaño grande –de 2 a 3 mm de largo- y no angulosas. En el fragmento 5c9 la pasta es más compacta, con inclusiones más finas, inferiores a 1 mm de largo. Sobre la base de las inclusiones presentes en la muestra puede proponerse la hipótesis de manufactura local. Particularmente por las inclusiones plutónicas que caracterizan los bancos arcillosos de la Puna –ver Capítulo 10.

Con respecto al fragmento pulido, destacamos que la superficie pulida es la de la cara exterior, y que su color es gris muy oscuro. Resaltamos que no se trata de un fragmento del tipo Gris Pulido, definido para San Pedro de Atacama por Tarragó 1989, ya que no presenta engobe, el pulido –aunque notorio- es poco intenso, su pasta presenta inclusiones sedimentarias de aproximadamente 2mm de largo, su textura es mediano-gruesa, y se puede inferir una cocción de baja temperatura por el color gris marrón claro del núcleo.

En cuanto a la cerámica de cocción oxidante, esta presenta pastas con inclusiones similares a la cerámica de cocción reductora, pero en el caso del fragmento 4c5, las inclusiones son más grandes, silíceas y angulares. El total del conjunto cerámico indica un patrón de cocción de baja temperatura. En ningún caso del total de la muestra se detectaron inclusiones orgánicas.

A partir de los datos de la Tabla 7.10 discutiremos algunos aspectos de los procesos de formación del registro arqueológico que pudieron afectar al conjunto cerámico. En primer lugar vemos que el índice de fractura, medido por el tamaño modular de los tiestos –el producto del largo máximo y el ancho máximo- es muy elevado. Sin embargo esto es el resultado de la incidencia del espécimen 4c6. Para el conjunto total el CVS del tamaño de los fragmentos es de 160% y su desvío estándar también es muy elevado.

Fragmento	Espesor (cmts)	Largo Max. (cmts)	Ancho Max. (cmts)	Tamaño (cm ²)	Textura y Atmósfera de Cocción	Sup. Descascarada	Fractura Original	Sup. Abracionada	Sup. Pulida	Color Sup. Ext.	Color Sup. Int.
3c1	Indet	1,2	0,6	0,72	B8		Ang.	Int.	Ext.	2,5Y/0	7,5R4/0
3c2	0,9	1,2	0,7	0,84	B2		Ang.			2,5Y6/0	2,5Y6/0
4c3	1,1	2	1,8	3,6	B2		Ang.	Ext.		5YR5/4	5YR5/4
4c4	0,92	2,6	2,5	6,5	B2		Ang.			5YR5/4	5YR5/4
4c5	0,93	4,4	2,7	11,88	B2		Ang.			5YR5/3	5YR5/3
4c6	0,97	8	6	48	B9		Ang.			5YR5/3	5YR5/3
4c7	1	3,4	1,8	6,12	B9		Red.	Ext.		5YR5/4	2,5Y6/0
4c8	0,83	2,9	3	8,7	B9	Ext.	Ang.			5YR5/4	2,5Y6/0
5c9	0,62	3,5	3	10,5	B8					10YR	2,5YR5/4
5c10	0,74	3	1,2	3,6	B2	Ext	Ang.			10YR5/4	10YR5/4
Promedio	0,89	3,22	2,33	10							
Desvío Estándar	0,14	1,86	1,48	13,85							
CVS (%)	17,26	64	49,5	160							

Tabla 7.10: Características de la Cerámica de la Estructura 1 de Ramadas. Ang= Angular, Ext= Externa

Exceptuando el grosor de los tiestos, que es relativamente alto con una media de 0,89 cm y poco variable, con un CVS de 17%, vemos que el resto de las dimensiones del tamaño de los tiestos presentan también mucha variación. Considerando el tamaño modular de los tiestos y el grosor de las paredes, observamos que ambas variables no covarían, $r^2 = 0,01$. En general esperamos que los procesos de fractura que afectan al tamaño de los tiestos actúen principalmente en función del grosor de las paredes, una vez que los tiestos han sido descartados (Orton *et. al.* 1993). Como esto no se verifica, argumentamos que la depositación de tiestos ocurrió a partir del descarte de materiales ya muy fracturados. Además, salvo el caso del un borde – que se presentó remontando *in situ* - el resto de los fragmentos no puede ser atribuible a partes específicas de la vasija. Así, sugerimos que la entrada al registro arqueológico de estos materiales ocurrió una vez fracturados en los tamaños de hallazgo, y que su alteración posterior fue consecuencia de los procesos de enterramiento. Esta hipótesis cobra sustento teniendo en cuenta que la fractura original del 90% de los tiestos es angular, mientras que un solo fragmento presenta fracturas redondeadas, que se asocian principalmente con el rodamiento erosivo(Orton *et. al.* 1993).

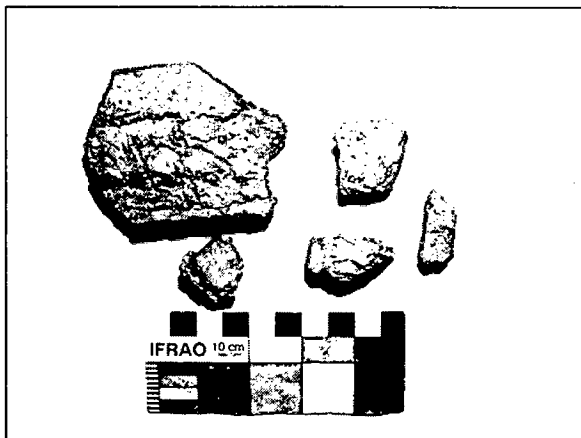


Foto 7.18: Fragmentos Cerámicos del Nivel 4 de RE-1.

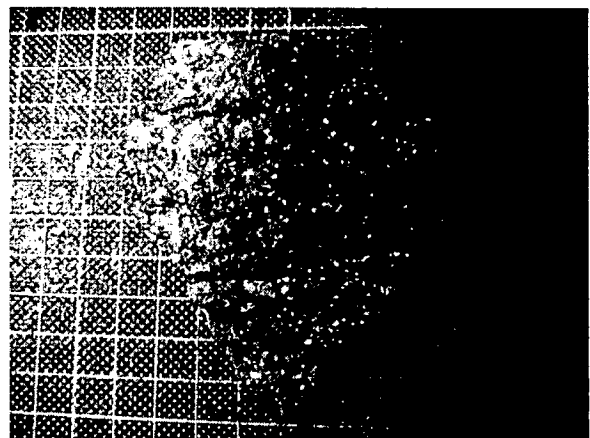


Foto 7.19: Borde Corrugado e Inciso, Partido en dos Fragmentos. Nótese el tamaño de las inclusiones de cuarzo blanco y de rocas sedimentarias blancas.

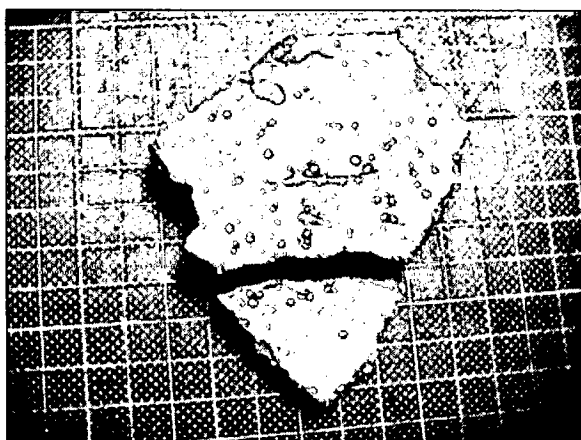


Foto 7.20: Vista de la Superficie Interna de los Dos Fragmentos del Borde Corrugado. Nótese el labio superior del borde, realizado por corrugado, y el alisado de la superficie que expone las inclusiones más grandes de cuarzo.

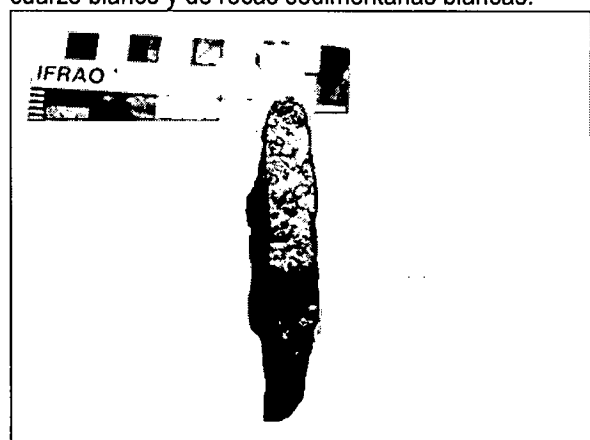


Foto 7.21: Vista del Grosor de la Pared del Fragmento Superior del Borde Corrugado. Nótese la distribución de las inclusiones y la ausencia de núcleo de cocción. La cara derecha es la superficie exterior

Las evidencias de descascarado de las paredes sólo se presentan en 2 fragmentos. Su localización en las paredes externas sugiere procesos que operaron descascarando los tiestos durante el uso de las vasijas. Más aún considerando que en todos los casos se tratan de tiestos de cerámica ordinaria. Sin embargo la evidencia de abrasión compromete al 30 % de la muestra, que sumado a la evidencia de rodamiento estaría indicando un registro expuesto a los agentes erosivos. A partir del conocimiento de cómo operan los procesos morfogenéticos en la escala regional, podemos identificar a la deflación como el agente que operó erosionando los tiestos. La deflación es el principal agente morfogenético que opera en los paisajes del fondo de cuenca (Vilela 1969, Aquater 1980).

El patrón de preservación de tiestos coincide con el patrón tafonómico de las arqueofaunas. Es sumamente notorio que ambos registros aparezcan a partir del mismo nivel. Esto sugiere que durante la formación de este registro tuvo lugar un lapso breve de exposición de huesos y artefactos a los agentes de meteorización y de erosión, y que posteriormente operaron episodios aluviales homogéneos, en el tipo de sedimento arrastrado, que dio origen a los niveles altamente consolidados, y que posteriormente ocurrieron eventos acumulativos de sedimentos arenosos, dando origen a los sedimentos de los niveles 2 y 3, mucho más sueltos. Esto habría generado un contexto de buena preservación global de los conjuntos cerámicos y arqueofaunísticos. Evaluando la posibilidad de intrusión de la cerámica por desplazamiento vertical desde el nivel de superficie, podemos resaltar tres argumentos en contra de esta hipótesis, además de la baja incidencia de la erosión en la muestra:

1) Considerando que la intrusión por gravedad actúa en función del peso de los materiales (Wood y Jhonson 1978) y dado que los fragmentos cerámicos son los de menor peso del conjunto total de artefactos, esperamos que su frecuencia sea máxima en los niveles superiores. Esto no se observa dado que la concentración de cerámica ocurre precisamente en los niveles inferiores, 4 y 5, mientras que los artefactos líticos más pesados tales como las grandes lascas corticales se presentan en todos los niveles, pero especialmente en los niveles 1 y 2. Es decir el patrón es inverso al esperado por la intrusión por gravedad. Sugerimos que esto es consecuencia de la muy alta compactación de la matriz sedimentaria que caracteriza al depósito a partir aproximadamente de los 25 cm desde la superficie.

2) Considerando que la intrusión de la cerámica pudo haber sido un efecto de los animales cavadores o de las raíces de la vegetación de superficie que hayan promovido su desplazamiento vertical, encontramos a esta hipótesis seriamente desfavorecida. Esto se debe a que solo en los niveles 1 y 2, y entre la acumulación superficial de rocas, se registra la incidencia de raíces de arbustivas. Más precisamente la extensión radicular de la vegetación de tolar nunca va más allá del nivel 2. Por otra parte tampoco hemos detectado cuevas de roedores en los niveles 3,4 y 5. La evidencia de roedores en los comienzos del nivel 3 sugeriría la presencia de esta fauna acotada a los sedimentos no cementados, es decir a la capa limo arenosa y al roquedal de superficie, y además nos permite inferir que su presencia en el registro arqueofaunístico es tafonómica.

3) Como notamos anteriormente en las inmediaciones de la Estructura 1 no hay materiales cerámicos en superficie, aunque si la hay en otros sectores del el fondo de cuenca de Ramadas, pero su frecuencia es muy baja y sus características son muy distintas. Por ejemplo en las cerámicas de superficie que hemos detectado en Ramadas no observamos nunca cerámica corruga o pulida, ni tampoco de cocción reductora completa. Por otra parte los hallazgos de cerámica superficial no ocurren en un radio de aproximadamente 100 mts en torno del sitio, y se localiza en los sectores más deprimidos del terreno, y no en la línea de terrazas donde se encuentran las estructuras 1 y 2.

Sobre la base de estos argumentos proponemos que todo el registro arqueológico de los niveles 3, 4, y 5 constituye un solo componente con una edad radiocarbónica de 3.617 ± 70 , BP, y una edad calibrada promedio de 2.032BC cal, $p= 68,2\%$. – Figura 7.21.

Como vemos la actividad radiocarbónica de la muestra tiene un gran ajuste con la distribución normal y bajas probabilidades para los extremos de la distribución en el primer y el segundo sigma. Destacamos este punto ya que la datación se efectuó con el agregado de la fauna del Nivel 4, que presentó buena disponibilidad de colágeno y permitió la datación convencional con 450 grs. de hueso.

Con respecto a las propiedades del componente, la tasa de depositación arqueológica del Nivel 4 de 411,6 Esp/m³ es indicativa del sector en la matriz sedimentaria, donde la tasa de descarte habría sido máxima. Debemos recordar que en la excavación no hemos llegado a niveles estériles por lo tanto es probable que pueda identificarse más de un componente en el sitio. La investigación futura y la replicación de fechados resolverán este aspecto.

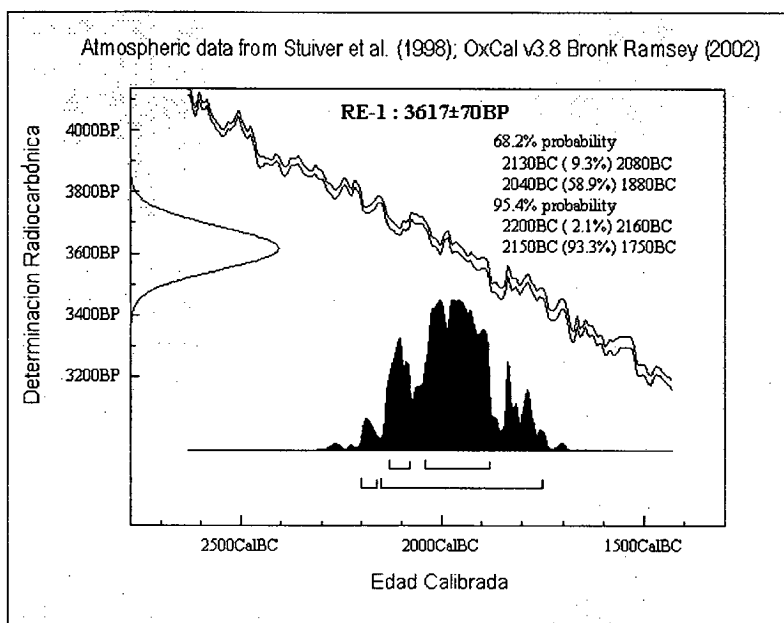


Figura 7.21: Determinación Radiocarbónica de Ramadas Estructura 1 y Distribución de Probabilidades de las Edades Calibradas.

Es notoria la antigüedad de este registro cerámico. Sin embargo sostenemos que probabilísticamente no es anómalo, con respecto al registro arqueológico de las cerámicas más antiguas del Noroeste de Argentina, y de los Andes Centro Sur, que en la región de Asana, en Quelcatani está fechada en 3660 ± 60 BP (Aldenderfer 1998). La Figura 7.22 ilustra la distribución en la curva atmosférica de Stuiver *et. al.* (1998) de las fechas calibradas de los conjuntos cerámicos más tempranos del NOA. El gráfico corresponde a la calibración de edades mediante el programa OXCAL V3.8 de las mediciones radiocarbónicas de Abra de Los Morteros (Fernández Distel 1988, 1994), Cueva Cristóbal (Fernández 1988), Inca Cueva Alero 1 (García 1988-1989), Tomayoc (García 1997) y Punta de la Peña (Aschero *et. al.* 1999, Aranibar *et. al.* 2001).

Nótese la superposición continua de probabilidades de las fechas calibradas de Ramadas Estructura 1 con los otros contextos. En ningún caso para 1 o 2 sigmas se presentan discontinuidades en la distribución de probabilidades de las fechas calibradas. Es decir que la muestra datada de RE-1, estando en el extremo más antiguo del registro cerámico del NOA, se ubica consistentemente en el rango de probabilidades de edades calibradas del registro arqueológico conocido de cerámica temprana del NOA. Por esta razón sugerimos que el fechado es probabilísticamente no anómalo.

En la distribución de edades calibradas los conjuntos de mayor antigüedad provienen tanto de la Puna Alta, son los casos de Ramadas y Punta de la Peña, como de las Tierras Bajas o *yungas*, es el caso de Abra de los Morteros. En este rango de probabilidades también encontramos las cerámicas surandinas más tempranas del Norte de Chile, caso Chiu Chiu 200 y Tulán 54, (ver revisión en Núñez 1994); y del Altiplano Boliviano *i.e.* Chiripa (Hastorf 1999), y como dijimos las del Asana.

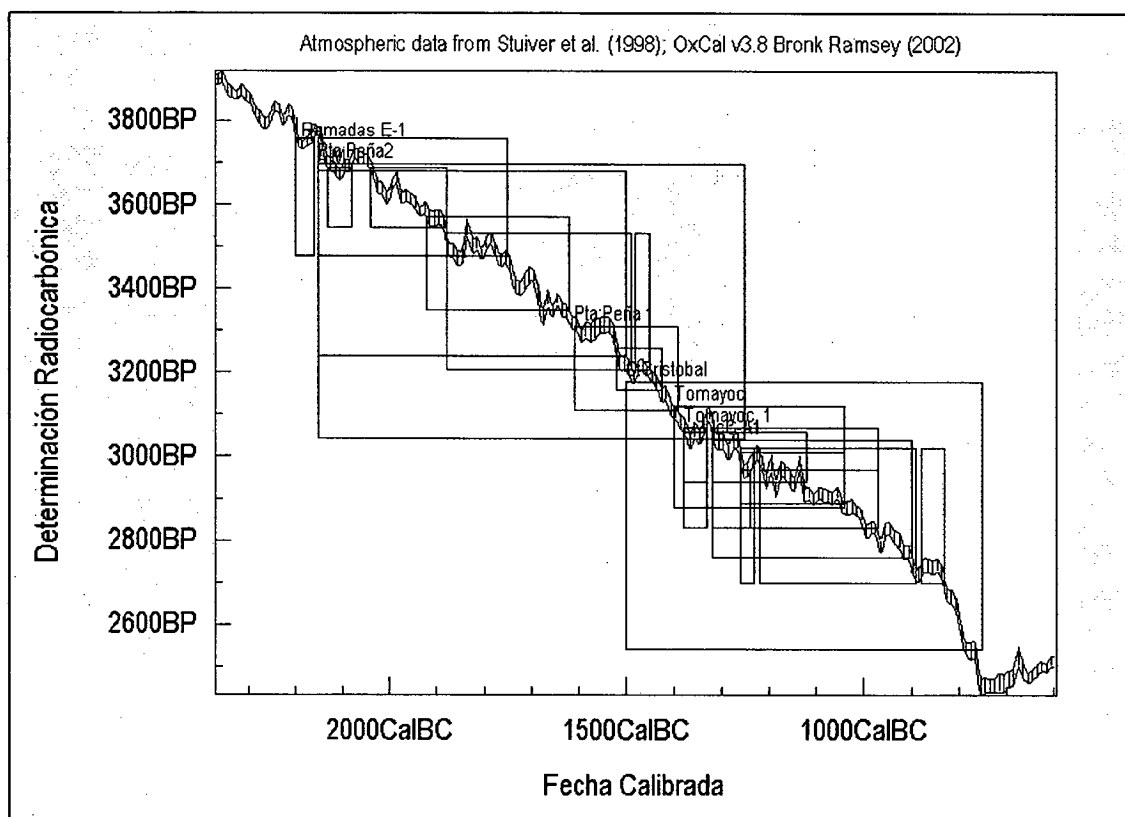


Figura 7.22: Rangos de Probabilidades de las Fechas Calibradas ^{14}C de los Sitios con Cerámica Temprana del Noroeste de Argentina. Abra de Los Morteros 3.460 ± 110 (GAK 9772), Cueva Cristóbal 2.860 ± 160 AP (Fernández 1988), Inca Cueva Alero 1 C5: 2.900 ± 70 (Beta 25116), Tomayoc 2950 ± 50 (Gif-8368); 3.000 ± 60 (Gif 7914) y Punta de la Peña 3.210 ± 50 (Aranibar *et. al.* 2001).

Es muy significativa la cerámica corrugada presente en RE-1, dado que a esta clase de alfarería se la ha localizado en los contextos tempranos del primer milenio BC, en Abra de los Morteros Fernández Distel (1998,1994), Cueva Cristóbal (Fernández 1988), y en Tulán –norte de Chile- entre 1.080 y 950 BC (Núñez 1994). La cerámica monocroma pulida en tonalidad gris también está presente en los contextos alfareros tempranos de Inca Cueva, y abra de los Morteros y es común en los sitios cerámicos más tempranos de la Puna (Aschero y Podestá 1991). Interesa remarcar la asociación con los diseños de puntas de proyectil de obsidiana pedunculada y bifaciales pequeñas con aletas salientes. Todos estos son diseños recurrentes en los sitios tempranos de aleros y cuevas con cerámica temprana en la Puna de Argentina, y también en la denominada fase Tilocalar del norte de Chile (Núñez 1994).

La evidencia arqueológica de la Estructura 1 de Ramadas sugiere el uso habitacional de esta estructura, particularmente por la alta densidad de artefactos, el procesamiento integral de las presas y la evidencia de una estructura de combustión. Sin embargo es muy llamativa la escasa dimensión de la superficie habitable, que es de alrededor de 2m^2 . Esto sugiere un uso habitacional no permanente.

Considerando que el aumento en la inversión en arquitectura residencial se vincula directamente con la disminución de la movilidad (Kelly 1992), proponemos que RE-1 es la señal arqueológica de poblaciones que hicieron un uso más intensificado del espacio, con una disminución de la movilidad residencial. La fecha radiocarbónica ubican a este registro en el lapso final del proceso de domesticación de camélidos (Aldenderfer 2001, Yacobaccio 2001a, Yacobaccio y Vilá 2001). Sin embargo debemos resaltar que no hemos detectado evidencias de corrales o de estructuras de cautiverio adosadas a la estructura excavada. Pero sí hemos localizado dos aleros pircados, con cimientos enterrados a más de 0,6 mts, distantes aproximadamente 200 mts de Ramadas Estructura 1, y emplazados sobre los comienzos de los piedemontes del extremo este del fondo de cuenca. Ambos presentan en superficie preformas lanceoladas, puntas de proyectil lanceoladas pequeñas pedunculadas y puntas de obsidiana pedunculadas. El sondeo de uno de estos aleros, mediante una cuadrícula de 50x50 cm, demostró la existencia en capa de materiales comparables con los de la Estructura 1 de Ramadas. Particularmente de fragmentos de puntas de obsidiana local y de un preforma bifacial también de obsidiana. Es importante destacar que ambos aleros se encuentran precisamente sobre los afloramientos de perlitas que incluyen las obsidianas de Ramadas. Es decir que *como hipótesis de trabajo* se puede vincular a RE-1 con estos aleros pircados, los cuales serían evidencia *indirecta* de prácticas pastoriles o de cautiverio de animales. La escasa dimensión del RE-1 puede ser tentativamente interpretable como una estructura habitacional no permanente, relacionada con actividades pastoriles llevadas a cabo en sectores de vega de alta productividad vegetal.

Con los datos actualmente disponibles no podemos decir nada acerca de las especies de camélidos presentes, debido a la falta de huesos apropiados para las mediciones y la determinación por osteometría. Pero las puntas de proyectil son indicadoras de actividades de caza, mediante tecnologías de arco y flecha. La cuestión de las estrategias económicas llevadas a cabo por estas poblaciones necesita investigación futura. No obstante la evidencia sugiere un uso intensivo de los camélidos, y un nicho de *caza-pastoralismo* –ver Capítulos 12 y Conclusiones.

Por otra parte la distribución espacial de las estructuras arquitectónicas de Ramadas, que comparten atributos superficialmente visibles, similares con RE-1, no se corresponde con un patrón de instalación aldeano –agrupado- sino con un patrón disperso; salvo el caso de las Estructuras 1 y 2 que son contiguas. Esto diferencia a este registro con los sitios de antigüedad comparable del Norte de Chile con prácticas pastoriles probadas. Más concretamente, no se corresponde con el patrón arquitectónico propuesto para la denominada fase Tilocalar, que comienza en torno de los 1.190 BC. y cuya escala espacial implica ambas vertientes andinas (ver Núñez 1992). No disponemos de evidencias para explicar esta divergencia, pero sugerimos que la variabilidad ecológica de macroescala puede estar en la base de la misma, además de la mayor antigüedad de Ramadas –ver Conclusiones. Esto propicia la investigación local de los procesos de intensificación económica que pudieron llevar a distintas trayectorias de evolución, correlacionadas con las diferencias ecológicas de los *patches habitats* ocupados en ambas vertientes de la Cordillera de los Andes. De tal manera sugerimos que el concepto de fase no es adecuado para describir el *mosaico* de adaptaciones locales que pudieron tener lugar durante la transición de la predación a la producción de alimentos (Muscio 2001).

Tampoco hemos registrado en RE-1 evidencias de instrumentos de molienda en el componente fechado. Pero sí hemos hallado un instrumento de molienda fracturado, localizado en superficie y directamente asociado con el cimiento de la estructura 1. Se trata de un artefacto de gran concavidad y regularidad, confeccionado en granito –Foto 7.21. Pensamos que al no haber otro registro de referencia para asociar a este hallazgo, su presencia se relacionaría con el componente fechado de RE-1 o con el registro de la Estructura 2 cuya antigüedad desconocemos. Sobre la base del total de la evidencia presentada, sugerimos que RE-1 señala la ocupación humana del Valle de SAC de poblaciones con nichos económicos que habrían intensificado las estrategias de obtención de alimentos.

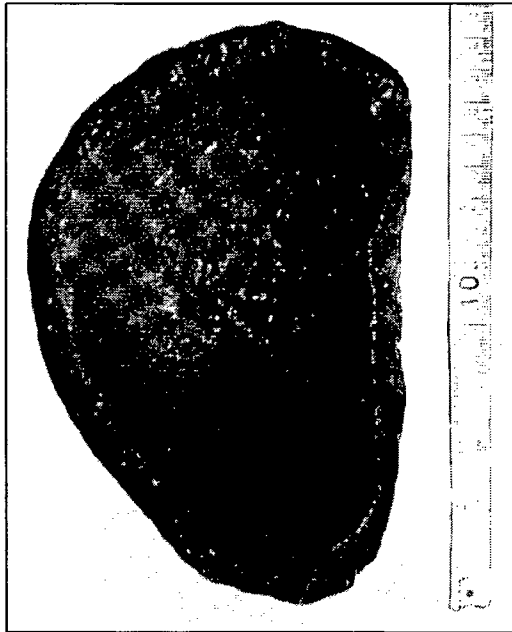


Foto 7.22: Artefacto de Molienda Asociado a la Estructura 1 de Ramadas. Nótese la concavidad de la pieza.

Sin embargo, aún no podemos inferir con certeza si se llevaron a cabo prácticas pastoriles, o de recolección y procesamiento intensivo de vegetales. Estos interrogantes demandan investigación futura. No obstante el contexto general sugiere que esto pudo haber ocurrido. El patrón disperso de estructuras es característico de las instalaciones pastoriles (Chang 1992, Chang y Tourtellote 1992), esto mismo muestra el trabajo actualístico en la Puna Norte (Yacobaccio *et. al.* 1998, Caracotche 2001). Como dijimos en este contexto, el tamaño pequeño de la estructura habitacional sugiere instalaciones residenciales no permanentes relacionadas con el pastoralismo, y el patrón de procesamiento integral de las presas, inferible del registro arqueofaunístico de RE-1 también apoyan esta línea de interpretación, marcando el rumbo de la investigación futura.

Por los datos que actualmente disponemos podemos inferir que la adopción de la alfarería en el Valle de SAC debió ser un proceso asociado con la intensificación económica por poblaciones de movilidad restringida que utilizaron ambientes de vegas altamente localizados y que al mismo tiempo aumentaron la inversión en arquitectura habitacional. Es interesante resaltar la posibilidad de la adopción de la cerámica en un contexto de aumento de la recolección vegetal, porque como vimos en el Capítulo 6 esta tecnología disminuye los costos de procesamiento de los recursos vegetales, al igual que las tecnologías de molienda. De tal manera no descartamos la hipótesis de que la evidencia de RE-1 represente la ocupación local del Valle de SAC por poblaciones de cazadores-pastores que adoptaron la tecnología cerámica. La evidencia arqueológica de obsidias no locales –de las fuentes de Tocomar y Cerro Zapaleri- sugiere interacciones sociales en un espacio de un radio cercano a 175 km. Esto permite plantear hipótesis acerca de conectividad demográfica de gran escala y la existencia de redes de interacción social que precisamente propician la transmisión cultural, favorecedora de la adopción selectiva de las innovaciones tecnológicas.

No iremos más allá con la interpretación de este sitio, debido a que el estudio de las principales líneas de evidencia está aún en proceso, como así también la replicación de los fechados. Simplemente concluimos que el registro arqueológico de RE-1 constituye para el Valle de SAC la evidencia más temprana del uso intensivo del espacio mediante la mayor inversión en arquitectura residencial, probablemente relacionada con el pastoralismo y lo suficientemente *perdurable* como para dejar una señal arqueológica de espacios de habitación al aire libre artificialmente construidos.

Nos referimos específicamente a la inversión en estructuras con cimientos de rocas excavados, que requieren una mayor inversión en trabajo. Este fenómeno claramente se diferencia con el registro del sitio RS-1, que también sugiere estrategias de movilidad residencial restringida, con muy altas tasas de depositación de artefactos en ambientes puntuales, pero sin la inversión en arquitectura de alta perdurabilidad temporal y sin la presencia de alfarería.

Es importante notar que este tipo de construcciones generan paisajes contruidos transgeneracionalmente hereditarios. Caracotche (2001) planteo el potencial de reutilización de las estructuras residenciales en escalas de largo plazo. En los próximos capítulos volveremos sobre este punto discutiendo su significado en los términos evolutivos del proceso de construcción de nichos.

En síntesis las excavaciones en el fondo de cuenca de Ramadas, permiten inferir un proceso de evolución local de incremento en la disminución de la movilidad, cuyo antecedente más antiguo es RS-1 con una edad en torno de los 5200 BP. Esta evidencia es interpretable en el marco más general de reducción de la movilidad residencial que tuvo lugar durante el altitermal Achero (1994). Precisamente la presencia de ambiente lagunares de alta productividad vegetal, asociada con registros de alta densidad y diversidad de artefactos apoyan esta hipótesis, mostrando que la ocupación humana tuvo lugar en un paisaje de alto contraste ecológico. En el Valle de SAC, este proceso se habría incrementado posteriormente, hacia los 3600 BP, vinculándose con economías más intensificadas, la adopción de tecnologías intensificadoras del retorno, como la cerámica, y probablemente el manejo de animales de rebaño. Además, bajo esta hipótesis podemos inferir que el poblamiento posterior del Valle de SAC vinculado con nichos que incluyeron a la agricultura, ocurrió en un entorno de escala regional modificado previamente por la ocupación humana que tuvo lugar en el límite Holceno Medio/Holoceno Tardío.

Finalmente, el conjunto de esta evidencia permite postular que la cronología de estos procesos de cambio en el uso de fauna silvestre y doméstica y de adopciones tecnológicas, es comparable a la de regiones de la Tierras Altas Surandinas como la cuenca del río Osmore, donde se localiza Asana, en el sur de Perú. Esta interpretación necesita de investigación futura, ya que de confirmarse el fechado de RE-1 indica, en la periodización regional, el inicio del Período Temprano. Queremos enfatizar el carácter inicial de esta interpretación, ya que si bien defendemos para Ramadas E-1 un contexto de asociación probado entre el evento fechado y el evento arqueológico, necesitamos replicar fechados y ampliar las excavaciones de ésta y de otras estructuras y corrales del fondo de cuenca; y desarrollar un programa de investigación paleoambiental en el marco de la geoarqueología, para avanzar en la discusión de cada una de las hipótesis aquí esgrimidas.

En el siguiente capítulo describiremos las excavaciones en las quebradas laterales del Valle de SAC, para las cuales tenemos una serie de fechados más abundante, y un marco cronológico de mayor resolución, que claramente ubican a este registro en el Período Temprano. Centraremos la discusión en la presentación de los contextos excavados que se relacionan directamente con las economías agropastoriles del Período Temprano del Valle de SAC.

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Dirección de Bibliotecas