

El nicho ecológico de los cazadores-recolectores del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados durante el Holoceno tardío y sus implicancias socioculturales

Autor:

Kochi, Sayuri

Tutor:

Tessone, Augusto

2023

Tesis presentada con el fin de cumplimentar con los requisitos finales para la obtención del título Doctora de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires en Arqueología.

Posgrado

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Filosofía y Letras

Tesis doctoral

**El nicho ecológico de los cazadores-recolectores del canal Beagle,
Península Mitre e Isla de los Estados durante el Holoceno tardío y
sus implicancias socioculturales**

Lic. Sayuri Kochi

Director: Dr. Augusto Tessone

Co-director y consejero de estudios: Dr. A. Francisco J. Zangrando

Febrero 2023

Agradecimientos

A mis directores, Dr. Augusto Tessone y Dr. A. Francisco Zangrado. Por los diez años que me formaron como arqueóloga, el trabajo en equipo, su infinita paciencia, generosidad y enorme compromiso.

A Luis Orquera y Ernesto Piana, quienes me permitieron analizar las colecciones arqueológicas del PACB y siempre estuvieron dispuestos a transmitirme su sabiduría y experiencia.

A Dani, Pili, Ana, Ori, Angie y Germán. Cuánta paciencia me tienen durante las campañas, con su alegría contagiosa. Les agradezco inmensamente su apoyo a la distancia, y a las chicas les agradezco enormemente su sororidad.

Al equipo del INGEIS, que son de lo mejor que me pasó en el doctorado. Les agradezco mucho todo lo que me enseñan y las pequeñas felicidades que compartimos cada jornada. Viole, Celes, Male, Belu y Juli, por ser colegas sin igual. A Estela, Naza y Fede, porque su trabajo me permitió escribir esta tesis.

A Sury, Cecy y Sabri: muchas muchas gracias por todos estos años de amistad, cruzada arqueológica, apoyo incondicional.

A Luna, Flor, Ninu, Ani, Cami, Gaby, Juan, Nico, Gonza y Santi, porque siempre están para el reencuentro.

A Magalí, por tantos tantos años de amistad.

A Jere, por su cariño, sus palabras de aliento, su tierna compañía y esas ganas de escucharme sobre isótopos y arqueología.

Sobre todo a mis padres, quienes me apoyan incondicionalmente en esta carrera tan única. Por todo lo que me enseñaron sobre el valor del esfuerzo, por todo que ellos significan para mí, les dedico esta tesis.

Índice general

Capítulo 1: Introducción	1
1.1 Problemas y objetivos.....	1
1.2 Organización de la tesis.....	5
Capítulo 2: Marco teórico-metodológico	6
2.1 Definiciones operativas.....	6
2.1.1 Subsistencia y dieta.....	6
2.1.2 Movilidad.....	9
2.2 Ecología del comportamiento humano.....	12
2.2.1 La Teoría del Forrajeamiento Óptimo.....	12
2.2.2 El nicho.....	13
2.3 Isótopos estables en Arqueología.....	22
2.3.1 Interpretación de los datos isotópicos en tejido óseo.....	25
2.3.1.1 Fracción inorgánica.....	25
Carbono.....	25
Oxígeno.....	26
2.3.1.2 Fracción orgánica.....	28
Carbono.....	28
Nitrógeno.....	28
2.3.2 Ciclo del carbono.....	29
2.3.2.1 Ambientes terrestres.....	29
2.3.2.2 Ambientes marinos.....	31
2.3.3 Ciclo del nitrógeno.....	33
2.3.3.1 Ambientes terrestres.....	33
2.3.3.2 Ambientes marinos.....	35
2.3.4 Ciclo del oxígeno.....	37
2.3.5 Variaciones isotópicas interindividuales.....	38
2.3.5.1 Edad.....	38
2.3.5.2 Sexo.....	40
2.3.6 Variaciones isotópicas intergrupales.....	41
2.4 La datación radiocarbónica y el efecto reservorio marino.....	41
Capítulo 3: El ambiente del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados. Ecología y paleoecología	47
3.1 La región cordillerana, el canal Beagle y las islas del archipiélago fueguino.....	48
3.2 Península Mitre.....	53

3.2.1 Isla de los Estados.....	55
3.3 La estructura de los recursos.....	56
3.3.1 Zona terrestre.....	57
3.3.2 Zona litoral.....	59
3.3.3 Zona pelágica.....	62
3.4 Hidrología.....	63
3.5 Historia paleoecológica.....	66
3.5.1 Ambiente terrestre.....	66
3.5.2 Ambiente marino.....	69
Capítulo 4: Antecedentes.....	74
4.1 Arqueología del canal Beagle: modelos de subsistencia.....	74
4.2 Arqueología del sudeste de Tierra del Fuego.....	78
4.2.1 Valle de Moat.....	78
4.2.2 Península Mitre.....	80
4.2.3 Isla de los Estados.....	86
4.3 Otras islas del archipiélago fueguino.....	88
4.4 El registro mortuario del canal Beagle, Península Mitre y sectores insulares.....	91
4.5 El registro isotópico de la costa sur de Tierra del Fuego.....	95
4.6 Contexto histórico.....	107
4.6.1 La circulación de personas y alimentos.....	107
4.6.2 Bebidas.....	114
Capítulo 5: Problemas, objetivos e hipótesis.....	116
Capítulo 6: Muestras y métodos.....	124
6.1 Muestras humanas.....	124
6.1.1 Restos humanos depositados en museos.....	127
6.1.1.1. Museo del Fin del Mundo (Ushuaia).....	127
6.1.1.2. Museo de Antropología de Roma.....	130
6.1.2 Restos humanos hallados durante prospecciones y excavaciones arqueológicas.....	131
6.1.2.1 Mischiuen III.....	131
6.1.2.2 Shamakush Entierro.....	131
6.1.2.3 Imiwaia Entierro 2.....	132
6.1.2.4 Bahía Cambaceres.....	132
6.1.2.5 Isla Martillo.....	133
6.1.2.6 Caleta Falsa.....	137

6.1.2.7 Río Leticia.....	138
6.1.2.8 Bahía Crossley I.....	139
6.1.3 Calibración de los fechados radiocarbónicos.....	140
6.2 Muestras zooarqueológicas y modernas de fauna.....	145
6.2.1 Ambiente terrestre.....	146
6.2.1.1 Guanacos.....	146
6.2.1.2 Plantas.....	147
6.2.2 Ambiente marino.....	147
6.2.2.1 Pinnípedos.....	147
6.2.2.2 Aves.....	149
6.2.2.3 Peces.....	150
6.2.2.4 Moluscos.....	150
6.3 Muestras de agua.....	151
6.4 Metodología de análisis de isótopos estables.....	152
6.4.1 Extracción de colágeno y apatita ósea.....	152
6.4.2 Preparación de las muestras de agua.....	153
6.4.3 Medición de las relaciones isotópicas.....	153
6.4.4 Criterios de control de la muestra.....	155
6.4.5 Efecto Suess.....	156
6.4.6 Modelos y programas.....	158
6.4.6.1 Ecología isotópica.....	158
6.4.6.2 Variación intergrupala.....	160
6.4.6.3 Variación interindividual.....	163
Carbono y nitrógeno.....	163
Oxígeno.....	165
Capítulo 7: Resultados.....	167
7.1 Ecología isotópica.....	167
7.1.1 Muestras zooarqueológicas y modernas de fauna.....	167
7.1.1.1 Recursos terrestres.....	167
Guanacos.....	167
Plantas.....	172
7.1.1.2 Fauna marina.....	174
7.1.2 Muestras de agua.....	178
7.2 Muestras humanas.....	180
7.2.1 Criterios de control.....	180
7.2.2 Variación de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{15}\text{N}$	182
7.2.2.1 Distribución por sexo y edad.....	186

7.2.3 Composición de las dietas.....	191
7.2.3.1 Modelo 1. Consumo de recursos marinos y guanacos.....	191
7.2.3.2 Modelo 2. Consumo de recursos marinos, guanacos y plantas.....	194
7.2.4 Variación de $\delta^{18}\text{O}$	197
7.2.4.1 Distribución de $\delta^{18}\text{O}$ en relación con el sexo y la edad.....	199
7.2.5 Relación entre marcadores paleodietarios y de movilidad.....	201
7.2.6 Variaciones isotópicas por sectores geográficos.....	202
7.2.6.1 Distribución por sexo y edad.....	205
7.2.6.2 Nichos isotópicos.....	214
7.2.7 Variaciones isotópicas por bloques cronológicos.....	216
7.2.7.1 Nichos isotópicos.....	220
Capítulo 8: Discusiones.....	224
8.1 Ecología isotópica.....	224
8.1.1 Los recursos terrestres.....	224
8.1.2 Los recursos marinos.....	229
8.1.2 La línea de base $\delta^{18}\text{O}$ en fuentes de agua dulce.....	235
8.2 Variaciones isotópicas en los cazadores-recolectores del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados.....	243
8.2.1 Variación intrapoblacional.....	244
8.2.1.1 Marcadores paleodietarios.....	244
8.2.1.2 Modelos para las interpretaciones paleodietarias.....	247
Variaciones en la dieta según el sexo.....	251
Variaciones en la dieta según la edad.....	256
8.2.1.3 Marcador de movilidad.....	264
Distribución de $\delta^{18}\text{O}$ por sexo.....	270
Distribución de $\delta^{18}\text{O}$ por edad.....	271
Relación entre marcadores paleodietarios y de movilidad.....	272
8.2.1.4 Sectores geográficos.....	272
Sexo y edad.....	276
Nichos ecológicos.....	277
8.2.1.5 Cronología.....	285
Capítulo 9: Conclusiones.....	293
Bibliografía.....	299
Anexo del capítulo 7.....	383

Índice de figuras y tablas

Capítulo 2: Marco teórico-metodológico

Figura 2.1. Esquema del concepto de nicho fundamental, adaptado de Pulliam (2000).....	16
Figura 2.2. Esquema de los isótopos del carbono.....	22
Figura 2.3. Esquema de cadenas alimenticias con valores generales de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$	23
Figura 2.4. Relación entre valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta total}}$ en cerdos y ratas experimentales.....	26
Figura 2.5. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ en materia orgánica particulada y en algas bentónicas.	32
Figura 2.6. Esquema simplificado del ciclo del nitrógeno en un ecosistema terrestre.....	34
Figura 2.7. Variación en la edad del reservorio marino R	45

Tabla 2.1. Isótopos de los elementos utilizados en la tesis y sus porcentajes de abundancia natural.....	22
Tabla 2.2. Factor de discriminación $\Delta^{13}\text{C}_{\text{apatita-dieta total}}$ (‰) en cerdos según estudios experimentales.....	26
Tabla 2.3. Ecuaciones para la estimación de aguas ingeridas a partir de valores de $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ en carbonato óseo.....	27
Tabla 2.4. Factores que afectan la composición isotópica del carbono en la línea de base terrestre.....	30
Tabla 2.5. Factores que afectan la composición isotópica del carbono en la línea de base acuática.....	32
Tabla 2.6. Factores que afectan la composición isotópica del nitrógeno en la línea de base terrestre.....	35
Tabla 2.7. Factores que afectan la composición isotópica del nitrógeno en la línea de base acuática.....	37

Capítulo 3: El ambiente del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados. Ecología y paleoecología

Figura 3.1. Unidades ambientales en el sector argentino de la Isla Grande de Tierra del Fuego y áreas mencionadas en el capítulo.....	48
Figura 3.2. Bosque Magallánico en Playa Larga, canal Beagle.....	50
Figura 3.3. Turberas en Península Mitre.....	54
Figura 3.4. Bahía Valentín, costa sur de Península Mitre.....	55
Figura 3.5. Bahía Franklin, Isla de los Estados.....	56
Figura 3.6. Guanacos en el bosque. Zorro colorado.....	58
Figura 3.7. Lobos marinos en el canal Beagle.....	61

Figura 3.8. Colonia de pingüinos magallánicos en Isla Martillo, canal Beagle.....	62
---	----

Tabla 3.1. Características de los cursos de agua que desaguan en el canal Beagle y Península Mitre.....	63
---	----

Tabla 3.2. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ (‰) de las precipitaciones mensuales correspondientes a la estación Ushuaia.....	65
---	----

Capítulo 4: Antecedentes

Figura 4.1. Vista del sitio BVS 8/86.....	93
---	----

Figura 4.2. Promedio $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ ($\pm s$) de taxones analizados en el canal Beagle.....	101
--	-----

Figura 4.3. Contribución promedio de los recursos marinos, guanacos, albatros y plantas a la dieta total con un desvío estándar.....	103
--	-----

Figura 4.4. Individuos del canal Beagle, clasificados en <i>clusters</i> con dietas caracterizadas por Froehle et al. (2012).....	105
---	-----

Figura 4.5. Ilustración de bahía Yendegaia en Bove (1883).....	106
--	-----

Tabla 4.1. Valores publicados de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ expresados en ‰, de los restos óseos humanos del canal Beagle y Península Mitre.....	96
--	----

Capítulo 6: Muestras y métodos

Figura 6.1. Estructura de sexo y edad de la muestra de restos humanos.....	125
--	-----

Figura 6.2. Distribución de los sitios y localidades con restos humanos en el canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados.....	126
--	-----

Figura 6.3. Localizaciones aproximadas de los individuos procedentes de Ushuaia y alrededores, depositados en el Museo del Fin del Mundo.....	127
---	-----

Figura 6.4. Localizaciones aproximadas de los individuos procedentes de la costa norte del canal Beagle, depositados en el Museo del Fin del Mundo.	129
--	-----

Figura 6.5. Contexto de excavación del individuo B en el sitio Mischiuen III.....	131
---	-----

Figura 6.6. Shamakush Entierro.....	131
-------------------------------------	-----

Figura 6.7. Imiwaia Entierro 2.....	132
-------------------------------------	-----

Figura 6.8. Contexto de hallazgo del individuo MFM 39 en bahía Cambaceres.....	132
--	-----

Figura 6.9. Nido de pingüino sobre el sector de conchero excavado en isla Martillo.....	133
---	-----

Figura 6.10. Entierro múltiple en isla Martillo.....	135
--	-----

Figura 6.11. Cráneo del individuo 2 de isla Martillo <i>in situ</i> y vista inferior del cráneo.....	136
--	-----

Figura 6.12. Vista superior de la mandíbula del individuo 6 de isla Martillo.....	136
---	-----

Figura 6.13. Vista anterior del fémur izquierdo del individuo 7 de isla Martillo.....	137
Figura 6.14. Contexto de hallazgo del individuo en río Leticia, Península Mitre.....	138
Figura 6.15. Hemimandíbula del sitio Bahía Crossley I.....	139
Figura 6.16. Localizaciones de los individuos procedentes de la costa norte del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados.....	139
Figura 6.17. Ilustración del cálculo de ΔR con un par de muestras marinas y terrestres contemporáneas.....	142
Figura 6.18. Comparación de los ΔR calculados para los sitios del canal Beagle.....	143
Figura 6.19. Distribución de los fechados calibrados, medidos sobre restos humanos del canal Beagle y Península Mitre.....	144
Figura 6.20. Ubicación de los puntos de muestreo de aguas superficiales.....	151
Figura 6.21. $\delta^{13}C$ ‰ del CO_2 atrapado en núcleos de hielo y firn de Law Dome, Antártida.....	157
Figura 6.22. Efecto Suess Marino modelado a partir de Misarti et al. (2009).....	158
Figura 6.23. Ilustración de las elipses estándar corregidas (SEAc) y los intervalos de credibilidad asociadas a las elipses bayesianas (SEAb).....	160
Tabla 6.1. Información asociada a los individuos procedentes de Ushuaia y alrededores, depositados en el Museo del Fin del Mundo.....	128
Tabla 6.2. Información asociada a los individuos procedentes de la costa norte del canal Beagle y Península Mitre, depositados en el Museo del Fin del Mundo.....	129
Tabla 6.3. Información asociada a los individuos de la costa norte del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados, recuperados durante prospecciones y excavaciones arqueológicas.....	139
Tabla 6.4. Materiales marinos y terrestres fechados, procedentes de sitios arqueológicos del canal Beagle.....	141
Tabla 6.5. Clasificación de los individuos con fechados calibrados y relativos en bloques temporales.....	144
Tabla 6.6. Información asociada a los individuos de guanaco analizados para esta tesis..	147
Tabla 6.7. Sitio y cronología de los datos isotópicos de pinnípedos compilados para esta tesis.....	148
Tabla 6.8. Sitio y cronología de los datos isotópicos de aves compilados para esta tesis.	149
Tabla 6.9. Sitio y cronología de los datos isotópicos de peces compilados para esta tesis.....	150
Tabla 6.10. Características de los aportes hídricos de los ríos muestreados.....	152
Tabla 6.11. Concentraciones de macronutrientes en cada recurso, expresados en peso normalizado.....	165

Capítulo 7: Resultados

Figura 7.1. Distribución de los parámetros de control de calidad en las muestras analizadas de guanacos: el contenido de carbono (izq.), nitrógeno (centro) y la relación C/N (der.).....	168
Figura 7.2. Distribución de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (izq.) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (der.) de los guanacos arqueológicos y modernos de la costa sur de Tierra del Fuego.....	169
Figura 7.3. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ en restos óseos de guanacos arqueológicos y modernos, procedentes de localidades de la costa sur de Tierra del Fuego.....	170
Figura 7.4. Distribución de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en restos óseos de guanacos arqueológicos y modernos, procedentes de localidades de la costa sur de Tierra del Fuego.....	171
Figura 7.5. Nichos isotópicos de los guanacos del Holoceno tardío y ejemplares modernos de la costa sur de Tierra del Fuego, graficados con elipses estándar corregidas (SEA_c)....	172
Figura 7.6. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ (izq.) y $\delta^{15}\text{N}$ (der.) en los recursos terrestres de la costa sur de Tierra del Fuego.....	174
Figura 7.7. Distribución de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (izq.) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (der.) de la fauna marina arqueológica y moderna de la costa sur de Tierra del Fuego.....	175
Figura 7.8. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en restos óseos de fauna marina arqueológica y moderna de la costa sur de Tierra del Fuego.....	176
Figura 7.9. Nichos isotópicos de la fauna marina del Holoceno tardío y ejemplares modernos de la costa sur de Tierra del Fuego, graficados con elipses estándar corregidas (SEA_c).....	177
Figura 7.10. Comparación del área de las elipses estándar bayesianas (SEAb) para cada grupo de recursos.....	178
Figura 7.11. Distribución de los valores de $\delta^2\text{H}$ (izq.) y $\delta^{18}\text{O}$ (der.) en cuerpos de agua de la sur de Tierra del Fuego e Isla de los Estados.....	179
Figura 7.12. Valores de $\delta^2\text{H}$ (izq.) y $\delta^{18}\text{O}$ (der.) medidos en cuerpos de agua, en función de la longitud.....	180
Figura 7.13. Distribución de dos parámetros de control de calidad en las muestras humanas analizadas: la relación C/N (izq.) y el porcentaje de colágeno recuperado en relación al peso inicial de la muestra (der.).....	181
Figura 7.14. Distribución de dos parámetros de control de calidad en las muestras humanas analizadas: el contenido de carbono (izq.) y nitrógeno (der.).....	181
Figura 7.15. Distribución de los valores $\delta\text{‰}$ de los marcadores paleodietarios en la muestra total de individuos la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados. $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (izq.), $\delta^{15}\text{N}$ (centro) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (der.).....	182
Figura 7.16. Dispersión de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (izq.) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (der.) en individuos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados.....	184

Figura 7.17. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (izq.), $\delta^{15}\text{N}$ (centro) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (der.) en individuos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados.....	185
Figura 7.18. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (izq.), $\delta^{15}\text{N}$ (centro) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (der.) en individuos adultos femeninos y masculinos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados.....	186
Figura 7.19. Histograma de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (izq.) y $\delta^{15}\text{N}$ (der.) en adultos de sexo femenino o masculino.....	188
Figura 7.20. Histograma de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ en adultos de sexo femenino o masculino.....	188
Figura 7.21. Valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ en subadultos, comparados con el promedio en adultos..	189
Figura 7.22. Valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ en subadultos, comparados con el promedio en adultos.	190
Figura 7.23. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ en subadultos, comparados con el promedio en adultos.....	191
Figura 7.24. Modelo 1. Porcentaje estimado de contribución de recursos de origen marino (izq.) y los guanacos (der.) a la dieta total de los individuos.....	193
Figura 7.25. Modelo 2. Porcentaje estimado de contribución de recursos de origen marino (izq.) y los guanacos (centro) y las plantas terrestres (der.) a la dieta total de los individuos.....	195
Figura 7.26. Individuos del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados, clasificados en clusters con dietas caracterizadas por Froehle et al. (2012).....	197
Figura 7.27. Distribución de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ (VPDB) medidos en los individuos.....	198
Figura 7.28. Individuos con valores atípicos de $\delta^{18}\text{O}_c$ según diferentes métodos de identificación.....	199
Figura 7.29. Distribución de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ en adultos de sexo femenino y masculino de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados.....	200
Figura 7.30. Valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ en subadultos, comparados con el promedio en adultos...	201
Figura 7.31. Dispersión de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (izq.), $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (centro) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (izq.) en relación con valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ en individuos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados.....	201
Figura 7.32. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$ (‰) en individuos agrupados por sectores: canal Beagle y Península Mitre e Isla de los Estados.....	203
Figura 7.33. Histogramas superpuestos de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$ en individuos agrupados por sectores: Canal Beagle y Península Mitre e Isla de los Estados.....	205
Figura 7.34. Comparación de la distribución de valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, a través de diferentes categorías de sexo y edad.....	206
Figura 7.35. Comparación de la distribución de valores de $\delta^{15}\text{N}$ entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, a través de diferentes categorías de sexo y edad.....	208

Figura 7.36. Comparación de la distribución de valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (‰) entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, a través de diferentes categorías de sexo y edad.....	209
Figura 7.37. Comparación de la distribución de valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, a través de diferentes categorías de sexo y edad.....	212
Figura 7.38. Nichos isotópicos graficados con elipses estándar corregidas (SEA_c). Los números en negrita corresponden a las áreas de las elipses ($\% \text{ } ^2$).....	214
Figura 7.39. Distribuciones <i>a posteriori</i> de la probabilidad de superposición de los nichos del canal Beagle (negro, izq.) y Península Mitre e Isla de los Estados (rojo, der.).....	215
Figura 7.40. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (‰) en individuos agrupados por bloques cronológicos.....	217
Figura 7.41. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$ (‰) en individuos agrupados por bloques cronológicos.....	218
Figura 7.42. Nichos isotópicos graficados con elipses estándar corregidas (SEA_c). Los números en negrita corresponden a las áreas de las elipses ($\% \text{ } ^2$).....	221
Figura 7.43. Distribuciones <i>a posteriori</i> de la probabilidad de superposición de los nichos de los bloques temporales entre sí.....	223

Tabla 7.1. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (VPDB) en restos óseos de guanacos arqueológicos y modernos, procedentes de localidades de la costa sur de Tierra del Fuego.....	169
Tabla 7.2. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (AIR) en restos óseos de guanacos arqueológicos y modernos, procedentes de localidades de la costa sur de Tierra del Fuego.....	171
Tabla 7.3. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ (VPDB) y $\delta^{15}\text{N}$ (AIR) en plantas terrestres modernas, procedentes de localidades de la costa sur de Tierra del Fuego.....	173
Tabla 7.4. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{músculo}}$ (VPDB) en fauna marina arqueológica y moderna, procedentes de localidades de la costa sur de Tierra del Fuego.....	175
Tabla 7.5. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{15}\text{N}_{\text{músculo}}$ (AIR) en fauna marina arqueológica y moderna, procedentes de localidades de la costa sur de Tierra del Fuego.....	176
Tabla 7.6. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ (VSMOW) y $\delta^2\text{H}$ en cuerpos de agua de la costa sur de Tierra del Fuego e Isla de los Estados.....	179
Tabla 7.7. Estadística descriptiva de los marcadores paleodietarios para la totalidad de la muestra de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados.....	183
Tabla 7.8. Estadística descriptiva de los marcadores paleodietarios para la muestra de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e isla de los Estados. Se excluyen los individuos extremadamente atípicos.....	185

Tabla 7.9. Estadística descriptiva de los marcadores paleodietarios para los adultos femeninos y masculinos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados.....	187
Tabla 7.10. Modelo 1. Valores isotópicos promedio y un desvío estándar (s) en valores ‰, para los recursos marinos y los guanacos.....	192
Tabla 7.11. Porcentaje de contribución de recursos de origen marino y guanacos a la dieta total de cada individuo, según parámetros del modelo 1.....	194
Tabla 7.12. Modelo 2: valores isotópicos promedio y un desvío estándar (s) en valores ‰, para los recursos marinos, los guanacos y las plantas terrestres.....	194
Tabla 7.13. Porcentaje de contribución de recursos de origen marino y guanacos a la dieta total de cada individuo, según parámetros del modelo 2.....	196
Tabla 7.14. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ (VPDB) para la muestra de individuos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados.....	198
Tabla 7.15. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ (VPDB) en adultos de sexo femenino y masculino para la muestra de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e isla de los Estados.....	200
Tabla 7.16. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$ (‰) en el grupo del canal Beagle y Península Mitre e Isla de los Estados.....	204
Tabla 7.17. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, en diferentes categorías de sexo y edad.....	207
Tabla 7.18. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, en diferentes categorías de sexo y edad.....	209
Tabla 7.19. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (‰) entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, en diferentes categorías de sexo y edad.....	211
Tabla 7.20. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, en diferentes categorías de sexo y edad.....	213
Tabla 7.21. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (‰) en individuos agrupados por bloques cronológicos.....	219
Tabla 7.22. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ (‰) en individuos agrupados por bloques cronológicos.....	220

Capítulo 8: Discusiones

Figura 8.1. Distribución de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en guanacos del Holoceno medio y tardío de la costa sur de Tierra del Fuego.....	225
Figura 8.2. Nichos isotópicos de los guanacos del Holoceno medio y tardío de la costa sur de Tierra del Fuego, graficados con elipses estándar corregidas (SEAc).....	227
Figura 8.3. Proyecciones del nicho isotópico de guanacos de diferentes sectores de la Isla Grande de Tierra del Fuego durante el Holoceno tardío.....	229

Figura 8.4. Distribuciones <i>a posteriori</i> de la probabilidad de superposición de los nichos de los animales marinos entre sí.....	231
Figura 8.5. Ecología isotópica de la Isla Grande de Tierra del Fuego.....	234
Figura 8.6. Comparación del rango de valores de $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$ y área total de los recursos marinos y terrestres en la Isla Grande de Tierra del Fuego.....	235
Figura 8.7. Localización de los puntos de muestreo de agua dulce (sup.) y los valores de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$ en relación con la longitud (inf.).	236
Figura 8. 8. Relación entre los valores isotópicos de las muestras de agua dulce y las de las precipitaciones locales en Tierra del Fuego (sup), relación entre los valores de $\delta^{18}\text{O}$ (‰) y la longitud de muestreo de fuentes de agua dulce en Tierra del Fuego (inf.).....	238
Figura 8.9 Valores estacionales de $\delta^{18}\text{O}$ (‰) en muestras de agua de la región norte y sur, contra los que se compara la variación al interior del río Varela.....	241
Figura 8.10. Dietas estimadas para los individuos de la costa sur de Tierra del Fuego e Isla de los Estados.....	244
Figura 8.11. Consumo promedio de recursos marinos, guanacos y plantas para la mediana grupal y los individuos atípicos.....	249
Figura 8.12. Histogramas superpuestos en donde se compara la distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (sup.), $\delta^{15}\text{N}$ (centro) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (inf.) entre los adultos femeninos y masculinos de la costa sur de Tierra del Fuego.....	252
Figura 8.13. Nichos isotópicos de adultos diferenciados por sexo, de dieta proteica (izq.) y dieta total vs. posición trófica (der.).....	255
Figura 8.14. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en subadultos del canal Beagle y Península Mitre, en comparación con la media y el desvío de los adultos femeninos y masculinos.....	257
Figura 8.15. Valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰) y edad en años en los subadultos de la costa sur del canal Beagle y Península Mitre.....	258
Figura 8.16. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ (‰) y edad en años en los subadultos de la costa sur del canal Beagle y Península Mitre.....	260
Figura 8.17. Valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (‰) y edad en años en los subadultos de la costa sur del canal Beagle y Península Mitre.....	262
Figura 8.18. Estimación de las aguas bebidas ($\delta^{18}\text{O}_{\text{dw}}$) para cada individuo de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados.....	267
Figura 8.19. Comparación de las distribuciones de los valores de los marcadores paleodietarios entre el canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados, y el norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego.....	273
Figura 8.20: Nichos isotópicos de dieta proteica para el canal Beagle, litoral norte y sur de Península Mitre e Isla de los Estados y norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego, graficados con elipses estándar corregidas (SEAC).	275

Figura 8.21. Nichos isotópicos de los grupos del canal Beagle, Península Mitre e I. de los Estados en relación con los recursos.....	279
Figura 8.22. Áreas de las elipses estándar bayesianas (SEA _B) por sectores. A) Elipses construidas con $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$, B) elipses construidas con $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{15}\text{N}$	281
Figura 8.23. Áreas de las elipses estándar bayesianas (SEA _B) por sectores. C) Elipses construidas con $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{18}\text{O}$, D) elipses construidas con $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}$	282
Figura 8.24. Áreas de las elipses estándar bayesianas (SEA _B) por bloques cronológicos...	288
Tabla 8.1. Tamaño de las áreas (% ²) del polígono total (TA) y elipses estándar corregidas (SEAc).....	233
Tabla 8.2. Medidas de dispersión de los marcadores paleodietarios en adultos según el sexo.....	253

Capítulo 1: Introducción

1.1 Problemas y objetivos

Las poblaciones humanas desarrollaron múltiples formas de interacción con el mar a través de la historia (Erlandson y Fitzpatrick 2006; Bjerck y Zangrando 2016). Por lo tanto, es necesario indagar en el espectro que abarca la categoría general de “cazadores-recolectores marítimos” (Yesner 1980; Bailey y Parkington 1988). La amplitud de la dieta en estas poblaciones se relaciona con diferentes formas de distribución e inversión del trabajo, lo que a su vez permite inferir aspectos de su organización sociopolítica a diferentes niveles (Zangrando 2009). Ciertas características de las estrategias de subsistencia de las sociedades que habitaron altas latitudes geográficas con tecnología de navegación —por ejemplo, los rangos de forrajeo y el patrón de movilidad— desafían las predicciones formuladas desde los marcos de referencia ambientales y etnográficos (Horwitz 1990; Breivik et al. 2016).

La explotación de los recursos acuáticos y la ocupación de espacios costeros en Patagonia variaron en intensidad y frecuencia a lo largo del Holoceno (Borrero y Barberena 2006; Orquera y Gómez Otero 2007). Particularmente en la costa sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego, implicó estrategias flexibles de obtención de las presas que comienzan desde la captura en el intermareal y llegan hasta la navegación mar adentro (Tivoli y Zangrando 2011). Si bien las investigaciones previas han planteado una dinámica poblacional que integraba el canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados (Zangrando et al. 2009), estos sectores difieren en sus características ambientales (Ponce et al. 2011). Esto puede relacionarse con variaciones en la estructura local de los recursos, a los que se suman aspectos biogeográficos relacionados a las barreras y vías preferenciales en la circulación de las personas (Vidal 1985; Horwitz 1990; Lanata 2002; Pallo y Borrazo 2016). Considerando estas cuestiones, las comparaciones macrorregionales que se apoyan en diferentes líneas de evidencia, con sus respectivas escalas y unidades de análisis, sugieren panoramas diversos acerca de la continuidad biocultural de los grupos que habitaron estos sectores (Zangrando et al. 2009; Tessone et al. 2011; Crespo et al. 2019).

El primer problema de investigación que se plantea es la vinculación cultural entre los habitantes prehistóricos del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados. Acerca de su organización económica, es difícil determinar si la diversidad en la composición de los conjuntos zooarqueológicos y tecnológicos responde a la flexibilidad de las estrategias de captura de las presas y su disponibilidad; o si se relaciona con grupos ocupando diferentes sectores de la costa y/o especialización marítima, con un rango más acotado de estrategias (Lanata 1990). Por otra parte, la homogeneidad paleodietaria planteada desde los estudios isotópicos se basa en una muestra acotada de restos humanos, que podrían

no estar dando cuenta de la variación total en los patrones dietarios. Asimismo, a falta de un marcador isotópico que informe sobre el agua ingerida por los individuos —y que permita inferir aspectos de la movilidad— se desconoce si recursos similares están siendo explotados en territorios compartidos o diferentes. A nivel general, nos preguntamos cuánta variación hay en la explotación de los hábitats litorales, marítimos y terrestres por un mismo grupo (Schiavini 1993; Erlandson 2001), así como en la intensidad de ocupación de los diferentes sectores de la costa sur de la isla. Simultáneamente consideramos su relación con diferentes grupos cazadores compartiendo un mismo espacio geográfico (Vázquez et al. 2011) y el grado de conexión entre ellos.

Por otra parte, las poblaciones nativas que habitaban en las costas fueron rápidamente perturbadas por el inicio de las exploraciones marítimas de las naciones europeas (Bailey y Milner 2002). Pero su grado de incidencia dependió de la dinámica interna a cada sociedad (Goñi 1999) ¿Cuáles fueron las particularidades de este proceso en sociedades con un patrón de asentamiento marítimo y economía especializada? Una caracterización adecuada del impacto del contacto interétnico requiere una perspectiva de largo plazo, propia de la Arqueología: el análisis debe integrar la interacción de los grupos humanos con su ambiente, y las trayectorias de las estrategias de subsistencia previas a este período clave (Lightfoot et al. 1998). Por ello, la resolución del primer problema de investigación brindaría el panorama para dilucidar una segunda cuestión: la respuesta de los grupos nativos a la colonización europea.

Entre el primer conflicto registrado a principios del siglo XVI, hasta las expediciones y misiones del siglo XIX (Martinic 2001), es escasa la información arqueológica acerca de los posibles cambios en el estilo de vida de los habitantes de la costa sur de Tierra del Fuego. En términos de densidad artefactual, la visibilidad arqueológica de estas estrategias oportunísticas de contacto suelen ser bajas (Senatore 1999). Otra presencia foránea, como los loberos norteamericanos, se hicieron presentes desde fines del siglo XVIII con pico a comienzos del siglo XIX. Sus actividades en Isla de los Estados y posiblemente en otras islas cercanas al cabo de Hornos dejaron pocos documentos (Martinic 1987), y menos de sus interacciones con los nativos, que cronistas posteriores describirían como negativa. El final del siglo XIX y el inicio del siglo XX contrastan con los momentos previos, en cuanto los cambios suceden en un ritmo vertiginoso. Coinciden con el desarrollo de la descripción sistemática de las poblaciones nativas por expediciones científico-militares (Fiore y Varela 2009); el establecimiento de las misiones anglicanas (Martinic 2001); el proceso de ocupación formal de la región austral por parte del Estado argentino y chileno; y finalmente, la imposición de un nuevo modelo socioecómico ganadero (Bitlloch 2005). Aún en este contexto, las fuentes registran un patrón oscilatorio entre el sedentarismo y el nomadismo, que se ha observado también en otros casos del siglo XIX y XX (Spielmann y Edeer 1994; Valenzuela et al. 2019).

De estas observaciones, se deriva que desconocemos las estrategias efectivamente adoptadas por parte de los cazadores-recolectores ante este nuevo panorama. Estas podrían implicar desde cambios en la selección de recursos en su dieta y/o los parches explotados en el ambiente, con la consecuente reorganización del trabajo y otros aspectos de su sistema socioeconómico. Este o cualquier otro patrón de adaptación es difícil de detectar a través de fuentes generadas por observadores europeos durante contactos breves. El escenario habría cambiado luego del establecimiento de la misión de Ushuaia en 1869, pero aparte de los yámanas allí asentados, se mencionan visitas esporádicas por parte de algunos grupos (Martinic 2001). Incluso algunas familias, asentadas en la misión por un par de años, abandonan sus huertos y ganado para trasladarse a otros sectores del archipiélago. Los patrones dietarios podrían revelar más complejidad que una dicotomía entre tiempos pre y postcontacto (Larsen et al. 2001), con mayor variación en las respuestas de los nativos en oposición a una rápida respuesta unidireccional hacia la aculturación (Orser 2019).

Planteados estos problemas de investigación, el **objetivo general** de esta tesis es caracterizar la subsistencia y movilidad de los cazadores-recolectores del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados durante el Holoceno tardío, entre los 2500 AP hasta inicios del siglo XX. Mediante la caracterización de su nicho ecológico, se busca discutir las variaciones inter e intragrupal en las prácticas culturales relacionadas con la alimentación, y en los rangos de acción en relación con los ambientes donde se aprovisionan. El análisis tiene un eje espacial, la comparación entre restos humanos que proceden de distintos sectores costeros y las características de sus dietas. Por otro lado, el eje temporal profundiza en la comparación entre los individuos con cronologías relativas y fechados directos disponibles para evaluar cambios dietarios luego del contacto europeo. La muestra bioarqueológica comprende a 96 individuos en total, de los cuales 56 se conocen de trabajos previos. En los individuos disponibles se midieron nuevos marcadores isotópicos. En el marco de un rescate arqueológico se excavó un entierro localizado en la isla Martillo. El hallazgo de individuos, con variados artefactos asociados, permitió incrementar el escaso número de restos óseos humanos del canal Beagle con información contextual y cronológica (Tessone 2003; Piana et al. 2006). Unos 40 individuos se analizan isotópicamente por primera vez en esta tesis.

Estas preguntas se abordan mediante la realización de reconstrucciones paleodietarias y de movilidad al nivel de los individuos, con análisis de isótopos estables de carbono, nitrógeno y oxígeno sobre restos óseos humanos. Esta información se vincula tanto a la etapa de la explotación, distribución y consumo de los alimentos, como al mantenimiento de las relaciones sociales e identidades a nivel intergrupar (Ingold 1988; Mintz y Du Bois 2002), que también pueden evidenciarse en la ocupación de nichos diferentes (Barth 1976; Little 1988; Hermes et al. 2018).

Proponemos aportar nueva información a partir del registro isotópico, sobre un área geográfica donde las fuentes escritas —con la proyección de identificaciones étnicas históricas— han direccionado fuertemente las discusiones sobre los patrones de comportamiento humano en el pasado (Borrero 1997). Asimismo se complementan y enriquecen los modelos previos sobre la subsistencia de las poblaciones nativas de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados (Orquera y Piana 1999a; Zangrando 2009; Vázquez et al. 2011; Horwitz y Weissel 2011). La cuestión de la continuidad biocultural entre el canal Beagle y Península Mitre; el rango de diversidad de las estrategias de subsistencia en el pasado; y la circulación en el espacio están en continua discusión en la arqueología regional. Si la tendencia es abordada en términos de unidades discretas y aislables en un territorio es posible encontrar dificultades al examinar otros aspectos de la flexibilidad de adaptación humana, que también tiene su apoyo en configuraciones sociales dinámicas (Aguerre 2009) en permanente conexión con diversos grupos. La reconstrucción paleodietaria de los individuos, con el cambio en la escala, resolución y unidad de análisis que implica (Barberena et al. 2004) es relevante para aportar una nueva perspectiva a la discusión. La premisa más básica supone que patrones de alimentación diferentes pueden indicar grupos sociales diferentes (Twiss 2012), lo que exige modelar una tendencia central en la dieta y observaciones atípicas según parámetros que pueden ser ecológicos y económicos. El registro isotópico es capaz de detectar variabilidad dietaria al nivel de los individuos en un tiempo promediado pero acotado, por lo que resalta mejor tanto la variabilidad interna a unidades analíticas comúnmente separadas y definidas *a priori*, como reexaminar las similitudes y conexiones entre ellas (Hermes et al. 2018).

Por otra parte, el análisis de isótopos estables del carbono, nitrógeno y oxígeno que empleamos en este proyecto es una técnica que proviene de la Biogeoquímica, y sitúa a los individuos como consumidores en un ecosistema específico (Fry 2007). Este enfoque enriquece la caracterización de estas poblaciones, en sus interacciones con la naturaleza a largo plazo (Zangrando et al. 2014a). El aporte que hace esta tesis, a nivel metodológico, es la generación de una ecología isotópica local como marco de referencia (Schwarcz 1991; Binford 2001). Este marco establece la distribución natural de las relaciones isotópicas en el ambiente local. Tiene múltiples usos, entre los que se cuenta: 1) el ajuste de las reconstrucciones paleodietarias en precisión y realismo; y 2) la inferencia sobre el área de captura de las presas consumidas, complementando los resultados de los estudios zooarqueológicos (Kochi et al. 2020). El estudio de la ecología isotópica del área que se propone aquí es útil para la arqueología patagónica, ya que genera una línea de base necesaria para las comparaciones entre cazadores-recolectores marítimos en diferentes sectores. Asimismo, se incluyen los primeros análisis de isótopos de oxígeno sobre el carbonato de restos humanos en la costa sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego, junto

con mediciones $\delta^{18}\text{O}$ en aguas modernas. En conjunto, ofrecen nuevos datos sobre la movilidad de estos grupos.

En cuanto al período histórico abarcado, este pone de manifiesto la diversidad de estrategias de colonización implementadas en áreas marginales del territorio latinoamericano (Senatore 1999), y las decisiones de las poblaciones nativas en este nuevo orden social (Buscaglia 2011). En particular, el proyecto de evangelización de la misión anglicana difiere en naturaleza con el que llevaron a cabo los salesianos durante el mismo período en el norte de la Isla (Seiguer 2006; Bascopé 2016). También fue diferente la relación entre las estancias y los indígenas en el sur y el norte de Tierra del Fuego (Borrero 1994; Bascopé 2013). Atendiendo a las diferencias de escala y resolución con respecto al registro escrito y visual (Senatore y Zarankin 1996; Butto 2017; Saletta y Fiore 2018), proponemos que el registro isotópico de los individuos permite considerar un aspecto de las variaciones del proceso de contacto interétnico tardío (Casali 2008): sus efectos sobre la alimentación de las poblaciones nativas y su estado nutricional. Es un punto no menor para entender la susceptibilidad de los indígenas ante las nuevas enfermedades y la mortandad sostenida (Stannard 1991), ya que se ha sugerido que la introducción de alimentos foráneos contribuyó a este proceso (Martinic 2001; Serrano 2012). Esta es una variable importante en los modelos bioculturales del estrés, que puede ser incorporado en futuros estudios bioarqueológicos centrados en el estado de salud de las poblaciones nativas y tendencias demográficas generales (Chrzan 2013).

1.2 Organización de la tesis

La tesis comprende nueve capítulos en total, más las secciones de Bibliografía y Anexo. En este capítulo se plantearon los problemas de investigación y el objetivo general. En el siguiente, se desarrolla el marco teórico y los fundamentos de la aplicación de los isótopos estables en Arqueología. En el tercer capítulo se caracteriza el ambiente de la costa sur de Tierra del Fuego y su historia paleoambiental. Se enfatiza en los factores más relevantes en la distribución natural de los isótopos del carbono, nitrógeno y oxígeno, así como las variaciones temporales en la línea de base. En el cuarto capítulo se analizan las investigaciones previas sobre la subsistencia y la movilidad de los cazadores-recolectores del Holoceno tardío, integrando las evidencias arqueológicas y las fuentes escritas y visuales. En el quinto capítulo se analizan críticamente los antecedentes y se plantean las hipótesis a los problemas presentados. En el sexto se describen y se contextualizan las muestras humanas y zooarqueológicas a analizar. Luego se desarrolla la metodología empleada. En el capítulo 7 se presentan los resultados y el octavo se dedica a la discusión de los resultados. Finalmente, el capítulo 9 sintetiza las conclusiones de esta tesis.

Capítulo 2: Marco teórico-metodológico

El capítulo contiene cuatro secciones principales. La primera se dedica a las definiciones operativas de los conceptos principales de subsistencia, dieta, y movilidad desde el marco teórico de la ecología del comportamiento humano (Winterhalder y Smith 2000). El desarrollo de esta corriente teórica y sus principales modelos constituyen el segundo apartado del capítulo. Se hace especial énfasis en las teorías de nichos (Schoener 2009; Newsome et al. 2007), con las que abordamos la subsistencia y la interacción entre los grupos cazadores-recolectores de la costa sur de Tierra del Fuego durante el Holoceno tardío en esta tesis. El tercer apartado expone la aplicación de los isótopos estables en Arqueología. Se detalla el ciclo del carbono, del nitrógeno y el oxígeno en los ambientes marinos y terrestres. Luego, relacionamos dichos principios biogeoquímicos en la interpretación de los datos isotópicos medidos en el tejido óseo de los individuos, y al nivel de grupo como unidad de análisis. Asimismo, las enmarcamos en las teorías de nichos y los modelos etnográficos y arqueológicos. Cerramos con el cuarto apartado, reseñando el efecto del reservorio marino (MRE) en la datación radiocarbónica de los restos humanos. Tal como se plantea el problema de investigación de esta tesis, es crítico refinar la cronología para discutir los cambios dietarios, especialmente entre momentos pre y post-contacto.

2.1 Definiciones operativas

2.1.1 Subsistencia y dieta

¿Qué propuestas teóricas nos ayudan a caracterizar la diversidad de las sociedades costeras? La ecología cultural y los enfoques derivados plantean que la variación cultural es, en gran parte, producto de la adaptación a ambientes específicos. Un núcleo fundamental de estas variaciones son los atributos relacionados a las prácticas de subsistencia (Binford 1962; Steward 2006). Un concepto amplio de subsistencia refiere al conjunto de estrategias de organización y decisión para explotar los recursos que alimentan y equipan a la sociedad (Clarke [1968] 2014). En ese sentido, su análisis integra aspectos dietarios, los rangos espaciales de acción, las estrategias de organización de la tecnología y los aspectos sociales relacionados (Barberena et al. 2004). En esta tesis trabajamos con una definición más acotada de subsistencia, que abarca las formas en las que una sociedad obtiene, procesa, distribuye y consume los alimentos para mantenerse (Renfrew y Cherry 2011; Smith et al. 2014). Pero incluso una acepción más restringida reconoce una serie de actividades interrelacionadas e inseparables a la búsqueda de alimentos, entre los que sobresale el movimiento de los individuos y grupos en el paisaje (Wendrich y Barnard 2008).

Las pautas de subsistencia y movilidad son centrales en la definición de los cazadores-recolectores (Lee y DeVore 1968; Panter-Brick et al. 2001), y se han abordado conjuntamente en modelos integrados (Jochim 1976; Binford 1980; Bettinger y Baumhoff 1982). A su vez, se plantean como estructurados en función de la distribución de los recursos en el tiempo y en el espacio. De allí que autores como Bettinger (1981) no vean la necesidad de separar rígidamente entre estos aspectos y se refieran a los sistemas o estrategias de “subsistencia-asentamiento” (*subsistence-settlement system*). Pero analíticamente delimitamos la dieta como el objeto de estudio central en la tesis, y la movilidad como un aspecto separado pero inferido desde las actividades comprendidas en la subsistencia. La dieta es el núcleo del análisis porque nos centramos en el consumo de alimentos y agua, la actividad que mejor informa el registro isotópico sobre la subsistencia. La separación entre dieta y movilidad se justifica por el uso de marcadores isotópicos con diferentes ciclos en el ambiente, denominados informalmente marcadores paleodietarios (carbono y nitrógeno) y de movilidad (oxígeno). Mantener la distinción en este aspecto permite comparar las interpretaciones resultantes de cada marcador entre sí, así como integrarlas a la discusión con otras evidencias a diferentes escalas y unidades.

La dieta comprende los alimentos y las bebidas consumidas por un individuo, grupo o población durante un determinado lapso (Barberena et al. 2004; Ulijaszek 2004). Un patrón dietario caracteriza qué se come, en qué cantidad y por cuánto tiempo (Sasaki 2017), y es el objetivo inmediato de las reconstrucciones paleodietarias. El primer aspecto, el contenido, se describe a diferentes niveles o jerarquías según el objetivo y la metodología (Raubenheimer y Simpson 2016): por macronutrientes (proteínas, lípidos y carbohidratos)¹, por especies de animales y plantas que a su vez se agrupan por diversos criterios, y otras combinaciones. La mayor parte de los estudios sobre la subsistencia de cazadores-recolectores realizan determinaciones taxonómicas de los restos faunísticos y macrobotánicos, por familia, género o especie (Lyman 2002; Berihuete Azorín 2014). Algunos métodos arqueométricos, aplicados a los residuos presentes en los artefactos, pueden llegar a una resolución similar según el caso (Babot 2009; Chaile et al. 2018). En cambio, los análisis de isótopos estables en restos humanos informan sobre clases o grupos de alimentos: por ejemplo, describen las dietas como predominantemente marinas, terrestres o mixtas (Tauber 1981; Chisholm et al. 1982; Barberena 2004). También diferencian los recursos según su posición en la cadena alimentaria o trófica (Richard y Hedges 1999): entre las plantas, los animales consumidores primarios y los sucesivos.

¹ Los enfoques nutricionales tratan de estimar el contenido de la dieta en términos de macronutrientes y micronutrientes —como las vitaminas y minerales— para modelar sus efectos en la salud y la demografía (Hockett y Haws 2003; 2005).

Por lo tanto, es necesario enfatizar la naturaleza complementaria de las líneas de evidencia. Si bien los análisis isotópicos son menos detallados en cuanto a los alimentos comprendidos en la dieta, reflejan lo efectivamente asimilado por un individuo. En cambio, no necesariamente todo lo que se procesó en un molino, o se depositó en una olla fue ingerido. A la inversa puede que no todos los alimentos consumidos hayan sobrevivido a los procesos postdeposicionales, como en el caso de las plantas y los hongos. Otra cuestión fundamental es definir quién comió qué: los conjuntos zooarqueológicos suelen referirse a unidades sociales abarcativas y transgeneracionales, mientras que los estudios isotópicos parten desde el individuo y exploran cada vez más las implicancias del género y la edad en la selección de la dieta (Milner y Bailey 2002; Barberena et al. 2004; Makarewicz y Sealy 2015).

La cuantificación de la dieta no es sencilla, ni siquiera en sujetos y poblaciones modernas (Ulijaszek 2004). El empleo de medidas de abundancia (Gifford-Gonzalez 2018), o modelos matemáticos de interpretación de datos isotópicos (Phillips 2012) siempre conllevan sesgos que influyen en las cantidades estimadas. A su vez los resultados se reportan en distintas unidades: en número de individuos de animales, en calorías, o proporciones aportadas a la dieta total. Por estas cuestiones, la importancia de un recurso en la dieta suele ser en términos relativos y no en cifras absolutas. Asimismo, la pregunta de cuánto se come depende de durante cuánto tiempo y a qué momento nos referimos. Podemos pensar en diversos factores de variabilidad² a diferentes escalas temporales y sus efectos en la disponibilidad de las presas (Zangrando 2009a). Tomando un ejemplo etnográfico, se nombra *iacasí* como una época de superabundancia a la llegada del otoño, y Bridges relata que los yaganes “quedaban todo el día afuera en sus canoas arponeando pingüinos” (1952: 147). Así es como la composición de los conjuntos puede estar reflejando la disponibilidad local o estacional de ciertas especies, o actividades específicas de obtención de presas con comportamiento gregario (Tivoli 2012). En cambio, los estudios isotópicos informan sobre la dieta promedio de un individuo, durante el tiempo de formación del tejido analizado (Newsome et al. 2004).

Una estimación dietaria que representa la tendencia a largo plazo en un individuo se acerca al ideal de los nutricionistas, ya que la evaluación del balance entre ingesta y gasto energético se hace sobre un promedio. La información sobre la dieta durante lapsos cortos son poco representativos acerca de los efectos en la salud (Gibney et al. 2009). Pero para acercarnos a la dinámica de la subsistencia en el pasado, una perspectiva arqueológica necesita integrar la visión parcial que ofrece el sitio sobre el total de las actividades en un sistema de comportamiento regional (Binford 1988). Si las interpretaciones dependieran solo de las tendencias promediadas en las dietas, se

² En su argumentación en contra de la clasificación de los recursos marinos como marginales, Yesner (1987) destaca que son bastante más confiables que los recursos terrestres.

perdería un aspecto particularmente desarrollado en los humanos: la habilidad para adaptarse a ambientes con heterogeneidad espacial y fluctuaciones estacionales (Ulijaszek et al. 2012). Una visión integrada nos cuestiona constantemente cuál debería ser la escala espacial adecuada para abordar la subsistencia y la movilidad en grupos prehistóricos (Barberena 2002).

Seleccionamos una definición de dieta que parece bastante restringida, considerando la prolífica literatura que Goody (2000) clasifica como enfoques estructuralistas, simbólicos y culturales (Douglas y Gross 1981; Messer 1984; Mintz y Dubois 2002); en particular los que se dedican a los modos alimenticios o *foodways* (Marschoff 2007; Hastorf 2017). En esta perspectiva, los modos alimenticios se dan en el seno de una cultura/sociedad particular, y pueden resultar en múltiples vías de acción en torno a la identidad grupal (Schulting 2013; Twiss et al. 2015). La intención aquí no es negar los factores ideológicos presentes en la esfera de la subsistencia (Fiore et al. 2013), ni mucho menos ignorar que la etnicidad se manifiesta y se construye en los modos alimenticios (Lucy 2005). Pero nuestro problema es la continuidad biocultural entre los diferentes sectores de Tierra del Fuego, e indaga en el carácter de las conexiones entre los grupos y los habitantes. A modo de partida, los patrones dietarios son más que suficientes para caracterizar los intercambios más típicos e importantes que vinculan a todos los organismos vivos y sustancias en un ecosistema: las relaciones alimenticias (Rappaport 1985). A pesar de las dificultades que presenta la aplicación de la teoría ecológica a los fenómenos culturales, el concepto de nicho ecológico (Begon et al. 2006; Schoener 2009) presta bases empíricas interesantes para abordar la organización y las relaciones entre los grupos humanos (Barth 1976; Kirch 1982; Rappaport 1985). Este enfoque requiere describir el lugar de los seres humanos como consumidores en la red trófica y en última instancia, en el ecosistema en general (Schoeninger 1995; Newsome et al. 2007). La inquietud ya no es la identificación de los alimentos ni de la cantidad ingerida; sino cuáles son las causas y condiciones que resultan en los patrones dietarios observados. La respuesta depende del marco teórico de la Ecología del comportamiento humano, por lo que se desarrollará en dicha sección. A continuación definimos el concepto de movilidad, el cual se relaciona al objetivo propuesto en la tesis.

2.1.2 Movilidad

Si la cadena operativa de la alimentación comienza con el aprovisionamiento (Goody 2000; Hastorf 2017), debemos abordar la movilidad en los cazadores-recolectores como un medio para asegurar los recursos necesarios para la subsistencia (Cashdan 1989; Binford 2006). A su vez, la movilidad se relaciona con la organización del uso del espacio. Nos preguntamos si la diversidad de composición de los conjuntos zooarqueológicos en la costa sur de Tierra del Fuego es el resultado de grupos ocupando diferentes sectores de la

costa, con un rango acotado de estrategias; o si responde a la flexibilidad de las estrategias de captura de las presas. En otras palabras, si “estas cosas *diferentes* hallados en lugares *distintos* son componentes de un *mismo* sistema (...)” (Binford 1988: 153; cursiva en el original). En este caso nos interesa un aspecto específico de la movilidad, que es el rango: el área utilizada habitualmente por un grupo durante un período específico (Chatters 1987).

Varios modelos articulan el movimiento de los individuos, el del campamento grupal y la estructura de los recursos (Kelly 1983; Grove 2009). Uno de ellos es el continuo forrajeador-recolector (Binford 1980). Una estrategia forrajeadora moviliza con frecuencia el campamento o la base residencial, dentro de un área donde los recursos se distribuyen de manera homogénea. Pero si la distribución espacial de recursos críticos es discontinua, la solución no es la movilidad residencial. En una estrategia recolectora se invierte mayor energía en la organización de movimientos logísticos: un segmento del grupo parte a buscar un recurso puntual y retorna con él a la base residencial. Dichas estrategias no son mutuamente excluyentes, y pueden ser empleadas en proporciones diversas. La mayor parte del tiempo que pasa un individuo³ en movimiento no suele ser con el campamento en sí, sino en partidas logísticas (Kelly 2013).

En términos espaciales, estos movimientos definen áreas económicamente explotadas en torno al área núcleo residencial: un radio de forrajeo inmediatamente a su alrededor, y un radio logístico ocupado durante partidas de tareas específicas. Si se consideran lapsos determinados, como el ciclo de un año, los radios a través de sucesivas relocalizaciones del campamento suman un rango anual (Binford 1988). Desde la perspectiva isotópica, en un tejido de baja tasa de renovación como el hueso, se integra y se promedia la información relativa a la utilización de un espacio durante una escala temporal mucho más amplia. Dependiendo de la edad de muerte de un individuo, se acercaría bastante al rango que abarca durante su vida (*lifetime range*).

¿Qué tan amplios pueden ser dichos rangos? Más allá de que es un lapso que excede a los trabajos etnoarqueológicos (David y Kramer 2001), las generalizaciones sobre cazadores-recolectores costeros plantean una movilidad reducida y rangos acotados; aunque los contextos arqueológicos de Patagonia austral muestran otras posibilidades (Borrero y Barberena 2006). Las comunidades de la costa noroeste norteamericana son los ejemplos más conocidos, con un proceso de intensificación bastante diferente al que se propone para el canal Beagle (Zangrando 2009a). Por lo tanto, nos limitamos a algunas observaciones relacionadas a las tecnologías de navegación. Para estos casos se proponen patrones de asentamiento lineales (Horwitz 1990; Yesner 1980), ya que la movilidad está

³ Sería el caso de los adultos, ya que los niños suelen pasar la mayor parte del día en el entorno inmediato del campamento residencial (Binford 1988; Politis 1998). También recolectan recursos en lugares distintos a los adultos (Bird y Bird 2000).

“atada” a las costas (Fitzhugh 2002). Por supuesto, las partidas logísticas pueden extenderse hacia el interior desde la línea de costa; pero un punto importante es que los botes y/o canoas disminuyen los costos de transporte (Ames 2002) y teóricamente permiten viajes más rápidos hacia puntos distantes. De esto deriva una interesante sugerencia: *“The relatively frictionless nature of water travel led to a greater emphasis on social distance than geographic distance”* (Ford 2011: 773).

Se reconoce una zona extendida o de “visitas” que se extiende más allá de la explotación logística (Binford 1982); una zona que se encuentra dentro del radio de forrajeo y/o logístico de otros grupos. Grove (2009) enmarca dentro de la macroescala de la movilidad, a los movimientos de forrajeo hacia zonas habitadas por grupos relacionados pero distantes en el espacio. Aquí ya se incluyen conductas de regulación del acceso a la tierra (Dyson-Hudson y Smith 1978; Kelly 2013) y el mantenimiento de redes sociales (Whallon 2006). También cambia la perspectiva sobre la movilidad, como una estrategia para mitigar la impredecibilidad ambiental (Fitzhugh et al. 2011). Si bien se plantea que estos movimientos tienen una finalidad distinta a la “utilitaria”, pueden estar contenidos en la movilidad orientada a la obtención de recursos (Whallon 2006). La pregunta sería su frecuencia relativa e importancia en comparación a la movilidad residencial y logística, y se propone que responde a la variabilidad ambiental (op.cit).

Las inferencias sobre la movilidad se apoyan en múltiples líneas de evidencia, y especialmente en la macroescala se basan en clases particulares de artefactos. El registro mortuario es una de las posibilidades, porque en parte son estructuradas por las estrategias de aprovisionamiento y movilidad (Walthall 1999; Barrientos 2002; Rizzo 2013). Para ello, pueden cruzarse propiedades del paisaje bioarqueológico (Tessone 2003) con la información isotópica intrínseca a cada individuo (Hobson 2007). Hay dos puntos centrales del modelo propuesto por Walthall (1999): “si la depositación final se realiza cerca del lugar de la muerte” y “si hay poca segregación entre el lugar de depositación del cuerpo y la realización de otras actividades” (Tessone 2003: 25). Si bien la resolución espacial de los marcadores isotópicos depende del elemento, el tejido y las características ambientales (Barberena et al. 2017), la variación interindividual puede servir como una aproximación inicial a los rangos de acción. Dentro de la Isla Grande de Tierra del Fuego, casi no hay materias primas líticas identificables con una distribución que permita evaluar patrones de movilidad (Pallo y Borrazzo 2016).

Otra cuestión que justifica el abordaje isotópico desde la variación interindividual tiene que ver con los segmentos de la población en movimiento (Wendrich y Barnard 2008). Las observaciones etnográficas de Binford (1988; 2006) sobre los Nunamiut señalan que las familias pueden ser las unidades fundamentales de decisión acerca de la movilidad, por lo que no siempre es un fenómeno corporativo. En esos casos, la relocalización de un campamento consiste simplemente en la reagrupación con otro

grupo de familias ya establecidas en otro lugar. Se advierte que no hay asociaciones fijas entre personas y espacios geográficos; a menos que haya una estabilidad relativa del patrón de asentamiento (op.cit), como podría ser el caso de los lugares culturalmente construidos que atraen sucesivas reocupaciones (Haas y Kuhn 2019).

La toma de decisiones en la movilidad y el uso del espacio puede modelarse en base a una serie de supuestos; entre ellos, que la selección natural favorece individuos con un comportamiento óptimo para maximizar su aptitud reproductiva (Cashdan 1989). Con las definiciones operativas de subsistencia, dieta, movilidad y rangos, pasamos a la consideración del marco teórico.

2.2 La Ecología del Comportamiento Humano

Una observación básica es que los seres humanos podrían comer casi todo lo que ofrece la naturaleza, pero no lo hacen (Ulijaszek et al. 2012) ¿Con qué criterios seleccionan los alimentos que integran sus dietas? En general, todos los animales son más o menos selectivos en sus dietas porque no consumen los recursos en proporción directa a su disponibilidad en el ambiente (Brown 2009). Se propone que parte de la diversidad de patrones dietarios tiene una explicación funcional (Bird y O'Connell 2006): las conductas relacionadas a la obtención de los alimentos, en términos de captura de energía, tienen implicancias para la supervivencia y la reproducción de los individuos (Ulijaszek et al. 1996). Es por ello que las dietas –y de forma más integral, la subsistencia de los grupos cazadores-recolectores– están entre los temas más investigados por la Ecología del Comportamiento Humano (ECH).

La ECH es una de las subdisciplinas de la Ecología Evolutiva, y aplica sus modelos y conceptos al estudio de la diversidad del comportamiento humano (Winterhalder y Smith 2000). Se afirma que los seres humanos cuentan con una plasticidad fenotípica, realizando ajustes a corto plazo en contextos socioecológicos particulares para maximizar su aptitud reproductiva o *fitness* (Smith 2000). A lo largo de la evolución, se postula que la selección natural favoreció al comportamiento de forrajeo con capacidad de responder a condiciones ambientales cambiantes maximizando la supervivencia y el éxito reproductivo (Smith 1983; Ulijaszek et al. 2012). Estas características acordes a un diseño adaptativo permiten formular expectativas testeables sobre la conducta humana en el pasado bajo ambientes específicos.

2.2.1 La Teoría del forrajeamiento óptimo

Con respecto a la selección de la dieta, se utiliza un conjunto de modelos formales incluidos en la teoría del forrajeamiento óptimo. El supuesto clave es que los individuos realizan elecciones que maximizan su tasa de retorno en relación con el esfuerzo

invertido, usualmente medidos en energía/tiempo⁴ (Smith 1992). El objetivo es aumentar la aptitud reproductiva; esto se lograría maximizando la ingesta de energía o alcanzando los requerimientos mínimos más rápidamente, liberando el tiempo para realizar otras actividades relacionadas al *fitness* (Bird y O'Connell 2006). El modelo de amplitud de dieta postula que entre la variedad de recursos disponibles, las presas de mayor rango serán capturadas siempre que se encuentren; a medida que disminuye la tasa de encuentro con estas, las presas menos rentables se agregan a la dieta. Por lo tanto, la amplitud de dieta depende solamente de la abundancia de los recursos de mayor rango respecto de su rendimiento energético. El modelo de selección de parches afirma que los recursos se distribuyen de manera heterogénea en el espacio. Entonces, predice que estos "parches" serán explotados dependiendo de las tasas de retorno potenciales, lo que incluye el costo de procesamiento de las presas y el tiempo de viaje entre parches (Winterhalder 1981; Bird y O'Connell 2006).

Una de las críticas dirigidas a estos modelos es el reduccionismo: la articulación entre las conductas individuales y las dinámicas poblacionales es una cuestión elusiva en las investigaciones sobre la obtención de los alimentos (Girauldeau y Caraco 2000). La teoría del forrajeamiento óptimo no pretende dar cuenta de todas las interacciones sociales y constreñimientos que estructuran las decisiones sobre las dietas, y se reconoce la necesidad de articular con otras herramientas (Smith 1983). Para abordar las interacciones entre poblaciones coexistentes en una comunidad, hay un concepto más adecuado para un nivel de organización mayor: el nicho ecológico (Begon et al. 2006; Schoener 2009).

2.2.2 El nicho

Puede decirse que el concepto de nicho es para la Ecología, lo que es la cultura para la Antropología. Con más de una definición –lo que genera debates en sus aplicaciones– es el puente necesario entre áreas cada vez más especializadas de la Ecología (Chase y Leibold 2003). Su utilidad fue cuestionada más de una vez e incluso se propusieron conceptos alternativos (Griesemer 1992); pero varios de sus alcances y limitaciones se reivindicaron con el desarrollo de nuevas técnicas y análisis de datos (Newsome et al. 2007; Soberón y Nakamura 2009). Las respuestas a cómo interactúan los organismos entre sí y cómo pueden coexistir recurren al concepto de nicho (Levins 1968), y son preguntas que interesan también a los antropólogos por igual. Un primer acercamiento sobre los nichos en la Antropología y Arqueología revela diferencias entre

⁴ Si bien los alimentos se miden y se ordenan según la energía que proporcionan, pueden presentarse situaciones en las que los recursos no son perfectamente sustituibles entre sí caloría por caloría, sino que son parcialmente complementarios. Entonces, también se debe prestar atención a las combinaciones de los distintos macronutrientes en las dietas. (Hill 1988, Hockett y Haws 2003, 2004, Raubenheimer *et al.* 2009)

las definiciones adoptadas (Hardesty 1972), y consecuentemente tratan fenómenos a escalas y unidades variables. Las aplicaciones del nicho son más difíciles de examinar, dado el complejo panorama que presenta el concepto en su ámbito original. De hecho Broussard y Young (1986: 263) citan a uno de los teóricos fundamentales del nicho ecológico, apuntando a las dificultades para describirlo en el mundo humano:

Hutchinson (1965: 78) noted, 'When we try to approach the ecological niche of man, we find immediately a number of peculiarities.' He stopped there, essentially without elaboration.

Es necesario comparar las definiciones del nicho ecológico (Griesemer 1992; Chase y Leibold 2003; Schoener 1989, 2009) para evaluar los alcances y limitaciones sobre las interacciones sociales que estructuran las decisiones sobre las dietas.

Se toma a Joseph Grinnell (1917) como el fundador del concepto de nicho, en el sentido del **hábitat** con los factores abióticos y bióticos asociados que requiere una especie para sobrevivir (Leibold 1995). Sus inquietudes se dirigieron hacia la relación entre la geografía, la ecología y la distribución de las especies. Es por eso que esta noción tiene relevancia en los estudios biogeográficos actuales, especialmente en la evaluación de los cambios climáticos y su impacto en la distribución de las especies (Wake et al. 2009). En cuanto a las interacciones entre organismos, en trabajos previos planteaba que dos especies con los mismos hábitos alimenticios probablemente no perdurarían en equilibrio durante largo tiempo en la misma región (Grinnell 1904 en Griesemer 1992: 234). En términos generales, expresa que dos especies establecidas en una fauna⁵ no tienen exactamente las mismas relaciones de nicho (Grinnell 1917). Esta observación se desarrolla más adelante con otros ecólogos en el principio de la exclusión competitiva (Hardin 1960).

La definición planteada por Grinnell es el que inspira a las técnicas de modelado del nicho ecológico⁶ en la Arqueología⁷. Estas sintetizan información sobre el paisaje, la ecología y el ambiente –planteados como factores limitantes– en un lapso determinado, junto con la ubicación de los sitios prehistóricos (Banks et al. 2006). Así se busca evaluar la respuesta de las poblaciones humanas ante fluctuaciones climáticas. Por ejemplo, D'Errico

⁵ Contenido de todos los grupos de animales presentes en un sitio determinado (Sarmiento 2001).

⁶ También se discute que si el modelo no incorpora el resultado de la interacción entre el organismo y los ambientes en términos de fitness, corresponde más bien a un modelado del hábitat (Kearney 2006).

⁷ Otra aplicación más conocida es la Teoría de construcción de nicho. Si bien no lo encontramos en términos explícitos, su título estaría discutiendo esta misma definición en cuanto postula que los humanos persistentemente actúan sobre el ambiente, modificando las presiones selectivas externas (Riede 2019).

(2017) sostiene que la cultura arqueológica Howiesons Poort fue capaz de ampliar su nicho ecológico hacia zonas más áridas de Sudáfrica, gracias a una tecnología flexible y su técnica transmitida por emulación. A partir de allí concluye que la incorporación de nuevos nichos no implicó la aparición de nuevas especies humanas, sino procesos de exaptación cultural.

Posteriormente Charles Elton (1927: 63) plantea que el nicho de un animal “es su lugar en el ambiente biótico, su relación con los alimentos y los enemigos”. Asimismo lo presenta como una subdivisión más fina de las clasificaciones de carnívoros, herbívoros, etc., para dar definiciones más precisas y detalladas de los hábitos alimenticios de los animales (op.cit: 64). Esta definición suele identificarse con el sentido **funcional** del nicho (Chase y Leibold 2003; Wake et al. 2009), enfocado en el rol de una especie – particularmente su nivel trófico– y su impacto en el ambiente. Por ejemplo, los humanos impactan en el ecosistema cuando sobrexplotan recursos de alto nivel trófico, desatando una serie de consecuencias inesperadas (Pauly et al. 1998; Post 2002). Otras revisiones enfatizan las similitudes con el trabajo de Grinnell, en cuanto ambos plantean el nicho como un lugar o “hueco” a ser ocupado en el ambiente (Schoener 1989; Griesemer 1992). No obstante, Elton propone analizar la organización de los ecosistemas a partir de los nichos, la cadena alimenticia y los “ciclos” alimenticios como combinaciones de cadenas, entre otros principios.

Una de las aplicaciones pioneras y explícitas del nicho en Antropología es el trabajo de Barth (1956) en el noroeste de Pakistán. Para explicar la distribución de tres grupos étnicos (Pathanes, Kohistanis y Gujars) examina “el lugar del grupo en el ambiente total y sus relaciones con los recursos y los competidores” (op.cit: 1079). Sus propuestas más interesantes son acerca de los factores que permiten la coexistencia entre grupos étnicos; relacionada a la distribución de los diferentes nichos ecológicos que cada grupo es capaz de explotar con su organización económica y política. Otra aplicación más centrada en la dieta es el de Naito et al. (2016), el cual compara las posiciones tróficas entre tres predadores: los Neandertales del sitio Spy, las hienas y los lobos. A partir de los análisis isotópicos sobre aminoácidos infieren que los Neandertales y las hienas ocupan diferentes nichos ecológicos, sin entrar en competencia directa por las mismas presas. Esta característica, más la estimación del consumo de plantas, les permite sugerir estrategias más cercanas a la caza-recolección que el carroñeo para estos homínidos.

Las revisiones coinciden en que George E. Hutchinson (1965) introduce un cambio importante, estipulando descripciones cuantitativas del nicho ecológico. Cada variable o condición ambiental –como podrían ser la temperatura, el monto de las precipitaciones o el tamaño de los alimentos ingeridos– representan una *dimensión* del nicho ecológico de un organismo. Típicamente se representan como los ejes de un gráfico de coordenadas (Schoener 2009). De allí que se describa teóricamente al nicho como un **hipervolumen**

multidimensional, ya que una especie es capaz de persistir en determinados rangos y combinaciones de tantas dimensiones como puedan definirse en la naturaleza. Para Hutchinson es una **abstracción** que resume las condiciones y recursos necesarios para un individuo o una especie, para realizar su modo de vida (Begon et al. 2006). Entonces, una segunda contribución fundamental es que el nicho no sería el lugar o función a ser “llenado” en el ambiente –en el sentido de Grinnell y Elton– sino que es una propiedad de la especie o población (Colwell y Rangel 2009). En otras palabras, las características del organismo en cuestión definen las dimensiones relevantes del nicho (Pulliam 2000): por ejemplo, la intensidad de la luz no sería una dimensión directamente crítica en los humanos si nos comparamos con las plantas.

Otra noción incorporada es la competencia, con la distinción entre el nicho fundamental y el efectivo. El primero se refiere a la porción del nicho donde se satisfacen los requerimientos de la especie (Figura 2A y B). Pero una especie no suele utilizar todo el nicho fundamental, sino que persiste en una porción más pequeña (Pulliam 2000). Como resultado de la exclusión competitiva, el nicho realizado es 1) la porción que no se superpone con el nicho fundamental de otra especie en competencia por los mismos recursos sumado a 2) la porción que sí se superpone pero es capaz de persistir. Por lo tanto, el nicho efectivo se define en relación con otras especies. Y si los nichos realizados no se superponen entre sí, organismos similares que coexisten en un mismo espacio deberían diferenciarse en alguna dimensión de su nicho ecológico.

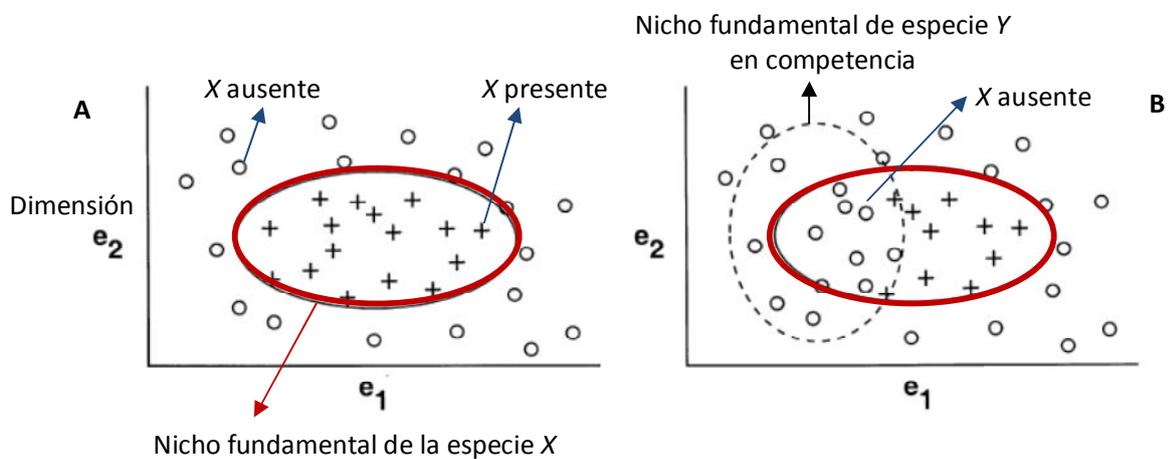


Figura 2.1. Esquema del concepto de nicho fundamental, adaptado de Pulliam (2000). e_1 y e_2 corresponden a condiciones ambientales, en este caso dimensiones, en donde la especie X persiste (marcado con cruces). Fuera del nicho fundamental (elipse roja), la especie está ausente (círculos). El gráfico A describe el concepto de nicho para Grinnell: en donde se satisfacen los requerimientos, X sobrevive y se reproduce. En el gráfico B se

observa el nicho efectivo en términos de Hutchinson: X ocupa un área menor del nicho fundamental cuando compite con otra especie Y.

Retomando la pregunta inicial –cómo pueden coexistir especies similares entre sí– Hutchinson propone buscar las dimensiones en las que se diferencian sus nichos realizados. Griesemer resume las críticas sobre la circularidad de dicho argumento (1992: 237): “*if species coexist and one resource dimension indicates too much overlap to permit coexistence, perhaps two resource dimensions will separate them; if two will not do, try three*”. Esto nos lleva a considerar dos referentes más acerca del nicho ecológico. MacArthur y Levins (1967) plantean que hay un límite a la similitud ecológica entre especies coexistentes (Schoener 2009), y se mide en términos de la superposición del nicho con relación a su amplitud (Colwell 1992). En lo que se conoce como la teoría moderna del nicho, se estimuló el estudio de parámetros del nicho como sus dimensiones, su amplitud y la superposición (Levins 1968) como medidas del grado de competencia (Chase y Leibold 2003). Este esfuerzo plantearía nuevas preguntas, acerca de cuánto tienen que separarse los nichos para permitir la coexistencia (Diamond 1978).

Una observación más inquietante que la aparente circularidad se denomina como “el fantasma del pasado competitivo” (Law y Watkinson 1989). La ausencia de competencia entre especies en el presente puede ser consecuencia de que la competencia ya operó en el pasado, favoreciendo la diferenciación en los nichos; por lo que no sería posible distinguir entre ambas situaciones. Aunque para la Arqueología esta cuestión sería menor, si se resuelve con la comparación diacrónica de los nichos.

Cómo interactúan los organismos entre sí plantea otro tipo de problema. Se critica que el nicho de Hutchinson estimuló un foco casi exclusivo sobre un tipo de interacción ecológica, la competencia (Law y Watkinson 1989; Schoener 2009). A medida que se cuestionaba la competencia como el factor principal que estructuraba las comunidades (Curtis y Barnes 1997), el nicho cayó en desuso después de su pico entre los años ‘60-‘70 (Chase y Leibold 2003). Ese mismo período parece coincidir con cierta atracción en explorar los alcances del nicho en Antropología y Arqueología (Geertz 1963; Flannery 1965; Rappaport 1968; Barth 1969; Hardesty 1972, 1975). Parte del interés se centró en definir el grado de superposición tolerable entre los nichos de diferentes grupos. Por lo que además de la competencia⁸, se examinaron los mecanismos que lo evitan; como la heterogeneidad espacial, la especialización y la variación interindividual (Love 1977).

⁸ La competencia no siempre implica interacción directa entre los individuos, que en cuyo caso se denomina como interferencia. En la explotación, un individuo resulta afectado porque dispone solo de la cantidad remanente de un determinado recurso que ya fue consumido por otros. La intensidad de la competencia depende del nivel disponible de los recursos en cuestión y de la cantidad requerida (Begon et al. 2006).

De una manera u otra, la referencia a grupos diferentes remite a las variaciones culturales en torno a la idea de etnicidad. Mencionamos la variación en los conjuntos zooarqueológicos como una posibilidad de que grupos con diferentes estrategias de subsistencia ocupen diferentes sectores de un espacio geográfico (Vázquez et al. 2011). Entonces, es útil retomar una adaptación del concepto de nicho en el mundo humano en relación a la etnicidad, como otro factor estructurante en las decisiones sobre las dietas. Tradicionalmente se define a un grupo étnico por compartir valores culturales fundamentales, cuyos miembros se autoadscriben y a su vez son identificados por los otros. No obstante, Barth (1976) señala que el contenido cultural del grupo étnico no debería ser la característica primaria bajo el foco de estudio; porque se propende a identificar el inventario de rasgos de los cuales son portadores los grupos. Dichos rasgos exhiben tanto los efectos de la ecología y la adaptación al medio, como la cultura transmitida. Para este autor, el interés está en la naturaleza de los límites de los grupos étnicos: no en un sentido estrictamente normativo, sino en la estructura de interacción entre grupos que permite la persistencia de la diferencia cultural. A su vez dicho límite es de naturaleza fundamentalmente social, que puede tener o no su expresión territorial. En general, los modos de vida –entre los que cuenta la forma de alimentación– es uno de los contenidos culturales que pueden marcar las dicotomías étnicas, porque dicho proceso de definición tampoco es arbitrario o infinitamente flexible. Tiene que basarse en la experiencia cotidiana para perpetuarse (Lucy 2005; Smith 2008). Suponiendo que estamos observando a grupos distintos en base a su distribución geográfica por sectores, podríamos detectar entre diferentes situaciones de articulación entre sus nichos, que oscilan entre la diferenciación completa y la competencia parcial (Barth 1976). Esta adaptación del concepto de nicho requiere aclarar una serie de cuestiones.

1) *¿A qué unidades de análisis corresponden los nichos a analizar?*

En la reseña mencionamos principalmente a las especies, pero es perfectamente aplicable a poblaciones de una especie y a los individuos (Bolnick et al. 2003). La intención aquí es aplicarlo a subconjuntos de una población. El grupo es una unidad intermedia entre el individuo y la comunidad más inclusiva en términos antropológicos; constituye el núcleo de relaciones sociales en el que interactúan los individuos y afecta al rango de opciones disponibles para actividades, como la obtención de alimentos (Zvelebil y Weber 2012; Fuentes 2016). Dicha clasificación no tiene un fundamento biológico como las diferencias morfológicas, porque corresponde a potenciales grupos étnicos clasificados por sectores geográficos. Incluye a las propuestas de Hardesty (1975) y Rappaport (1985), en el que los grupos se distinguen por su relación con los recursos explotados.

Algunas posturas cuestionan que las diferencias étnicas sean una aproximación adecuada para explicar la variabilidad arqueológica, por definir unidades *a priori* (Binford

2001: 39). Estas discusiones son sumamente pertinentes para cazadores-recolectores. Por ejemplo, Wobst (1978) criticaba la equiparación de variaciones espaciales con unidades sociales distintivas, ya que la naturaleza discontinua del registro arqueológico facilitaba la separación y delimitación de unidades internamente homogéneas. Asimismo, especialmente para las poblaciones de altas latitudes, Binford (1988) plantea el ciclo humano del uso de la tierra. Diferentes actividades tienen lugar en espacios distintos y sus correlatos materiales no tienen por qué relacionarse con grupos con diversas identidades étnicas. Citamos una observación etnográfica muy ilustrativa al respecto, con fines comparativos:

“los cazadores de caribú no se sintieron confundidos cuando vieron que su principal recurso de alimento había desaparecido (...) Algunos se dirigieron al curso alto del río Colville y se dedicaron a preparar provisiones de pescado; otros, empezaron a competir con los indios athapaskan, intentando acceder a otro rebaño de caribúes (...) incluso algunos se dirigieron hacia la costa y se dedicaron a la caza de focas. No tuvieron necesidad de aprender ninguna de estas estrategias alternativas, pues ya conocían y habían experimentado todas las estrategias fundamentales de subsistencia que practicaban sus vecinos y podían ejecutarlas perfectamente bien. Pero la forma de llegar a conocer estas otras opciones fue a través de la *movilidad* (...)” (Binford 1983: 222-223; cursiva en el original).

No obstante, en esa breve referencia, se menciona la competencia entre los Athapaskan y los Nunamiut de la zona central de Alaska por los rebaños de caribúes. En situaciones de crecimiento demográfico, podría haberse estimulado la competencia por recursos y localidades particulares para la extracción de recursos entre grupos con diferentes formas de movilidad (Zangrando 2009b). En contextos donde hay alta redundancia en la ocupación de los sitios, puede ser relevante explorar una dimensión de la etnicidad que excede al carácter subjetivo de las construcciones sociales sobre la identidad (Ucko 2003); la etnicidad como un modelo de interacciones intergrupales (Barth 1956) que organiza la explotación de nichos diferenciados para incrementar la eficiencia energética (Rambo et al. 1988). La adaptación a diferentes ambientes puede ser un principio inicial de diferenciación que luego se refuerza en relaciones estructuradas entre grupos (op.cit).

Entonces, sostenemos que los nichos ecológicos a nivel de grupo son una vía efectiva para abordar las variaciones en la subsistencia. Binford (2001: 39) también plantea que una de las formas en que la cultura contribuye a la adaptación es reduciendo la incertidumbre acerca de los comportamientos de otros actores humanos; y puede basarse en “señales culturales” totalmente arbitrarias. Si la etnicidad permitía proyectar cierto rango de conductas esperadas para diferentes grupos, por mantener nichos

diferenciados, tiene sentido explorar esta categoría con relación a la subsistencia. Por ejemplo, la caracterización de los nichos ecológicos de los grupos cazadores-recolectores de la costa sur de Tierra del Fuego aporta a la pregunta sobre la antigüedad de las configuraciones culturales etnográficas (Borrero 1997). Podemos preguntarnos si los grupos de individuos procedentes de diferentes sectores geográficos, diferenciados en los mapas y las fuentes etnográficas, se diferencian en sus nichos ecológicos en los conjuntos bioarqueológicos de los mismos sectores.

2) ¿Cuáles son las dimensiones relevantes de los nichos que permiten diferenciar a los grupos humanos?

Es una de las mayores dificultades en la aplicación del concepto de nicho, ya que no todas las dimensiones pueden ser ordenadas en forma continua. Se distinguen entre ejes relacionados al hábitat –por ejemplo, distancia a la costa–, y otros relacionados al consumo de los recursos (Newsome et al. 2007). La determinación de algunas categorías de alimentos, como los de origen marino/terrestre, nos informa simultáneamente sobre el uso del hábitat (Barberena et al. 2004). Otra dimensión muy utilizada es la posición trófica de los recursos consumidos (Maschner et al. 2009). En relación a estos, la caracterización de los humanos puede oscilar entre consumidores secundarios hasta depredadores tope (Binford 2001). Esto diferencia a los grupos por su impacto en el uso de los recursos (Erlandson et al. 2009; Bonhommeau et al. 2013). De forma más indirecta también distingue a los grupos por su rango de acción y el uso del hábitat, porque a mayor nivel trófico hay menor biomasa disponible; lo que requiere cubrir un territorio extenso para satisfacer los requerimientos energéticos (Grove 2014).

Las dimensiones del hábitat se describen en términos de gradientes como la aridez, la altitud, y la edad de los substratos geológicos, entre otros (Newsome et al. 2007). El rango de movilidad de un grupo es relacionado con un intervalo en dichos ejes. Los efectos de la competencia se evitan o se reducen a través de la dispersión (Amarasekare 2009). Si las dietas de grupos que habitan un área son similares en su composición, es posible que la coexistencia dependa de un uso diferenciado de ciertos sectores. Por supuesto no impide el contacto y migración de individuos –por ejemplo, entre unidades que Weber et al. (2011) denomina microrregiones del Baikal– pero pueden aparecer asimétricos en tiempo y dirección, aun en ausencia de barreras geográficas evidentes. En un modelo alternativo acerca del uso de la tierra y las relaciones intergrupales, se menciona la territorialidad pasiva (Kelly 2013). Si los recursos tienen fluctuaciones similares para diferentes grupos –lo que es más probable a escalas espaciales meso (Dincauze 2000) – los grupos tienden a permanecer en un determinado territorio y no necesitan moverse fuera de él.

3) ¿Cómo determinar e interpretar las características del nicho ecológico?

Los análisis de isótopos estables tienen el potencial de describir cuantitativamente las dimensiones del nicho ecológico, porque los valores de $\delta^{18}\text{O}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en los tejidos de un organismo reflejan los recursos consumidos y los hábitats recurrentemente utilizados. La posición de los individuos según estos valores en un diagrama de dispersión constituye el **nicho isotópico** (Newsome et al. 2007) a nivel de grupo o población (Jackson et al. 2011; Syväranta 2013). A partir de allí se puede visualizar y calcular distintas características del nicho isotópico como su posición, amplitud y grado de superposición entre diferentes grupos. Si bien no representa directamente al nicho ecológico (Flaherty and Ben-David 2010) por razones que desarrollaremos más adelante, nos permite hacer inferencias sobre el mismo y especialmente, comparaciones estandarizadas de los nichos entre grupos. Por ejemplo, la amplitud del nicho isotópico medido con marcadores paleodietarios nos informa sobre la variedad de los recursos consumidos por una comunidad (Hermes et al. 2018; Miller y Makarewicz 2019).

La superposición de nichos isotópicos en economías agrícolas se lo ha interpretado como tradiciones culinarias similares, o participación en cultivos confinados en áreas pequeñas de captación de recursos (Hermes et al. 2018). Si se agregan comparaciones temporales, un decrecimiento en la superposición puede ser efecto de la incorporación de nuevos alimentos (Miller y Makarewicz 2019). A pesar del énfasis que marcamos sobre la competencia, la superposición de los nichos isotópicos entre grupos no necesariamente implica interacciones competitivas (Zalewski et al. 2014). Para complementar, una última alternativa que incluimos en la interpretación de los nichos isotópicos grupales es la variación interindividual. Si tomamos como analogía los modelos de competencia intraespecífica (Araujo et al. 2011), a menor disponibilidad del recurso de mayor ranking es de esperar mayor variación interindividual en las dietas al incorporar diferentes recursos alternativos; la distribución de los individuos en el espacio isotópico no sería homogénea (Newsome et al. 2012). Posiblemente no se discute la posibilidad de competencia en contextos arqueológicos porque es necesario tener información también sobre la densidad poblacional. No obstante, para una economía extractiva como se define a la caza-recolección, es importante pensar en esa forma de interacción sobre recursos bajo presión antrópica.

En resumen, el nicho isotópico como herramienta analítica sirve para evaluar la variación interindividual e intergrupala de los nichos ecológicos humanos. Una diferencia con los modelos de forrajeamiento óptimo más utilizados es que integran información sobre la dieta y el rango de acción en forma simultánea, para evaluar comportamientos de maximización del *fitness*. Asimismo, se pueden formular expectativas sobre las características del nicho isotópico en relación a las interacciones sociales. Para generar dicho modelo es necesario saber qué isótopos miden las dimensiones de interés del nicho

ecológico, conocer su distribución en la naturaleza y comprender cómo se asimilan en los consumidores. Estos principios son fundamentales para entender los alcances y limitaciones del nicho isotópico, porque no representa por completo las sutiles variaciones de los nichos ecológicos de los organismos en la naturaleza. Cada uno de estos aspectos se desarrolla en la sección siguiente.

2.3 Isótopos estables en Arqueología

Los isótopos son átomos de un elemento con el mismo número de protones y electrones, que difieren en el número de neutrones en el núcleo. Por ejemplo, el 98,89% del elemento carbono (C) en la naturaleza se encuentra como el isótopo estable ^{12}C . Tiene 6 electrones orbitando alrededor de un núcleo con 6 neutrones y 6 protones. El 1,11% restante del carbono se halla como ^{13}C ; por tener un neutrón más en el núcleo es más pesado que el ^{12}C (Figura 2.2). En el caso del nitrógeno (N), la abundancia de los isótopos estables ^{14}N y ^{15}N es de 99,63% y 0,37% respectivamente. El oxígeno (O) tiene tres isótopos estables: ^{16}O , ^{17}O y ^{18}O (Tabla 2.1).

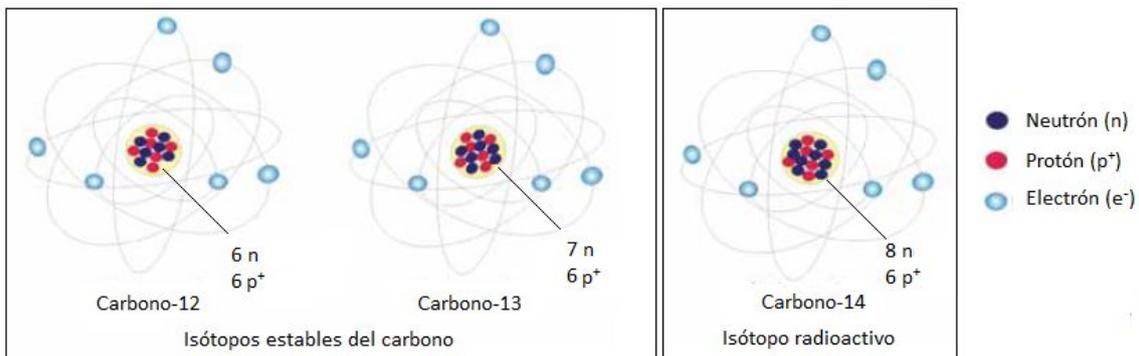


Figura 2.2. Esquema de los isótopos del carbono. Modificado de Ricciardelli y Paso Viola (2012).

Elemento	Isótopo	Abundancia (%)
Carbono	^{12}C	99,89
	^{13}C	1,11
Nitrógeno	^{14}N	99,63
	^{15}N	0,37
Oxígeno	^{16}O	99,76
	^{17}O	0,04
	^{18}O	0,20

Tabla 2.1. Isótopos de los elementos utilizados en la tesis y sus porcentajes de abundancia natural. Los más abundantes en la naturaleza son los isótopos livianos. Fuente: Meier-Augenstein (2018).

En cuanto a sus propiedades, se denominan estables porque no decaen, a diferencia de los isótopos radioactivos como el ^{14}C . El comportamiento químico de dos isótopos estables es cualitativamente similar. Pero la diferencia en la masa del núcleo hace que el comportamiento físico sea cuantitativamente diferente. Como hay una diferencia en las tasas de reacción de los isótopos, se genera un fenómeno denominado discriminación⁹: el producto de una reacción no tiene la misma composición isotópica que los sustratos iniciales (Fry 2007; Sulzman 2007). Conociendo las composiciones isotópicas de distintos sustratos (por ejemplo, clases de alimentos) se puede identificar su aporte en un producto (como podrían ser los tejidos de un organismo). Las relaciones isotópicas en una muestra se expresan como desviación isotópica¹⁰ con la letra δ (Bond y Hobson 2012).

Los análisis de isótopos estables permiten hacer inferencias sobre la dieta porque reflejan el promedio de los alimentos y líquidos asimilados por un individuo durante un lapso, que depende del tipo de crecimiento y la tasa de renovación del tejido analizado. Las observaciones sobre los rangos de acción dependen, en gran parte, de la variación y estructura espacial de las relaciones isotópicas del elemento en el ambiente (Bowen et al. 2005; Hobson 2007). Hay una diferencia cuantitativa sistemática entre las relaciones isotópicas del carbono y el nitrógeno en el tejido y la relación isotópica de los componentes de la dieta (DeNiro y Epstein 1978, 1981; Ambrose 1993; Phillips 2012). La discriminación isotópica se produce por los procesos físicos y químicos que median entre la digestión y la asimilación de los macronutrientes. Este factor es una variable fundamental y varía según las especies, tejidos y dietas (Wolf et al. 2009). A pesar de ser una variable fundamental, no es fácil estimar su magnitud y se ha señalado que es el vínculo más débil entre la teoría de los isótopos y su aplicación en las investigaciones ecológicas (Bond y Diamond 2011).

En el caso del oxígeno, los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en el mineral óseo están fuertemente correlacionados con la composición isotópica del reservorio de agua corporal. Una de las

⁹ La diferencia entre los valores δ de un consumidor y su presa, o entre tejidos, se denomina **factor de discriminación** y se representa con la letra Δ (un ejemplo es $^{15}\text{N} = \delta^{15}\text{N}_{\text{consumidor}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{presa}}$). El factor de discriminación aplica a procesos biológicos que abarcan múltiples pasos bioquímicos (por ejemplo, la digestión y la síntesis de tejidos). En cambio, **factor de fraccionamiento** es el término que describe el cambio en la composición isotópica entre un sustrato y el producto en un solo paso físico-químico, como la diferencia en los valores de $\delta^{18}\text{O}$ entre una masa de agua y el vapor resultante (Hobson y Bond 2012; Samec et al. 2019).

¹⁰ Indica en cuánto se desvía la relación entre isótopos pesados/livianos (R) de la muestra analizada con respecto a la misma relación en un patrón internacional definido. Se calcula como:

$$\delta^{j/i} = \frac{(j\text{X}/i\text{X})_{\text{muestra}} - 1}{(j\text{X}/i\text{X})_{\text{standard}}}$$

^jX es el isótopo pesado (por ejemplo, ^{15}N) y ^iX el isótopo liviano (^{14}N). Como el resultado es un número muy pequeño, se lo multiplica por 10^3 en la notación per mil (‰) para facilitar la lectura (Coplen 2011; Samec et al. 2019).

fuentes principales que contribuye a este reservorio es el agua ingerida: tanto el que se bebe, como el agua contenido en los alimentos sólidos. (Luz et al. 1984; Luz y Kolodny 1985). Por ello el $\delta^{18}\text{O}$ del agua corporal varía linealmente con el valor promediado de $\delta^{18}\text{O}$ de las precipitaciones locales, las que en última instancia recargan los cuerpos de agua de los que se bebe (Longinelli 1984; Ehleringer et al. 2015). Si se conoce la distribución espacial de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en el área bajo estudio, se puede distinguir entre individuos de origen local y no local (Montgomery et al. 2009).

Los tejidos más comúnmente analizados son los huesos y los dientes. El hueso se remodela continuamente pero lentamente y registra tendencias dietarias a largo plazo, aproximadamente los últimos 10 años de vida de un individuo como mínimo o un lapso mayor (Hedges et al. 2007). En el caso de los dientes, la calcificación comienza desde la corona hacia la raíz y el esmalte deja de ser metabólicamente activo luego de su formación. Esto posibilita la comparación de la señal isotópica entre distintos dientes que retienen la composición isotópica de las primeras etapas de la vida (Sealey et al. 1995; Dalerum y Angerbjörn 2005).

Las relaciones isotópicas más utilizadas en Arqueología son las del carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), nitrógeno ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$), oxígeno ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$), azufre ($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$) y estroncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), porque las características de su ciclo biogeoquímico permiten examinar temas de interés en la Arqueología: dieta, uso del hábitat, relaciones tróficas, migraciones, entre otros (Koch 2007). En términos biológicos, estos temas se sintetizan como las dimensiones del nicho ecológico del organismo o población bajo estudio. Las relaciones isotópicas del carbono indican la vía fotosintética de las plantas que están en la base de la red alimenticia (Figura 2.3). Las del nitrógeno reflejan la posición trófica de un organismo en dicha red (Post 2002). Ambos elementos se utilizan para estimar la ingesta de proteínas de origen marino y terrestre (Chisholm y Schwarcz 1982; Ambrose et al. 1997; Harrison y Katzenberg 2003; Newsome *et al.* 2004; Froehle et al. 2012, entre otros). Las relaciones $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ en bioapatita dependen de la composición del agua ingerida, la humedad y en algunos vertebrados terrestres, de la dieta (Kohn y Cerling 2002). A su vez, el ciclo hidrológico se estudia con la relación $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ porque el oxígeno-17 es mucho menos abundante en la naturaleza (IAEAa 2000).

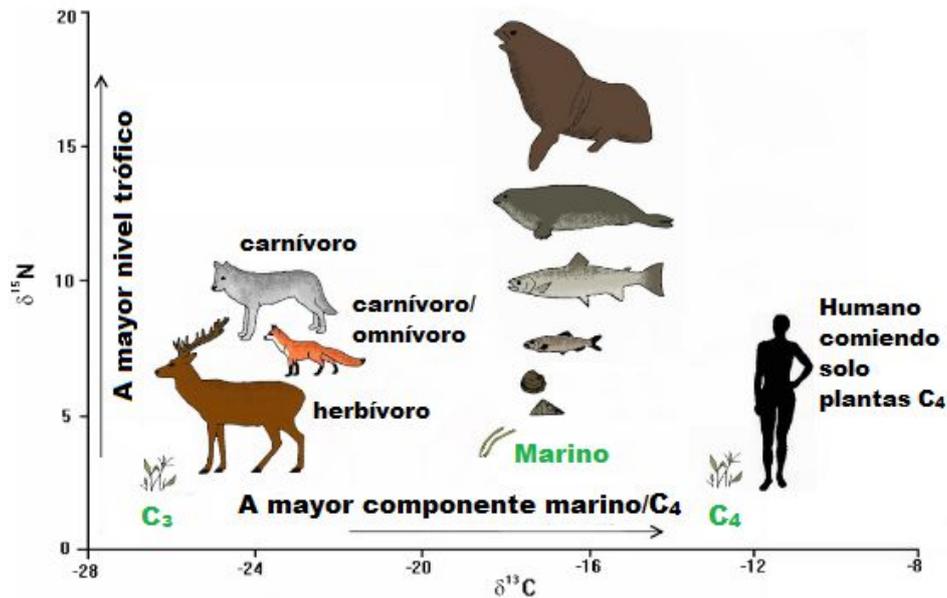


Figura 2.3. Esquema de cadenas alimenticias con valores generales de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$.

2.3.1 Interpretación de los datos isotópicos en tejido óseo

2.3.1.1 Fracción inorgánica

Carbono

El hueso se compone de dos fracciones: la inorgánica, a la que corresponde entre el 65 y 70 % del peso total, y la orgánica con el 30 % restante; en el esmalte dental dichos porcentajes son del 96 % y 4 %, respectivamente (Pate 1994). El componente principal de la fracción inorgánica, o mineral, es un fosfato de calcio del grupo de las apatitas denominado bioapatita (LeGeros 1991; Skinner y Jahren 2005). Suele citarse que es similar a la fórmula de la hidroxiapatita $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, en donde el carbonato (CO_3^{2-}) sustituye al grupo fosfato (PO_4^{3-}). Este reemplazo es el más común y se denomina de tipo B. El CO_3^{2-} también puede desplazar al grupo oxhidrilo (OH), pero esta sustitución de tipo A es mucho menos frecuente. Ambos son carbonatos estructurales, mientras que hay otros carbonatos lábiles, adsorbidos en la superficie o en zonas amorfas del cristal (Koch *et al.* 1997; Garvie-Lok *et al.* 2004).

Los carbonatos que sustituyen parte de la estructura de la bioapatita contienen carbono con el valor isotópico de la dieta (Pate 1994). En estudios experimentales con animales, se observa que los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ se correlacionan estrechamente con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta total}}$ (Figura 2.4). Por lo tanto se propone un modelo de mezcla lineal (*linear mixing model*), según el cual la $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ reflejaría la ingesta de todos los

macronutrientes -proteínas, lípidos y carbohidratos- en proporción a su abundancia en la dieta (Tieszen y Fagre 1993; Froehle *et al.* 2012). El carbonato proviene del CO₂ disuelto en el plasma de la sangre, que en última instancia deriva de la dieta total (Hedges 2003).

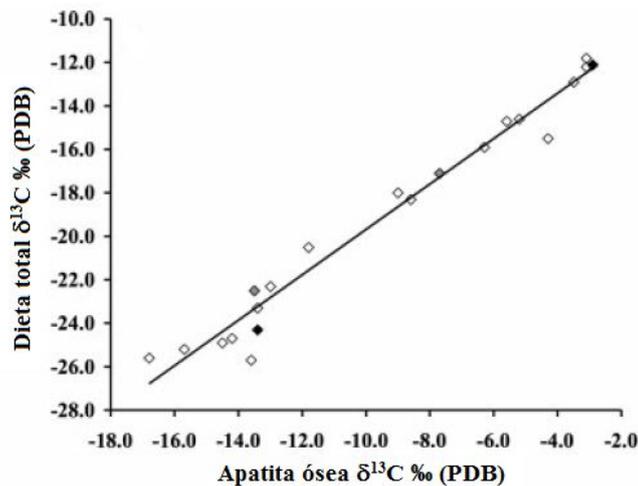


Figura 2.4. Relación entre valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta total}}$ en cerdos y ratas experimentales ($r^2=0,97$). Fuente: Kellner y Schoeninger (2007).

En la determinación de los factores de discriminación, parte de las variaciones se deben a las condiciones de los estudios experimentales, la fisiología digestiva y el tamaño de los animales analizados. Para las reconstrucciones paleodietarias se sugiere utilizar valores de $\Delta^{13}\text{C}_{\text{apa-dieta total}}$ observados en cerdos (Tabla 2.2), ya que serían los mejores análogos para las reconstrucciones paleodietarias humanas (Fernandes *et al.* 2012). No obstante, otros autores sostienen que los análisis estadísticos no encuentran diferencias entre resultados experimentales de cerdos y ratas si tienen la misma dieta proteica (Froehle *et al.* 2010).

$\Delta^{13}\text{C}_{\text{apatita-dieta total}}$	n	Dieta	Tejido	Referencia
12,1	1	Monoisotópica C ₃	Hueso	Howland <i>et al.</i> (2003)
8,7-11,2	5	Combinaciones de C ₃ y C ₄		Warinner y Tuross (2009)
12,2	6	75 % C ₃ y 25 % C ₄ , cocinado		
12	5	77% C ₃ y 23 % C ₄ , crudo		
13,3	2	Monoisotópica C ₃	Esmalte	Passey <i>et al.</i> (2005)

Tabla 2.2. Factor de discriminación $\Delta^{13}\text{C}_{\text{apatita-dieta total}}$ (‰) en cerdos según estudios experimentales.

Oxígeno

En cuanto al oxígeno, este ingresa al reservorio de agua corporal (*bw* en inglés, *por body water*) a través de tres fuentes: el agua ingerida en dos fracciones (como líquido y el

contenido en alimentos); el O₂ aspirado; y el oxígeno químicamente vinculado en las moléculas de los alimentos. La emisión de este reservorio se realiza en forma de CO₂ y H₂O respiratorio, en excreciones y transpiración. De este flujo total de O en el cuerpo depende el valor isotópico del agua corporal $\delta^{18}\text{O}_{\text{bw}}$ (Luz et al. 1984; Kohn 1996). A partir de este modelo, se infiere que diferencias sutiles en el estilo de vida y/o fisiología de los individuos conlleva variaciones isotópicas incluso con el consumo de la misma fuente de agua (Meier-Augenstein 2018).

Las enzimas en la sangre catalizan el intercambio de los isótopos de oxígeno entre el agua corporal y el fosfato de los huesos en los mamíferos (Bryant 1996). El $\delta^{18}\text{O}_p$ (*p* por *phosphate*) difiere por un valor constante del $\delta^{18}\text{O}_{\text{bw}}$, que a su vez tiene una fuerte relación con el $\delta^{18}\text{O}_w$ del agua que se bebe. Es en esta última fuente donde los efectos isotópicos de los factores ambientales son más relevantes (Luz y Kolodny 1985). En ausencia de diagénesis, los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ sobre el carbonato de los huesos tienen una relación fuerte con $\delta^{18}\text{O}_p$, siendo más baratos y sencillos para medir que estos últimos (Iacumin et al. 1996).

La identificación de individuos no locales puede hacerse a través de métodos estadísticos. Se describe la distribución de la muestra, y luego se utilizan distintos criterios para identificar observaciones atípicas. Este procedimiento no requeriría convertir los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ (Lightfoot y O'Connell 2016). Otro método es evaluar si las relaciones isotópicas medidas en hueso son coherentes con las fuentes de agua disponibles localmente. Esto requiere una serie de conversiones (Tabla 2.3) 1) de $\delta^{18}\text{O}_c$ en escala de mediciones VPDB a VSMOW; 2) de $\delta^{18}\text{O}_c$ a $\delta^{18}\text{O}_p$; y finalmente 3) de $\delta^{18}\text{O}_p$ a $\delta^{18}\text{O}_w$. Para cada paso hay diversas ecuaciones publicadas, con regresiones derivadas de pares de muestras y protocolos de tratamiento diferentes (Pollard et al. 2011). Por lo tanto, las interpretaciones deben basarse en un rango posible de valores para aguas estimadas (Meier-Augenstein 2018).

Relación $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ en carbonato de VPDB a VSMOW	Conversión de $\delta^{18}\text{O}_c$ a $\delta^{18}\text{O}_p$	Relación entre $\delta^{18}\text{O}_p$ y $\delta^{18}\text{O}_w$
a) $1,03091 * \delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}} + 30,91$	b) $0,98 * \delta^{18}\text{O}_c - 8,5$	d) $(\delta^{18}\text{O}_p - 22,37) / 0,64$
	c) $1,0322 * \delta^{18}\text{O}_c - 9,6849$	e) $(\delta^{18}\text{O}_p - 21,89) / 0,65$
		f) $(\delta^{18}\text{O}_p - 22,7) / 0,78$

Tabla 2.3. Ecuaciones para la estimación de aguas ingeridas a partir de valores de $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ en carbonato óseo. Referencias: a-Coplen et al. (1983) b-Iacumin et al. (1996) c-Chenery et al. (2012) d-Longinelli (1984) e-Daux et al. (2008) f-Luz y Kolodny (1985).

2.3.1.2 Fracción orgánica

Carbono

En la fracción orgánica del hueso, el colágeno es la proteína que comprende casi el 90 % de su composición (Pate 1994). En su síntesis interviene un aporte relativamente fijo de carbono de los distintos macronutrientes. El 20 % de los átomos de carbono del colágeno provienen de los aminoácidos esenciales, que deben ser obtenidos a través de la ingesta de proteínas. Los aminoácidos no esenciales pueden ser asimilados de otros macronutrientes de la dieta o sintetizados a partir de los mismos, pero con costos energéticos. Por lo tanto, al menos hasta un 65 % del carbono en el colágeno sería preferentemente derivado de la dieta proteica (Ambrose et al. 1997; Koch 2007).

De esta manera, a diferencia de la fracción inorgánica, la composición isotópica del colágeno difiere de los valores esperados para un modelo de mezcla lineal. Por este motivo, se infiere una “dirección” o *routing* preferencial de las proteínas de la dieta en la formación del colágeno (Schwarcz 1991; Ambrose y Norr 1993; Wolf et al. 2009). Según este modelo, se estima que aproximadamente un 75 % del carbono proviene de las proteínas y 25 % de los lípidos y carbohidratos de la dieta (Fernandes et al. 2012).

En cuanto a la discriminación, en los experimentos con animales hay un incremento de $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ en 6 ‰ con respecto a los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta proteica}}$, y 3,6 ‰ en relación con los de $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta total}}$ (Kellner y Schoeninger 2007). Los estudios arqueológicos han inferido valores de $\Delta^{13}\text{C}_{\text{dieta-colágeno}}$ en humanos de 3,6 ‰ a 5,1 ‰ (citado en Froehle et al. 2010), otros 5 ‰ (Harrison y Katzenberg 2003), hasta 6,1 ‰ (Chisholm et al. 1982). Una relación que aclara un poco esta variabilidad, es que cuando la porción proteica de la dieta está más enriquecida en ^{13}C que la dieta total, aumenta el $\Delta^{13}\text{C}_{\text{dieta-colágeno}}$ (Froehle et al. 2010).

Nitrógeno

El nitrógeno presente en el colágeno proviene casi exclusivamente de las proteínas, porque las grasas y los carbohidratos no contienen este elemento (Ambrose et al. 1997). El proceso de discriminación isotópica durante la digestión de las proteínas es complejo: un metaanálisis sobre los datos publicados (n=134) encuentra diferencias de $\Delta^{15}\text{N}_{\text{consumidor-dieta}}$ entre taxones, los valores de C:N en los alimentos consumidos y también según las formas de excreción de la urea (Vanderkluft y Ponsard 2003). En mamíferos, la urea que excretan está significativamente empobrecida en ^{15}N . El organismo retiene preferencialmente este isótopo y este efecto se acumula a lo largo de la cadena trófica (Wolf et al. 2009). Ambrose (2000) releva datos sobre diferentes animales, y señala que los valores de $\Delta^{15}\text{N}_{\text{colágeno-dieta}}$ varían entre +1 ‰ y 5,7 ‰. Yendo específicamente a los humanos, Hedges y Reynard (2007) citan valores entre 3 y 5 ‰. Su modelo deja en claro que según las magnitudes adoptadas, cambia el porcentaje estimado de proteínas en la dieta.

Hasta aquí se reseñaron los efectos de la dieta y la fisiología en los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en los tejidos de un consumidor. Pero antes de hacer reconstrucciones paleodietarias, es fundamental contar con los valores isotópicos locales de los alimentos consumidos (Schwarcz 1991). Si bien las composiciones isotópicas cambian en forma predecible durante la circulación de los elementos en la biosfera (Peterson y Fry 1987), las especies animales y vegetales presentan una gran variación isotópica intra e interespecífica, incluso al interior de una misma localidad. En los siguientes apartados se revisan los factores ambientales más importantes que afectan a la distribución natural de los isótopos estables del carbono, nitrógeno y oxígeno. Los ambientes terrestres y marinos se examinarán por separado, pero el ciclo de los elementos en la naturaleza implica intercambios activos entre la atmósfera, los ecosistemas terrestres y el océano.

2.3.2 Ciclo del carbono

2.3.2.1 Ambientes terrestres

El dióxido de carbono (CO_2) atmosférico tiene un valor promedio de $\delta^{13}\text{C} = -8,4 \text{ ‰}$ desde el 2014 (Keeling et al. 2017) y continúa decreciendo por la adición de productos empobrecidos de la quema de combustibles fósiles. Este fenómeno se conoce como efecto Suess: según los análisis de CO_2 atrapado en núcleos de hielo, el promedio de $\delta^{13}\text{C}$ durante el Holoceno antes del 1800 era alrededor de $-6,4 \text{ ‰}$ (Friedli et al. 1986). Las comparaciones entre muestras prehistóricas de fauna y flora terrestre, y las posteriores a esta fecha requieren correcciones en los valores de $\delta^{13}\text{C}$.

Las plantas incorporan el CO_2 atmosférico con marcadas diferencias en el factor de discriminación, dependiendo de la vía fotosintética. Las plantas C_4 emplean un ciclo Hatch-Slack especialmente adaptado a altas intensidades de luz, temperatura y sequedad. En estas condiciones son más eficaces en el uso del CO_2 y realizan una discriminación menor. Como resultado, estas presentan valores los más elevados de $\delta^{13}\text{C}$: entre -19 a -9 ‰ , con un promedio de -13 ‰ . Las plantas CAM tienen valores intermedios entre las vías fotosintéticas C_3 y C_4 (Marshall et al. 2007; Fry 2007). Las plantas de tipo C_3 son las predominantes en la Patagonia; estas fijan el carbono con el ciclo de Calvin-Benson y sus valores de $\delta^{13}\text{C}$ varían entre -22 a -35 ‰ , con un promedio de -27 ‰ . La discriminación más significativa ocurre durante la difusión del CO_2 por las estomas hacia el interior de las hojas. Luego, con la fijación del carbono catalizado por enzimas; en las plantas C_3 , la ribulosa difosfato discrimina contra el ^{13}C en $\sim 29 \text{ ‰}$ (Tieszen 1999; Marshall et al. 2007).

Dentro del grupo de plantas C_3 , hay variaciones en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ dependiendo de las especies, y las escalas temporales y espaciales consideradas. Diversos factores ambientales influyen en la apertura de las estomas de las hojas o en la actividad enzimática durante la fotosíntesis. Esto repercute en la concentración de CO_2 intercelular,

modificando las relaciones de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ en la planta (Tieszen 1991; Heaton 1999; Casey y Post). Las tendencias se resumen en la Tabla 2.4.

Factor	Correlación
Altura del <i>canopy</i>	+
Salinidad	-
Humedad	-
Precipitación media anual	-
Temperatura	-
Irradiación	+
Disponibilidad de nitrógeno	+
Humedad del suelo	+
Altura	+

Tabla 2.4. Factores que afectan la composición isotópica del carbono en la línea de base terrestre. Un factor está positivamente correlacionado con la señal isotópica si un incremento en este factor produce un incremento en los valores de $\delta^{13}\text{C}$. Adaptado de Casey y Post (2011: Tabla 1).

Uno de los patrones más mencionados es el *canopy effect* o “efecto del dosel del bosque”, el cual describe un gradiente vertical en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ entre las plantas (van der Merwe y Medina 1991; Krigbaum 2003). La vegetación en el piso del bosque tiene valores más negativos que las hojas de los árboles, porque recicla el CO_2 biogénico que resulta de la descomposición de las hojas, y también crecen en condiciones de baja intensidad de la luz y mayor humedad. Aunque este fenómeno se ha observado incluso en bosques templados y boreales, su intensidad depende de las características del bosque. En particular, el CO_2 producido por la respiración de las plantas debe confinarse sin ser disipado por el viento (Drucker et al. 2008). Otro factor importante es la humedad. Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ en plantas tienen a ser altos en áreas cuya precipitación media anual es menor a 500 mm; mientras que en ambientes húmedos la discriminación se mantiene más o menos constante (Kohn 2010). En esas condiciones, las plantas discriminan contra el $^{13}\text{CO}_2$ durante la fotosíntesis, resultando en valores bajos de $\delta^{13}\text{C}$ en los tejidos (Peri et al. 2012). La variación isotópica entre diferentes tipos de bosque es mucho menor, en torno a 1,2 ‰ entre el bosque boreal denso y uno más abierto (France 1996).

El rango de valores $\delta^{13}\text{C}$ para hojas de *Nothofagus* en Santa Cruz es entre $-35,4$ a $-27,7$ ‰ (Peri et al. 2012). En muestras de Río Negro y Chubut, corregidas por efecto Suess, el promedio es de $-27,8 \pm 1$ ‰; dicho estudio abarca formas diferentes de vida a los árboles, como los arbustos (Fernández y Tessone 2014). Una observación fundamental es que en las redes tróficas de Patagonia continental se identifica un patrón regional en la distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (Tessone 2010, 2022). En general, las plantas que

crecen en la vertiente oriental de la cordillera presentan valores más bajos que la vegetación de la estepa. La causa se atribuye al efecto orográfico de los Andes: se genera un gradiente creciente de este a oeste en las precipitaciones, con cambios asociados en las comunidades vegetales de tipo C_3 . El contraste es marcado entre las plantas del bosque y la estepa, con una diferencia de hasta 3,5 ‰ entre las medianas de $\delta^{13}C$ (Fernández y Tessone 2014).

Esta diferencia se transfiere a los consumidores sucesivos en la cadena alimenticia, pero en menor magnitud (Fernández y Tessone 2014). Al interior del bosque, las tendencias son menos marcadas. Los valores de $\delta^{13}C$ no distinguen claramente entre huemules de bosques cerrados y hábitats más abiertos (Barberena et al. 2011); ni funcionan como marcadores geográficos entre sectores del bosque con diferencias en las precipitaciones (Tessone et al. 2014). En conjuntos zooarqueológicos de Tierra del Fuego, el consumo de dos recursos claramente diferenciados —las plantas C_3 y los líquenes— caracterizaría la variación isotópica de los guanacos que habitan en el bosque templado (Kochi et al. 2020).

2.3.2.2 Ambiente marino

El intercambio de CO_2 entre la atmósfera y el bicarbonato HCO_3^- en la superficie del océano implica un fraccionamiento de equilibrio químico¹¹ (Peterson y Fry 1987). Este HCO_3^- , el CO_2 disuelto y la materia orgánica remineralizada —por ejemplo, de las partículas de hojas terrestres— componen el carbono inorgánico disuelto (DIC), que determina parte de la variabilidad en el $\delta^{13}C$ de la materia orgánica acuática (Casey y Post 2011). Por ejemplo, en ambientes estuarinos, los valores de DIC pueden variar entre -10 ‰ y -5 ‰; mientras que en el océano se mantiene relativamente uniforme a 0 ‰ (Michener y Kaufman 2007).

Las redes tróficas marinas están principalmente basadas en plantas C_3 y fitoplancton con $\delta^{13}C$ promedio de -19 ‰ (Ambrose 1993), las que asimilan selectivamente $^{12}CO_2$ sobre $^{13}CO_2$ durante la fotosíntesis. Algunas especies de fitoplancton convierten HCO_3^- en CO_{2aq} (Libes 2009), lo que es más plausible para organismos con valores mayores a -10 ‰ (Raven 1997). En general, hay un patrón de gradientes espaciales en las relaciones isotópicas (Koch 2007). Los productores primarios marinos en ecosistemas bentónicos y litorales (*nearshore*) están más enriquecidos en ^{13}C que los de ambientes pelágicos (*offshore*), aproximadamente en 5-6 ‰ (Figura 2.5, France 1995a). Los valores de $\delta^{13}C$ de los productores litorales varían entre -5 ‰ a -29 ‰ con una media de -17 ‰. Los pelágicos se encuentran entre -17 ‰ a -31 ‰ y la media es de -22 ‰.

¹¹ Fraccionamiento en el cual la reacción es causada por una propiedad física como la temperatura, evaporación y evapotranspiración (Schoeninger 1995).

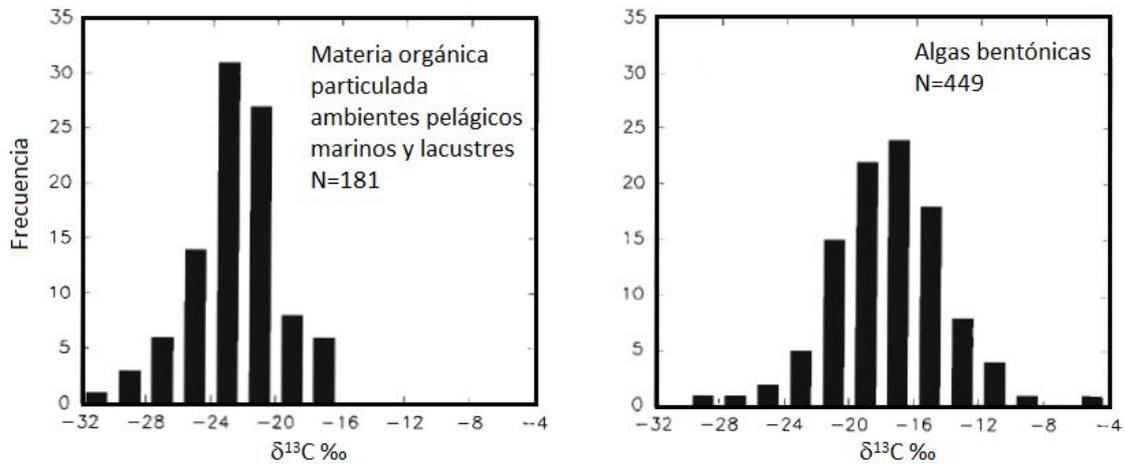


Figura 2.5. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ en materia orgánica particulada y en algas bentónicas. Adaptado de France (1995a).

Los valores isotópicos absolutos son altamente variables entre localidades y son influenciados por numerosos factores físicos y químicos locales (Casey y Post 2011). El enriquecimiento en los productores primarios bentónicos y litorales se atribuye principalmente a la alta resistencia de la difusión del CO_2 disuelto, impidiendo la discriminación contra el ^{13}C . La circulación menos intensa de la corriente del agua entre los “bosques” de algas tendría un efecto similar. Otro factor importante es la exposición a la luz: a mayor irradiación se enriquecen los valores de $\delta^{13}\text{C}$ en las macroalgas. No obstante, esta relación es más compleja cuando se considera la duración del día en las latitudes más altas (Hemminga y Mateo 1996).

El fitoplancton está sometido a condiciones más turbulentas que las macroalgas; la tasa de difusión sería ligeramente menor y en consecuencia, quedan más empobrecidos en ^{13}C (France 1995 a y b). Por otra parte, la concentración del CO_2 disuelto se incrementa a bajas temperaturas. Sumado a otros factores como la menor intensidad de luz y tasas bajas de crecimiento, el plancton marino tiende a valores más negativos en altas latitudes (Rau et al. 1991; Buckhardt et al. 1999).

Factor	Correlación
Temperatura	+
Intensidad de la luz	+
Profundidad	-
Latitud	-

Tabla 2.5. Factores que afectan la composición isotópica del carbono en la línea de base acuática. Un factor está positivamente correlacionado con la señal isotópica si un

incremento en este factor produce un incremento en los valores de $\delta^{13}\text{C}$. Adaptado de Casey y Post (2011: Tabla 2).

La composición isotópica de los consumidores refleja la de las algas en la base de la red trófica (Graham et al. 2010). El gradiente en $\delta^{13}\text{C}$ de los productores según la distancia a la costa puede trasladarse a los sucesivos niveles tróficos, hasta los animales marinos como los pinnípedos (Burton *et al.* 2001). Aquellos organismos que se alimentan en aguas abiertas y la red trófica se basa en fitoplancton tienen valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ más negativos en un 5,5 ‰ promedio, en comparación con los organismos cercanos a la costa y los que derivan el carbono de las algas bentónicas (France 1995a). Una excepción son los mejillones que dependen principalmente de la producción pelágica (Jack y Wing 2011), aunque están expuestos a una variedad de recursos en las costas rocosas (Richoux et al. 2014).

A pesar de los gradientes mencionados en los ambientes modernos, en los conjuntos zooarqueológicos del canal Beagle la distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ es bastante acotada. La diferencia entre las medias es de 2,4 ‰, con superposición de valores entre especies de aves, peces y mamíferos que habitan a diferentes distancias de la costa (Kochi et al. 2018). La variación esperada en $\delta^{13}\text{C}$ puede ser menos evidente en tejidos con baja tasa de renovación¹², considerando las estrategias generalistas y redundancia trófica entre organismos marinos (Link 2002). La variación isotópica en pinnípedos, albatros, cormoranes y pingüinos de la costa norte de Santa Cruz durante el Holoceno tardío es similar a la del canal Beagle, siendo más pronunciada en $\delta^{15}\text{N}$ (Zilio et al. 2018).

2.3.3 Ciclo del nitrógeno

2.3.3.1 Ambientes terrestres

El gas nitrógeno (N_2) en la atmósfera tiene un $\delta^{15}\text{N} = 0$ ‰, e ingresa a las redes tróficas a través de las bacterias fijadoras del nitrógeno (Figura 2.6). Algunas plantas son simbióticas con estos microorganismos y se conocen como fijadoras de N_2 , con valores $\delta^{15}\text{N} \sim 0$ ‰; las leguminosas son un ejemplo de este grupo. Las plantas no fijadoras presentan un $\delta^{15}\text{N}$ entre -8 ‰ a $+10$ ‰. Estas obtienen el nitrógeno en forma de iones amonio (NH_4^+) y nitratos (NO_3^-) del suelo, producido por las bacterias en el proceso de amonificación y nitrificación (Peterson y Fry 1987).

¹² Los tejidos blandos de los bivalvos modernos amplían el rango de variación en $\delta^{13}\text{C}$ entre los recursos marinos, ya que presentan los valores más negativos por depender de la producción pelágica. Sin embargo, promedian un lapso mucho menor en sus tejidos y la diferencia con los valores isotópicos con los huesos de los predadores variaría según el lapso temporal considerado.

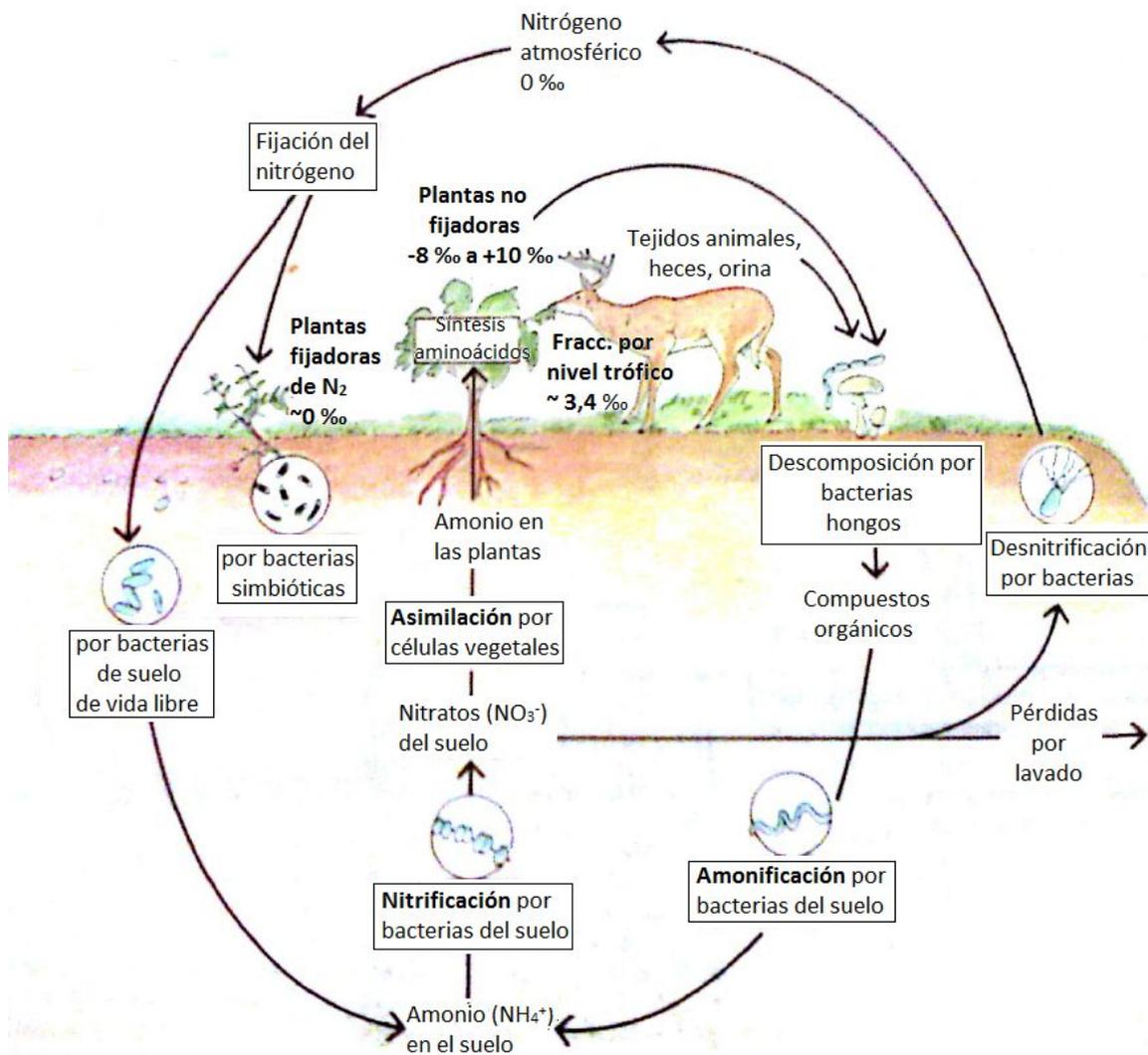


Figura 2.6. Esquema simplificado del ciclo del nitrógeno en un ecosistema terrestre. Modificado de Curtis y Barnes (1997).

Las relaciones de $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ en las plantas son controladas por factores ambientales como la denitrificación y la volatilización del amonio (Tabla 2.6; Casey y Post 2011). Los suelos secos, con pH elevado y altas temperaturas quedan enriquecidos en ^{15}N (Austin y Vitousek 1998; Amundson et al. 2003). En cambio, los suelos húmedos y fríos de los bosques tienen mayor fijación del nitrógeno y tienen valores de $\delta^{15}\text{N}$ bajos (Ambrose 1991; Martinelli et al. 1999). El rango de valores para diferentes localidades de bosques de *Nothofagus* en Santa Cruz es entre $-3,7$ a $+5,2$ ‰ (Peri et al. 2012). El patrón regional en la distribución natural de los isótopos estables es más marcado en el nitrógeno que el carbono (Tessone 2010), con una diferencia de $5,1$ ‰ entre las medianas de las plantas

del bosque y la estepa de Patagonia continental. El promedio es de $-1,2 \pm 3 \text{ ‰}$ y $+3,8 \pm 1,2 \text{ ‰}$, respectivamente (Fernández y Tessone 2014).

Las formas de vida y la fisiología de las plantas también influyen en la composición isotópica del nitrógeno de las hojas (Evans 2001). Los musgos, líquenes y plantas con micorrizas en los ecosistemas boreales están empobrecidos en $\delta^{15}\text{N}$ (Koch 2007). Si bien la muestra es acotada, los líquenes de los bosques en el canal Beagle ($n=3$) tienen valores sumamente bajos de $\delta^{15}\text{N}$ con promedio de $-16,2 \pm 1,3 \text{ ‰}$ (Kochi et al. 2017).

Factor	Correlación
Temperatura	+
Aridez	+
pH	+
Precipitaciones	-
Disponibilidad de nutrientes	+

Tabla 2.6. Factores que afectan la composición isotópica del nitrógeno en la línea de base terrestre. Un factor está positivamente correlacionado con la señal isotópica si un incremento en este factor produce un incremento en los valores de $\delta^{15}\text{N}$. Adaptado de Casey y Post (2011: Tabla 1).

En Patagonia, la transferencia de las variaciones en las relaciones isotópicas, de las plantas a los consumidores primarios, se observa con más claridad que en el carbono (Fernández y Tessone 2014). Los huemules arqueológicos tienen una diferencia significativa de $4,6 \text{ ‰}$ en las medianas en comparación con los guanacos de la estepa; siendo los promedios $+1,4 \pm 1,2 \text{ ‰}$ y $+6,3 \pm 1,3 \text{ ‰}$ respectivamente. El potencial de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ como marcadores geográficos no se limita a la vertiente oriental de los Andes, sino que se manifiesta también entre la costa atlántica y la estepa de Patagonia continental (Tessone 2022). En la costa norte de Santa Cruz, el promedio de los guanacos es relativamente alto, de $+8,7 \pm 1 \text{ ‰}$. Estos valores más elevados pueden atribuirse a la influencia del *spray* marino en las plantas (Zilio et al. 2018) o las características de los ambientes salinos que inducen estrés hídrico en las plantas (Tessone et al. 2023).

2.3.3.2 Ambientes marinos

Los autótrofos como el fitoplancton requieren compuestos nitrogenados como los nitratos (NO_3^-), nitritos (NO_2^-) y amonio (NH_4^+). Solo algunos organismos fijadores pueden convertir el N_2 disuelto ($\delta^{15}\text{N}$ alrededor de $+0,6 \text{ ‰}$) en biomasa. La composición isotópica de dichos compuestos, los que forman el pool de nitrógeno orgánico disuelto (DIN), es uno de los determinantes de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en productores (Montoya 2007). Cerca de las costas y estuarios, el aporte de materia orgánica terrestre puede llegar a ser

importante; aunque su composición isotópica es difícil de predecir (Sigman et al. 2001). Se asume que la fuente dominante de N para los productores en el océano es el nitrato, cuyo valor promedio en la zona subsuperficial es entre +5 a +7 ‰. Las principales variaciones geográficas en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en el fitoplancton se relacionan con la intensidad de las surgencias, y el grado de asimilación de NO_3^- (Graham et al. 2010). En altas latitudes bajo condiciones de alta concentración de nitratos, los valores de fitoplancton tienden a ser bajos (Michener y Kaufman 2007; Noguchi et al. 2011). Los consumidores sucesivos, como el zooplancton, presentan un enriquecimiento en ^{15}N de acuerdo a su nivel trófico (Minagawa y Wada 1984).

En comparación con las plantas terrestres, las marinas están enriquecidas aproximadamente en 4 ‰. Factores adicionales como la profundidad, la salinidad y la temperatura afectan a las relaciones isotópicas del nitrógeno en la línea de base (Tabla 2.7). Particularmente las áreas costeras presentan mayor variabilidad espacial y temporal que en aguas abiertas; por ejemplo, los estudios sobre macroalgas como *Macrocystis pyrifera* resaltan la importancia de las condiciones oceanográficas y las fuentes de nutrientes locales. En California central, los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en algas pueden variar entre +2 a +10 ‰ en un período de tres años; pero en otras localidades el rango registrado es menor (Foley y Koch 2010).

Las cadenas alimenticias marinas son más largas y complejas que en los ecosistemas terrestres. Con el efecto del nivel trófico, sumado a los valores más enriquecidos en la línea de base, los organismos marinos tienen valores de $\delta^{15}\text{N}$ más altos que los terrestres (Schoeninger y DeNiro 1984, Ambrose 1993; Schwarcz y Schoeninger 1991). Estudios actuales en la costa patagónica encuentran al menos cinco niveles tróficos en el ecosistema (Forero et al. 2004). Pero también hay que tener en cuenta que los ecosistemas marinos se caracterizan por una alta conectividad entre los organismos, muchos de ellos con estrategias generalistas, y la mayoría de la fauna se alimenta de presas de diversos niveles tróficos (Link 2002). En animales móviles como los peces, es difícil predecir su composición isotópica a partir de patrones espaciales del $\delta^{15}\text{N}$ de la base de la red trófica (Jennings y Warr 2003). Las mayores variaciones para predadores tope se observan a escalas latitudinales (Graham et al. 2010).

Factor	Correlación
Temperatura	+
Profundidad	\pm
Conexión al océano	+
Latitud	+
Intensidad de la luz	+
Distancia <i>offshore</i> /salinidad	-

Tabla 2.7. Factores que afectan la composición isotópica del nitrógeno en la línea de base acuática. Un factor está positivamente correlacionado con la señal isotópica si un incremento en este factor produce un incremento en los valores de $\delta^{15}\text{N}$. Adaptado de Casey y Post (2011: Tabla 2).

De manera similar a lo observado en $\delta^{13}\text{C}$, los conjuntos zooarqueológicos del canal Beagle los diferentes taxones presentan una gran superposición en sus valores de $\delta^{15}\text{N}$ (Kochi et al. 2018). Además de las causas mencionadas, como las variaciones integradas en tejidos con baja tasa de renovación y las estrategias generalistas de los organismos marinos (Link 2002), es una característica al nivel de la estructura trófica marina (Ricciardelli et al. 2020). Unas pocas especies de nivel trófico bajo a intermedio alimentan a la mayoría de los depredadores.

2.3.4 Ciclo del oxígeno

El oxígeno del aire inhalado tiene una composición constante en el mundo de aproximadamente +23,5 ‰ (Kohn 1996). El ciclo hidrológico es el que controla gran parte de la dinámica de los isótopos del oxígeno (Fry 2007), por lo que nos concentramos en dicho proceso.

El mayor reservorio global de agua es el océano. Si bien su valor $\delta^{18}\text{O}$ es 0 ‰ por definición, la composición isotópica de la capa superficial es relativamente uniforme entre -0,5 y +0,5 ‰. En regiones polares se observan valores más negativos por el aporte de agua de deshielo, que es isotópicamente más liviano. Cuando se evapora, hay un fraccionamiento debido al cambio de estado. El vapor oceánico tiene un valor promedio en torno a -12 ‰. La masa de aire llega a un punto de saturación y el agua precipita en forma de lluvia o nieve (IAEA 2000).

Este segundo cambio de estado introduce un fraccionamiento, así como la trayectoria misma de la masa de aire. Por este motivo los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en las precipitaciones son mucho más variables, y dependen de variables climáticas y locales (Ingraham 1998). No obstante, hay patrones generales que se resumen como “efectos” sobre la composición isotópica de las precipitaciones: la latitud, la continentalidad y la altitud (Daansgard 1964). Con el aumento de estos factores –por ejemplo, a mayor latitud– se observan valores $\delta^{18}\text{O}$ más negativos en las precipitaciones.

Durante los cambios de estado del agua, el fraccionamiento isotópico aumenta con la disminución de la temperatura. La temperatura es baja en altas latitudes y en consecuencia, las precipitaciones en regiones cercanas a los polos están isotópicamente más empobrecidas en oxígeno-18 que las precipitaciones en torno al Ecuador (Dapeña y Panarello 2008). Los efectos de continentalidad y altitud se refieren al empobrecimiento del vapor residual y las precipitaciones sucesivas en oxígeno-18, a medida que la masa de aire avanza sobre el continente o asciende de altura (op.cit).

Otros efectos actúan en lapsos cortos, como la estacionalidad y la cantidad de las precipitaciones (*amount effect*). El primero se observa en regiones con clima templado, con valores más bajos de $\delta^{18}\text{O}$ durante el invierno. Este efecto también influye en la composición isotópica de los ríos. El segundo efecto describe valores de $\delta^{18}\text{O}$ más bajos durante las tormentas fuertes. En efecto, la composición isotópica de las precipitaciones es altamente variable en la dimensión temporal.

Es complejo modelar los valores de $\delta^{18}\text{O}$ de los ríos y arroyos en relación con la composición isotópica de las lluvias, por los procesos posteriores como la evaporación y las propias características físicas de la cuenca hidrográfica (Clark y Fritz 1997; Serna et al. 2020). Se puede tener en cuenta características generales como el régimen de los ríos y los aportes hídricos que reciben. En el caso de los lagos o cuerpos de agua, por estar sujetos a procesos de evaporación, se enriquecen en el isótopo pesado. Dicho efecto es menor en sistemas abiertos (Gat 1996).

2.3.5 Variaciones isotópicas interindividuales

En un grupo y/o población, es posible que individuos de diferentes edades y sexo se diferencien en su nicho ecológico (Schoener 1986; Bolnick et al. 2003). Entonces, una vez consideradas las fuentes de variación isotópica en la naturaleza, es necesario integrar dos factores básicos de la variación isotópica entre individuos: la edad y el sexo.

2.3.5.1 Edad

Un ejemplo claro de la variación interindividual relacionada a la edad es la lactancia, que define estadios particulares en el ciclo de vida humano (Bogin y Varea 2020). La infancia se define como el período de amamantamiento exclusivo. Durante la etapa siguiente de la niñez, finaliza la alimentación a base de leche materna; pero siguen dependiendo de otros individuos mayores para poder alimentarse (op.cit.).

Los isótopos estables contribuyeron sustancialmente a la investigación del proceso de lactancia y destete¹³ en diversas sociedades del pasado (Tsutaya y Yoneda 2015). El

¹³ Los estudios deben explicitar si el destete (*weaning*) se refiere al inicio de la incorporación de alimentos complementarios a la leche materna (por ejemplo, en Dupras et al. 2001; Tessone et al. 2015) o al cese del amantamiento (Wright y Schwarcz 1998; Williams et al. 2005). En el primer caso,

fundamento principal es que el $\delta^{15}\text{N}$ de un individuo aumenta con su posición trófica; entonces, los tejidos de los infantes que consumen la leche materna deberían tener un valor de $\delta^{15}\text{N}$ más alto que los tejidos de sus madres. Esta relación se ha observado entre las muestras pareadas de las uñas de las madres y sus hijos a partir del amamantamiento (Fogel et al. 1989) y en menor magnitud, también con el $\delta^{13}\text{C}$ (Fuller et al. 2006). En estos experimentos modernos, la diferencia isotópica $\Delta^{15}\text{N}$ entre el tejido del infante y el materno se encuentra entre +1,7 a +2,8 ‰ (Fuller et al. 2006) y en torno a +1 ‰ en $\Delta^{13}\text{C}$.

Con los isótopos de oxígeno, los estudios arqueológicos suponen que la leche materna está más enriquecida en ^{18}O que el agua disponible en el ambiente, porque se forma a partir del reservorio corporal de agua (Wright y Schwarcz 1998). Un trabajo experimental que apoyaría este supuesto es el de Roberts et al. (1988). La orina de los infantes que se alimentan casi exclusivamente de leche materna tiene valores de $\delta^{18}\text{O}$ significativamente más positivos que los que beben leche reconstituida de fórmula. Pero el enriquecimiento en ^{18}O de los tejidos formados durante el período de lactancia todavía no está sistemáticamente testado en poblaciones modernas (Chinique de Armas et al. 2022). En poblaciones arqueológicas, las diferencias isotópicas entre los tejidos de los lactantes y los adultos se encuentran en torno a $\Delta^{18}\text{O} = +0,3$ a $0,7$ ‰ en carbonato óseo (Williams et al. 2005), $\Delta^{18}\text{O} = +2$ ‰ en fosfato óseo (White et al. 2004) y $\Delta^{18}\text{O} = +1$ ‰ aproximadamente, entre el esmalte de la corona de los dientes que calcificaron durante la gestación y los dientes deciduos que calcificaron más tarde (Chinique de Armas et al. 2022).

El análisis más general compara el valor de $\delta^{15}\text{N}$ de un subadulto con la media de $\delta^{15}\text{N}$ de la muestra de adultas femeninas de la población estudiada, asumiendo que dicha media refleja el valor de $\delta^{15}\text{N}$ de la leche materna (Reynard y Tuross 2015). Un infante alimentado exclusivamente a base de leche materna presenta un valor de $\delta^{15}\text{N}$ más elevado. La introducción de alimentos complementarios genera un descenso de $\delta^{15}\text{N}$ en los tejidos del subadulto. Finalmente, el cese de la lactancia se refleja en un $\delta^{15}\text{N}$ similar al de la media adulta. Si dicho promedio tiene una alta variación interna, es difícil evaluar si un subadulto se encuentra entre el proceso de lactancia exclusiva o destete (Waters-Rist et al. 2011). La variación en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ se modela de manera similar, aunque se ha observado que disminuye más rápidamente que el $\delta^{15}\text{N}$ a partir del destete (Fuller et al. 2006). Reynard y Tuross (2015) mencionan una serie de precauciones en la interpretación de los patrones de amamantamiento y destete a partir de los datos isotópicos. Entre los más importantes, se señala la variabilidad en los factores de discriminación isotópica de

Katzenberg et al. (1996) señala que el destete se conceptualiza como un proceso: la dieta de un infante, basada 100 % en la leche materna, cambia gradualmente hacia una dieta compuesta en un 100 % por otros alimentos (Reynard y Tuross 2015). En el segundo caso, el destete se caracteriza como un evento que ocurre a una edad estimada.

dieta a colágeno y en los valores isotópicos de los alimentos que complementan la alimentación en los niños. Si el objetivo es estimar la edad de inicio y finalización del destete, la tasa de renovación del colágeno óseo es un factor crucial (Tsutaya y Yoneda 2013). Por último, el $\delta^{18}\text{O}$ presenta una alta variabilidad incluso entre los tejidos de un mismo individuo, sintetizados durante lapsos relativamente similares (Chinique de Armas 2022).

Finalizado el destete, la dieta de los niños puede diferir o no del resto de la población, con las consiguientes variaciones isotópicas en los tejidos analizados. Un patrón general que está en discusión es la caída de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en los subadultos entre 3 y 5 años en varias poblaciones, por debajo de la media adulta (Reynard y Tuross 2015). Se hipotetiza que esta observación se relaciona con el balance positivo del nitrógeno durante el crecimiento, pero en aspectos diferentes al tamaño y la masa corporal —por ejemplo, el crecimiento de los órganos internos (Reitsema y Muir 2015)—. Alternativamente, Tsutaya (2017) propone diferencias dietarias entre los niños y los adultos. Esta diferencia sería más pronunciada en las poblaciones no cazadoras-recolectoras, por alimentar a los subadultos con recursos de bajo nivel trófico como las plantas procesadas. Esta última hipótesis tiene implicancias interesantes, ya que algunos estudios etnográficos en poblaciones cazadoras-recolectoras resaltan que los niños se procuran una porción sustancial de su dieta de manera independiente (Bird y Bliege Bird 2000, 2005). Por otra parte, en los procesos de contacto, puede hipotetizarse que la dieta de los niños está siendo activamente modificada con los cambios en los procesos de enculturación.

2.3.5.2 Sexo

Dado que los análisis de isótopos estables trabajan con el individuo como unidad de análisis, son una línea de evidencia sumamente fructífera para abordar las variaciones sexuales en las dietas de una población (Barberena et al. 2004). El principio fundamental es que la composición isotópica de un tejido refleja la dieta asimilada durante su formación. Entonces, las diferencias en la dieta en relación al sexo del consumidor solo son detectables en la medida que un determinado patrón de consumo se mantenga durante el lapso de la síntesis de los tejidos.

En el marco de la Ecología del Comportamiento Humano, la división sexual del trabajo en los sistemas de caza-recolección se ha explicado en relación con estrategias reproductivas con diferentes objetivos según el sexo (Bird 1999; Zeanah 2004). Sin embargo, el aprovisionamiento de las bases residenciales (*central place provisioning*, Marlowe 2006) y la redistribución de alimentos —con sus múltiples variantes (Marlowe 2010)— justificaría una baja diferenciación en el consumo de alimentos según el sexo a largo plazo. En ese caso, no sería detectable isotópicamente en los tejidos con una tasa de

renovación ósea lenta como el hueso. Algunas observaciones etnográficas entre los Hadza sugieren que hay bases para la variación sexual en las dietas a largo plazo: rangos variables en los movimientos logísticos (Wood et al. 2021), combinado con un consumo significativo de recursos fuera del campamento base (Berbesque et al. 2016) y preferencias dietarias (Berbesque y Marlowe 2009). Situaciones de desigualdad en la redistribución y consumo de ciertos alimentos —por ejemplo, partes de animales ricas en grasas— también ocurren en las sociedades caracterizadas como igualitarias (Flanagan 1989; Spielmann 1989; Speth 1990; Zvelebil 2000).

En los cazadores-recolectores del centro-oeste de Santa Cruz, durante el Holoceno tardío no se han observado diferencias significativas en los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ entre los sexos (Tessone 2010). En cambio, en $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ hay una diferencia de 1,1 ‰ entre las medianas. Las mujeres (n=11) presentan una media de $-14 \pm 0,5$ ‰ y los hombres (n=12), $-13,2 \pm 0,7$ ‰. Este patrón se lo ha relacionado con la intensificación en el procesamiento de recursos vegetales y/o grasas animales; o con un requerimiento energético para el mantenimiento de la fecundidad (Chaile y Tessone en prensa). Sin llegar a una revisión exhaustiva del estado de la cuestión, es interesante que algunos estudios encuentren variaciones sexuales en determinados marcadores dietarios y no en otros. Por ejemplo, en la época clásica de Apolonia tampoco se observan diferencias significativas en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$, pero sí en $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$. Esta observación contradice a las fuentes literarias, que registran diferencias en las dietas entre los hombres y las mujeres; la autora concluye que la variación en las proporciones de los recursos sería demasiado sutil para que sea detectable isotópicamente (Keenleyside et al. 2006). Otros estudios sugieren que debe analizarse en conjunto la edad y el sexo en la selección de las dietas (Agarwal et al. 2017).

2.3.6 Variaciones isotópicas intergrupales

Podemos retomar los modelos ecológicos de variación isotópica en poblaciones (Bearhop et al. 2004) como referencia de la varianza isotópica entre los grupos humanos. En principio, la variación isotópica estaría influenciada por los siguientes 4 factores: la diversidad de los recursos consumidos; las proporciones ingeridas de dichos recursos a través del tiempo; el rango de los niveles tróficos de las presas; y la localidad de forrajeo (Bearhop et al. 2004). A mayor variabilidad en estos factores, intuitivamente se asociaría una mayor variación isotópica al nivel de grupo. Sin embargo, las simulaciones teóricas advierten que individuos con dietas generalizadas pueden conformar un nicho isotópico acotado, ya sea que integren uno o varios hábitats en su rango de forrajeo (Flaherty y Ben-David 2010). En los tejidos con baja tasa de renovación, el consumidor obtiene y promedia múltiples muestras de una población de recursos; acercándose cada vez más al valor isotópico de la media poblacional de los recursos consumidos (Stock et al. 2018).

No obstante, reconociendo la magnitud de la variación isotópica en los grupos de recursos y entre ellos (Matthews y Mazumder 2004), y teniendo en cuenta la limitación de los lapsos integrados en el tejido de análisis (Szpak et al. 2012), la amplitud del nicho isotópico indudablemente contiene información sobre el nicho ecológico del grupo. Las metodologías de comparación de los nichos isotópicos de diferentes grupos, poblaciones y comunidades aún se encuentran en una etapa de desarrollo y discusión (Layman et al. 2007; Newsome et al. 2007, 2012; Hammerschlag-Peyer et al. 2011; Jackson et al. 2011; Robinson et al. 2021). Pero entre las características frecuentemente analizadas y comparadas del nicho isotópico, podemos mencionar las siguientes (Jackson et al. 2011; Hammerschlag-Peyer et al. 2011):

- Amplitud del nicho, como medida de la variedad en los recursos consumidos;
- Posición del nicho en el gráfico bivariado de valores- δ , como descripción cualitativa de los tipos de recursos consumidos (con los marcadores dietarios) y/o el rango de movilidad (con los marcadores isotópicos de movilidad);
- Superposición de los nichos, como medida de la similitud de los recursos consumidos.

Estos atributos se han examinado en conjuntos zooarqueológicos en relación con temas, por ejemplo, de ecología histórica (Szpak et al. 2011; Tessone 2022; Tessone et al. en prensa). Para poblaciones humanas, Barberena et al. (2022) han propuesto un modelo de base etnográfica conectando formas generales de organización del parentesco con las historias de vida, contrastable a través de la variación isotópica al nivel del individuo y de la población, entre otras líneas de evidencia. Un sistema social de tipo extensivo (*network*) se caracteriza por su flexibilidad social, con baja estabilidad en la residencia y en la composición de los grupos humanos. A nivel de grupo, se reflejaría en una elevada variación isotópica en los marcadores paleogeográficos y paleodietarios, porque la unidad de análisis reúne individuos con historias de vida diversas. Por otro lado, un sistema social de tipo intensivo (*cellular*) se asocia a estrategias vinculadas a las redes de parentesco heredadas, con menor flexibilidad social y mayor estabilidad en la residencia y composición de los grupos. Esto generaría mayor homogeneidad en los marcadores isotópicos. Estas hipótesis se han testeado a nivel de sitio, calculando las dimensiones del nicho isotópico a través de las elipses estándar bayesianas (SEA_b; Barberena et al. 2022).

Otro aspecto fundamental, para interpretar la variabilidad isotópica en unidades de análisis más abarcativas que el individuo, es el proceso de formación del registro arqueológico (Barberena et al. 2004). En la gran mayoría de los conjuntos, o si la comparación entre unidades se centra en el eje espacial, estamos tratando con conjuntos que hacen referencia a entidades sociales abarcativas y transgeneracionales (op.cit.). En ese sentido, el registro mortuario se constituye de una larga serie temporal de actos individuales. No necesariamente representa continuidad y/o uso exclusivo de una localidad particular por un grupo (Littleton y Allen 2007). La variabilidad isotópica en un

conjunto transgeneracional también podría estar estructurado por las formas generales de organización del parentesco, pero nos parece más adecuado partir de un modelo de base biogeográfica (Barberena et al. 2017) referido a la dinámica y diversidad de las interacciones entre poblaciones, relacionadas al uso común de territorios donde se depositan los cuerpos; o trabajos como los de Schlanger (1992) acerca de los lugares persistentes (*persistent places*) donde se espera una conexión estructurada pero fluida entre personas y lugares; con la conjunción de conductas particulares en paisajes específicos, repetitivamente a largo plazo. Con un control cronológico más refinado sobre los conjuntos comparados, es posible hablar de procesos diacrónicos como la expansión/reducción y desplazamiento del nicho isotópico (Hammerschlag-Peyer et al. 2011). Sin embargo, las interpretaciones de las características de los nichos isotópicos son dependientes de cada estudio específico (Robinson 2021).

En síntesis, los datos isotópicos –y las reconstrucciones paleodietarias subsiguientes– son intrínsecos a los restos esqueléticos de un individuo. En general, las inferencias intra e intergrupales sobre la subsistencia necesariamente agrupan los individuos en unidades de análisis que abarcan escalas mayores de tiempo y/o espacio. Si se trabaja con conjuntos transgeneracionales (Barberena et al. 2004), es pertinente profundizar en los factores básicos que caracterizan a las conductas mortuorias y el registro bioarqueológico (Guichón et al. 2001). Específicamente para los análisis comparativos en el eje espacial, el lugar y el modo de depositación del cuerpo merece una consideración particular.

La variabilidad de las prácticas mortuorias entre los cazadores-recolectores está vinculada a las estrategias de aprovisionamiento, sus patrones de movilidad y su demografía (Walthall 1999; Barrientos 2002; Tessone 2003; Rizzo 2013) entre otros factores (Carr 1995). En sociedades con alta movilidad residencial y rangos amplios, se espera que la depositación final del cuerpo ocurra cerca del lugar de deceso, *ya sea dentro o fuera de su rango de acción* (Walthall 1999: 3). Este último punto del modelo de depositación expeditiva del cuerpo fue planteado por el autor en base a los modelos de asentamiento para poblaciones del Holoceno temprano. En fases estabilizadas de ocupación (Borrero 1989-1990), podría interpretarse “fuera” del rango de acción como la zona extendida en la macroescala de la movilidad. Por otra parte, también se relaciona con la alta movilidad una baja segregación entre el lugar de depositación y el espacio donde se realizan otras actividades (Walthall 1999).

En otro modelo acerca de las conductas mortuorias de los cazadores-recolectores, Barrientos (2002) incluye no sólo la movilidad, sino también la densidad poblacional como un factor crucial. Una de las hipótesis de trabajo afirma que el número de individuos depositados en un lugar determinado estará negativamente correlacionado con el número de movimientos residenciales. Esta relación se ve afectada por situaciones de

circunscripción espacial, y “el grado y tipo de reocupación de lugares particulares en el paisaje” (Barrientos 2002: 231; traducción propia). Dicha particularidad podríamos pensarla en relación a los lugares persistentes, como conceptualizaba Schlanger (1992); por ejemplo, la reutilización de hábitats construidos (Zangrando 2018).

La variabilidad en los modos de disposición y tratamiento del cuerpo es uno de los factores que determinan la preservación de los individuos en los conjuntos bioarqueológicos. Esto es lo que se observa en la revisión sistemática de las fuentes etnohistóricas y etnográficas del canal Beagle y sus expectativas materiales, las que profundizaremos en el siguiente capítulo (Orquera y Piana 1999b; Tessone 2003, 2014). Finalmente, los procesos de formación (Guichón et al. 2001) y las estrategias de muestreo (por ejemplo, Dillehay 1997) también inciden en la configuración del registro arqueológico bajo estudio. Considerando estos últimos factores, un sesgo evidente del conjunto bioarqueológico del canal Beagle es la bajísima visibilidad de los individuos inhumados o incluso cremados en el bosque (Tessone 2014), mientras que los individuos depositados en la costa tienen mayor representación, al menos por las condiciones tafonómicas que favorecen su rápido sepultamiento y/o exposición (Guichón et al. 2001). En Península Mitre, se suma como otro condicionante la discontinuidad de las campañas arqueológicas en la región (Tessone et al. 2011).

Para finalizar esta sección, reiteramos que el análisis de las características del nicho isotópico a nivel intergrupar —amplitud, posición y superposición— debe considerar cuestiones como el lapso abarcado por el conjunto de individuos y las características generales del paisaje arqueológico. La amplitud del nicho isotópico, su descripción como “acotado” o “amplio”, puede ser en referencia a otro grupo de individuos; o al lapso abarcado por el conjunto en sí mismo. Por otra parte, de un espacio caracterizado por diferentes evidencias arqueológicas como nodo poblacional (Barberena et al. 2017) o lugar persistente (Schlanger 1992), se puede hipotetizar que los individuos allí encontrados conforman un nicho isotópico con amplitud restringida. Finalmente, subdivisiones menores en grupos dentro de una unidad espacial —ya sea en base a consideraciones biogeográficas u otras— pueden diferenciarse en el grado de superposición de los nichos isotópicos entre sí. La combinación de marcadores paleodietarios y de movilidad, y la asimetría de las superposiciones de nicho, podrían interpretarse como coexistencia de grupos diferentes en un mismo espacio.

2.4 La datación radiocarbónica y el efecto reservorio marino

El contenido y la actividad de ^{14}C en el océano son diferentes a los de la atmósfera, porque el $^{14}\text{CO}_2$ se difunde más lento en el agua. A su vez, las zonas profundas del océano no están en contacto con el aire intercambiando $^{14}\text{CO}_2$ (Hua et al. 2009). Los organismos que fijan el carbono de este reservorio y los consumidores sucesivos tienen una

concentración menor de ^{14}C que los organismos terrestres. Por este motivo, materiales como las valvas y el colágeno de los individuos que consumieron recursos marinos (Arneborg et al. 1999) aparecen como más antiguos que las muestras contemporáneas de origen terrestre. Este fenómeno se denomina efecto reservorio marino o MRE por sus siglas en inglés (Stuiver et al. 1986). Su magnitud se mide como la edad del reservorio marino o MRA por *Marine Reservoir Age* (Alves et al. 2019).

Los años ^{14}C de dichos materiales se convierten en años calendáricos calibrándolos con curvas globales como Marine13 (Reimer et al. 2013). Estas curvas estiman la respuesta de la capa superficial del reservorio oceánico ante cambios en el contenido de ^{14}C en la atmósfera (Alves et al. 2019). Cuando se ingresan los años ^{14}C en programas como CALIB (Stuiver y Reimer 1993), en la calibración está contemplado una **edad del reservorio global de la capa mixta del océano**¹⁴ y sus variaciones en el tiempo, denominado con la letra *R* (Hughen et al. 2004, Figura 2.7).

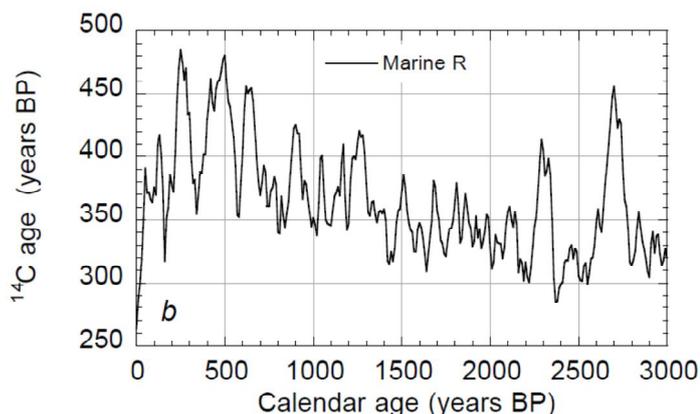


Figura 2.7. Variación en la edad del reservorio marino *R*, calculado como la diferencia entre la curva IntCal04 y el modelo de difusión en el océano. Tomado de Hughen et al. (2004).

La calibración de los fechados en muestras de origen marino requiere el ingreso de un dato adicional, que es el *offset* o la **compensación regional adicional (ΔR)**. Es la diferencia entre la edad modelada del reservorio marino global y la edad del reservorio regional (Alves et al. 2018). Puede tener un valor positivo o negativo. En el primer caso se interpreta que la edad del reservorio regional es más antigua que la global, y se asocia con zonas de surgencia de aguas profundas (Dumond y Griffin 2002). Algunos ríos contribuyen con carbono “antiguo” disuelto de su cauce. A la inversa, un valor negativo indica una

¹⁴ Traducción de *global mixed-layer reservoir age*. Las aguas superficiales del océano corresponden aproximadamente a los primeros 75 m de profundidad (Stuiver et al. 1986). Su actividad de ^{14}C es intermedio entre el de la atmósfera y el de las aguas profundas del océano porque se mezclan el carbono de ambos reservorios (Alves et al. 2018).

edad más joven del reservorio regional, que puede ser causado por el aporte de agua dulce con materia orgánica terrestre, entre otros factores (Merino-Campos et al. 2018). Además de la variación geográfica, ΔR también puede fluctuar a través del tiempo dependiendo de las condiciones locales (Martindale et al. 2018). Dicho patrón se relaciona con cambios en la circulación oceánica y el ciclo del carbono; los que en última instancia están determinados por cambios oceánicos y climáticos a diferentes escalas (Ascough et al. 2005; Hua et al. 2015).

En la región de estudio, ΔR se ha calculado de dos formas. Uno de los métodos utiliza pares de dataciones radiocarbónicas de muestras contemporáneas, una de origen terrestre y otra marino en el mismo contexto de depositación (Ascough et al. 2005). Con los especímenes del Segundo Componente de Túnel I, Albero et al. (1986) obtuvo un resultado¹⁵ de $\Delta R = 620 \pm 140$ años ^{14}C . No obstante, se recuerda que un único par de mediciones puede ser engañoso acerca de la variabilidad del *offset* regional (Cook et al. 2015). Algunos trabajos sugieren tomar múltiples pares de un mismo contexto estratigráfico, para reducir también el error de elegir muestras que no sean contemporáneas (Martindale et al. 2018). Dado el esfuerzo y la inversión que implica una estrategia semejante, los últimos trabajos están avanzando en la construcción de curvas regionales de calibración (Alves et al. 2019)

Otro método es medir la edad ^{14}C de una muestra marina –comúnmente valvas de moluscos– y comparar la diferencia con su año de recolección. De este modo, Merino-Campos et al. (2018) estimaron valores de ΔR a lo largo de la costa chilena. La estimación de la media ponderada ($n=9$) es 52 ± 47 años ^{14}C para el sur de la Patagonia, entre 51° y 54° S. Dicha magnitud es bastante diferente al ΔR calculado para Túnel I, y hay varios factores a tener en cuenta. Las muestras chilenas fueron recolectadas entre 1939 y 1956, y en localidades relativamente expuestas a aguas abiertas. El mismo trabajo menciona un valor de 220 ± 46 años ^{14}C en Puerto Natales, ubicado al interior de un fiordo. En última instancia, el conocimiento de las condiciones oceanográficas locales debería guiar la selección del ΔR para la calibración (Alves et al. 2018).

En síntesis, la consideración del efecto reservorio marino y la compensación regional adicional es sumamente relevante en los contextos arqueológicos costeros. La calibración de los fechados realizados sobre restos óseos humanos necesariamente incluyen estos parámetros, y pueden ser determinantes para contextualizar los individuos como de momentos pre o postcontacto (Reyes et al. 2019; 2022).

¹⁵ En la actualidad, el procedimiento incluye convertir los años ^{14}C de la muestra terrestre en la edad modelada con la curva marina, y calcular su diferencia con los años ^{14}C de la muestra marina (Reimer y Reimer 2017).

Capítulo 3: El ambiente del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados. Ecología y paleoecología

En el sur de Sudamérica, la Isla Grande de Tierra del Fuego es la isla más extensa del Archipiélago Fueguino (Coronato 2014). A partir de la síntesis de diferentes trabajos, la Isla Grande puede dividirse en cuatro unidades en base a sus condiciones geográficas y la vegetación actual (Figura 3.1): hacia el norte se distinguen la estepa y el ecotono; hacia el sur, la cordillera que se extiende con rumbo oeste-este cubierta por el bosque mixto subantártico; y el bosque perenne con turbales en el extremo oriental (Moore 1983; Tuhkanen 1992; Collado 2007; Coronato et al. 2017). En este capítulo caracterizamos el ambiente de estas dos últimas unidades que comprenden al canal Beagle y Península Mitre. La Isla de los Estados se incluye en la misma unidad ambiental que Península Mitre (Coronato et al. 2017). Sin embargo, presenta un relieve fuertemente irregular (Ponce et al. 2011, Ponce y Fernández 2014) y ciertas características particulares como isla *offshore* en relación con la Isla Grande de Tierra del Fuego (Horwitz 1990). En estas unidades, relevamos las características climáticas y algunos aspectos generales del paisaje pertinentes en la discusión de la movilidad prehistórica, como la densidad de vegetación; la presencia de los cuerpos de agua (Pallo y Borrero 2020); y la geomorfología de la costa para la navegación (Horwitz et al. 1990; Orquera y Piana 1999b; Vázquez et al. 2011; Bjerck 2013).

En relación con los modelos de la ecología del comportamiento humano, reseñamos la estructura de los recursos y la historia paleoecológica del área. A su vez, sobre los recursos, describimos el nicho ecológico de las presas y las características de las cuencas hídricas. El conocimiento de estas condiciones, de forma integrada, guía las expectativas sobre la ecología isotópica local, sus variaciones temporales, y las interpretaciones sobre la dieta y la movilidad de los grupos humanos.

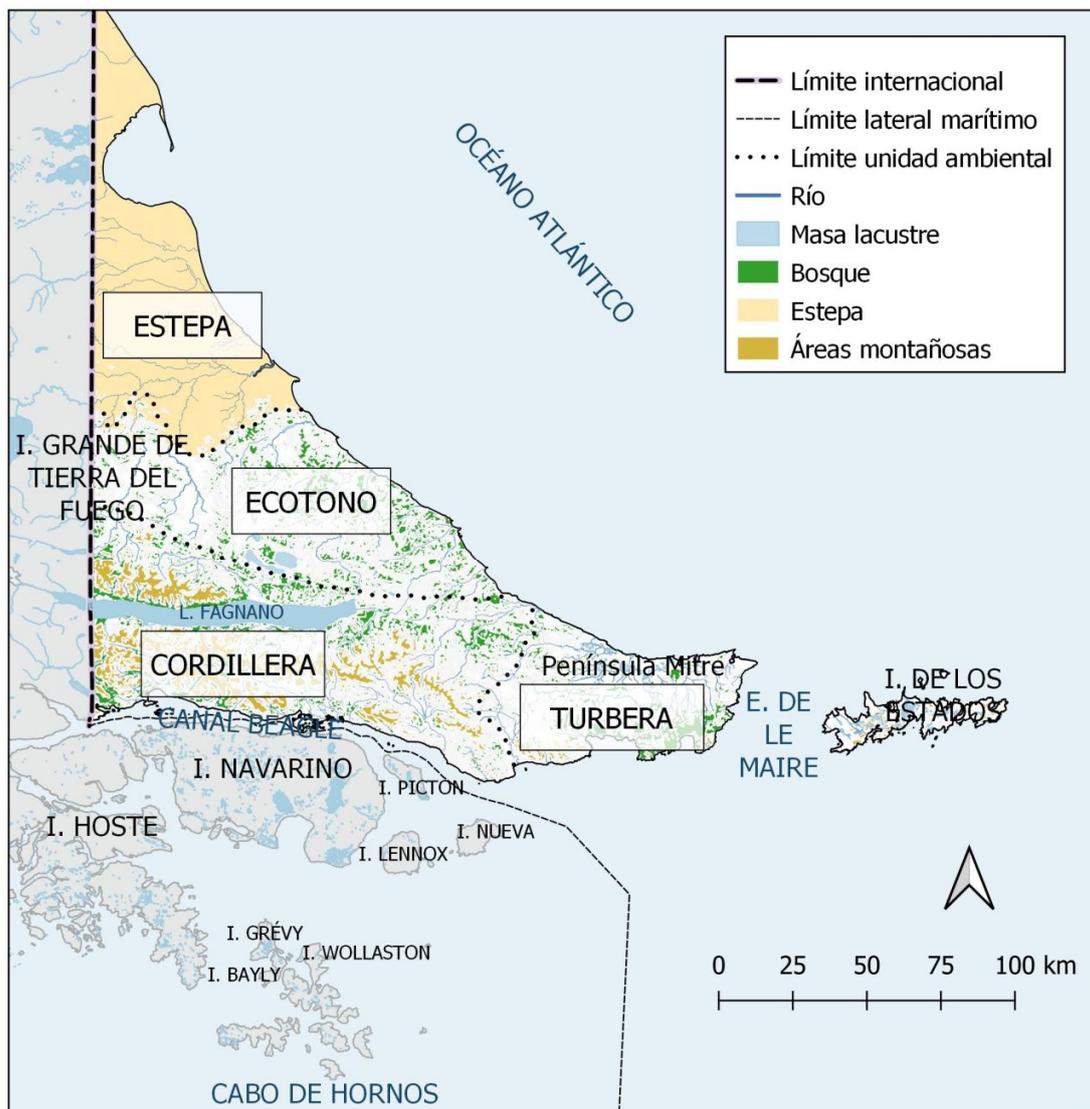


Figura 3.1. Unidades ambientales en el sector argentino de la Isla Grande de Tierra del Fuego y áreas mencionadas en el capítulo. Modificado de Collado (2017).

3.1 La región cordillerana, el canal Beagle y las islas del archipiélago fueguino

De acuerdo con su ubicación latitudinal, el régimen climático de la Patagonia está marcado por los núcleos de altas presiones subtropicales entre las latitudes 20°S y 40°S sobre los océanos Atlántico y Pacífico, y los núcleos de baja presión antártica al sur de los 60°S (Rohli y Vega 2015). Está íntegramente expuesta a la zona de circulación de los vientos del oeste o *westerlies* del Hemisferio Sur. El clima de la costa sur de Tierra del Fuego se clasifica como templado-frío oceánico (Iturraspe y Schroeder 1999), con una temperatura media de 6°C. Los vientos del oeste y del sur son los que aportan las lluvias, con un gradiente decreciente de oeste a este a lo largo de la costa sur de la Isla. Las

precipitaciones anuales son entre 500 y 600 mm (Coronato 2014). Este monto es mayor al que se registra en el norte de la isla, menor a 300 mm. Iturraspe y Schroeder (1999) remarcan que por las bajas temperaturas la evapotranspiración es reducida e incluso la topografía y la textura del suelo producen un drenaje deficiente. A partir de punta Moat, la tendencia en el gradiente de precipitaciones se invierte y aumenta hacia el extremo oriental de Tierra del Fuego e Isla de los Estados (Bujalesky et al. 2008).

La Cordillera Fueguina es la única porción andina con rumbo oeste-este. En el sector occidental alcanza las alturas máximas, con lo que se observan fuertes pendientes sobre el fiordo Yendegaia en Chile. Desde el manto de hielo de montaña descargan glaciares en diferentes direcciones. Hacia al este de la Cordillera Darwin, los glaciares se reducen a los circos de montaña (Coronato et al. 2017). El paisaje entre las cabeceras del lago Fagnano y la costa del canal Beagle es básicamente montañoso, con fuertes pendientes y escasos pasos de montaña. Los cordones serranos se disponen de oeste a este y están separados por valles interiores. Desde el punto de vista de una movilidad pedestre, son pocas las zonas bajas que permiten el tránsito entre esta región y el norte de la Isla (Coronato 2014) y el paso se dificulta especialmente durante el invierno (Mansur y De Angelis 2013). El lago Fagnano también condiciona la movilidad en dirección nortesur, ya que solo es posible el paso al este de las cabeceras del lago o al oeste, cerca de la desembocadura del río Azopardo en Chile (op.cit.).

La mayor parte de la variación en la vegetación se explica por las condiciones oceánicas a altas latitudes, la orientación de la cordillera fueguina y los *westerlies* predominantes (Allué et al. 2010). La acción erosiva glacial actúa sobre las laderas de los cordones montañosos (Coronato et al. 2017), donde se desarrollan suelos someros cubiertos por un denso Bosque Magallánico (Figura 3.2). Las especies predominantes son del género *Nothofagus*: el guindo (*N. betuloides*) y la lenga (*N. pumilio*). El ñire (*N. antarctica*) es más abundante en el ecotono bosque-estepa y en los bordes de turbales y arroyuelos (Frangi et al. 2004). A partir de la densidad de la vegetación y la pendiente, varios sectores se clasificarían como de resistencia media-alta para la circulación humana, tomando como referencia los modelos para Patagonia meridional (Pallo y Borrazzo 2020).



Figura 3.2. Bosque Magallánico en Playa Larga, canal Beagle.

Los eventos glaciológicos que ocurrieron durante el Último Máximo Glacial estructuraron la geomorfología actual de los archipiélagos, golfos, fiordos y canales en la Patagonia austral (Palacios et al. 2021). La evolución geomorfológica más reciente del canal Beagle justamente está relacionada a las glaciaciones y fluctuaciones del nivel del mar¹⁶ (Isla et al. 1999). El canal Beagle es un antiguo valle tectónico que fue rápidamente inundado por el mar luego del Dryas temprano, en torno a los 11000 AP, y luego se estableció un ambiente marino (Bujalesky 2011). Actualmente conecta el extremo sur de los océanos Pacífico y Atlántico, y se extiende unos 165 km con orientación oeste-este, desde la unión de los Brazos Noroeste y Sudeste hasta su boca oriental cerca de punta Moat (Coronato 2014). La costa norte del canal Beagle corresponde a la Isla Grande de Tierra del Fuego; la costa sur comprende las islas Hoste y Navarino. Dichas islas están separadas por el canal Murray. El ancho promedio del canal Beagle es de 10 km. Se reduce a un mínimo de 1,8 km en la zona de la isla Gable, en el paso Mackinlay (Bujalevsky et al. 2008). A partir de citas etnográficas, Borrero et al. (2020) plantea que la movilidad lineal a lo largo del canal Beagle sería más frecuente que su cruce regular, más dependiente de las condiciones climáticas¹⁷.

¹⁶ Por ejemplo, las reconstrucciones paleogeográficas de la bahía Cambaceres indican que con la transgresión marítima del Holoceno medio, la bahía tenía una mayor conexión con el mar. Esto habría favorecido la colonización de un ecosistema de macroalgas con los peces costeros asociados (Zangrando et al. 2016); actualmente la bahía tiene una configuración semicerrada. Estas variaciones ambientales tienen su correlato en la composición del conjunto zooarqueológico y las estrategias de pesca inferidas (op.cit).

¹⁷ No obstante, hay menciones de navegación en el canal bajo condiciones climáticas adversas (Bridges 1867: 164; Bridges 1873: 91; Orquera y Piana 1995b).

La masa de agua del canal Beagle proviene principalmente de la Corriente del Cabo de Hornos que transporta aguas subantárticas (Giesecke et al. 2021), pero los procesos costeros están fuertemente influenciados por las descargas de agua dulce de los glaciares y los ríos (Palacios et al. 2021). Las variaciones químicas y físicas del agua – particularmente la estratificación termohalina– en los sectores interiores definen un comportamiento estuarino del canal Beagle (Isla et al. 1999). Asimismo, las láminas topográficas sumergidas a la altura del canal Murray y el paso Mackinlay limitan la circulación de las aguas oceánicas a lo largo del canal Beagle, observándose la formación de microcuencas con propiedades bióticas y abióticas distintivas (Giesecke et al. 2021). Hacia el este del paso Mackinlay, las aguas se tornan más salinas, oxigenadas y ligeramente más cálidas (op. cit.). Estas propiedades se retoman en la sección de “Historia paleoambiental”, ya que son relevantes para la estimación de paleotemperaturas a partir de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en el carbonato de las valvas (Morán et al. 2021; Pérez 2021).

Las playas elevadas, que alcanzan una altura entre 1,5m hasta 10 m sobre el nivel del mar actual, son una característica distintiva de la geomorfología costera del canal Beagle (Gordillo et al. 1992; Bujalesky et al. 2008). Se formaron durante la transgresión y regresión marina del Holoceno, cuya extensión máxima se sitúa entre los 8500-6500 años cal. AP (Coronato et al. 2022).

A diferencia de la movilidad pedestre, se dispone de menos modelos acerca de la influencia del ambiente sobre la navegación prehistórica en términos de la velocidad¹⁸ y los costos del movimiento (Verhagen et al. 2019). El angostamiento del canal cerca de la isla Gable limita los efectos de las corrientes de marea del este y del oeste (Bujalesky et al. 2008); con condiciones de navegación más protegidas que el estrecho de Le Maire o las islas cercanas al Cabo de Hornos, donde se encuentran los océanos Atlántico, Pacífico y la corriente circumpolar (Ortiz-Troncoso 1975; Rozzi et al. 2007). Las olas son bajas, generadas por los vientos del suroeste (Bujalevsky et al. 2008). El estilo de vida marítimo y la navegación estructuran la función y el patrón de asentamientos en las costas en lugares adecuados para desembarcar (Horwitz 1990; Bjerck 2016). Con criterios similares sobre los rasgos geográficos y las posibilidades para la ocupación humana, Orquera y Piana (1999b) diferencian tres porciones en el canal Beagle. La porción occidental en torno a la punta División se describe como el menos favorable para habitar, por la presencia de los campos de hielo de la cordillera Darwin que llegan casi hasta el nivel del mar; la violencia del oleaje y las costas con rápido declive. La porción central, desde bahía Yendegaia hasta Almanza, es más favorable por la presencia de costas bajas y condiciones climáticas menos extremas. La porción oriental que se extiende desde Almanza hasta la boca la boca

¹⁸ Orquera y Piana (1999b) citan diversas condiciones de navegación en fuentes etnográficas: ya sea de noche, con mal tiempo o en mar abierto. Se mencionan distancias recorridas en canoa de hasta 65 km en dos días, que disminuyen significativamente con viento en contra.

oriental del canal también presenta bahías profundas y bien reparadas, y además hay valles amplios que facilitan el acceso al interior de la Isla Grande. Finalmente, las islas pequeñas del canal Beagle —definidas por su superficie menor a 1 km²— pueden considerarse como enclaves geográficos clave en un patrón de asentamiento marítimo (Horwitz 1990); tanto por la presencia de colonias de aves y pinnípedos, como la posibilidad de refugiarse frente a condiciones climáticas adversas para la navegación (Tivoli et al. 2022). En el sector argentino del canal Beagle hay alrededor de 49 islas pequeñas distribuidas en aproximadamente 10 grupos. En términos generales, se caracterizan por la escasez de fuentes de agua permanentes y baja cobertura arbórea (op.cit).

Con tecnologías de navegación, las costas se consideran más bien como puentes hacia otras comunidades costeras; de donde parten las embarcaciones se organizan otras actividades, y se facilita la interconexión con otros grupos que bordean el mismo cuerpo de agua (Ford 2011a, b). Por lo tanto, la costa norte del canal Beagle y sus aguas se consideran en un sistema interrelacionado con los canales e islas magallánico-fueguinas (Horwitz 1990; Orquera y Piana 1999a; Martinoli 2018). Borrero et al. (2020) distinguen principalmente dos sectores a partir de la isohieta de los 1000 mm (Rozzi et al. 2007). El sector centro-oriental abarca las islas más orientales como las islas Picton, Lennox e Isla de los Estados; y también podemos incluir la isla Navarino. El sector sudoccidental bordea la península Brecknock, las costas sudoccidentales de la isla Hoste y la cadena de islas que llegan al cabo de Hornos. En contraposición a la cita de Ford (2011a, b), este último autor advierte que la “conectividad no implica regularidad en la interacción, sino solo la posibilidad de comunicación” (Borrero et al. 2020: 52). En efecto, la franja occidental del archipiélago se encuentra más expuesta al océano Pacífico austral y su conectividad sería menor en comparación a las zonas más abrigadas hacia el norte y el este.

El gradiente de precipitaciones se orienta en forma diagonal, con mayores precipitaciones en el noroeste y disminuye hacia el sudeste (Aguirre et al. 2021). Este gradiente define la distribución de las formaciones vegetales en el conjunto de islas. El bosque siempreverde en los bordes costeros está dominado por el guindo, junto con otras especies perennes como el canelo (*Drimys winteri*) y la leña dura (*Maytenus magallanica*). Las turberas y praderas se asocian principalmente a las zonas más expuestas a los vientos intensos, y son la formación vegetal con mayor presencia en el sector sudoccidental del archipiélago fueguino (Heusser 1995; Aguirre et al. 2021). En términos de superficie, el ambiente que le sigue en relevancia es el glaciario. Tal como mencionamos, los campos de hielo de la Cordillera Darwin imponen condiciones extremas de bajas temperaturas y alta radiación UV (op.cit).

3.2 Península Mitre

Al estar expuesto a los vientos húmedos del sudoeste, el clima de Península Mitre es más oceánico que el del tramo central del canal Beagle (Iturraspe et al. 2012). No hay observaciones climáticas continuas, pero se lo ha caracterizado como húmedo subantártico oceánico (Ponce et al. 2011) siguiendo la clasificación de Wace y Holdgate (en Tukhanen 1992); o frío húmedo oceánico (Coronato et al. 2017) sin diferenciarlo del canal Beagle central, en base a los elementos climáticos de nivel térmico, régimen térmico y régimen hídrico. En el valle del río Moat se reportó una precipitación promedio de 790 mm anuales (Frangi et al. 1997). Dicho valle se considera como el límite occidental de Península Mitre, mientras que el río Irigoyen marca su límite noroeste (Grootjans et al. 2014). El monto máximo anual se estima en 1000 mm en el extremo sudeste, a la altura de Bahía Valentín y Bahía Buen Suceso (Ponce et al. 2011). Las masas de aire cargadas de humedad desde el sur ingresan directamente, sin los impedimentos orográficos de la zona occidental del canal Beagle (Borromei et al. 2014). La composición de los turbales también se interpreta como un indicador biológico del clima (Heusser 1995). En el valle de Moat se registra mayor frecuencia de *Astelia pumila*. Dicha especie se mantiene en condiciones ventosas y muy lluviosas, a diferencia del *Sphagnum* que prefiere sitios protegidos del viento (Iturraspe et al. 2012). Esta observación se repite en el litoral norte de la península a la altura del río Policarpo; sobre este margen, el gradiente de precipitaciones O-E sería más marcado que en el litoral meridional (Grootjans et al. 2014). Asimismo, la sierra Noguera genera una diferenciación ambiental entre su vertiente norte y sur. En la porción noroeste de la península crece el bosque magallánico caducifolio, mientras que en el extremo sudeste se distingue el bosque siempreverde, con asociación de guindo, canelo y leña dura (Ponce et al. 2011).

Lo que distingue a esta región es la turbera como tipo dominante de ecosistema, ocupando el 45 % de la superficie. Las abundantes charcas y otros cuerpos de agua cubren otro 22 % (Iturraspe et al. 2012). Coronato (2017) lo describe como un paisaje de relieve bajo cubierto por turbales en carpeta, único en la Patagonia. En este sentido es difícil comparar sus características con los modelos disponibles para la circulación humana. Por ejemplo, si bien los márgenes lacustres se consideran áreas *buffer* atractivas (Pallo y Borrazzo 2020), las numerosas charcas de las turberas serían más obstáculos para atravesar (Figura 3.3). La cobertura vegetal no es densa, pero solo se menciona a las turberas de *Astelia* como compactas, bajas y densas (Borromei et al. 2014) sobre las que se puede caminar cómodamente (Roig y Roig 2004). No obstante, Vidal (1985) señala que esta unidad ambiental presentaría vías favorables para la circulación; y cita un “probable

camino de indios”¹⁹ mencionado por Ramón Lista, conectando las bahías Buen Suceso, Valentín y Aguirre. Los bosques crecen sobre sustratos secos, pero con pendiente (Iturraspe et al. 2012), lo que ofrecería cierta resistencia para la circulación²⁰. Este tipo de turbera, de aspecto irregular con microrrelieves interrumpidos por charcas (Borromei et al. 2014), se desarrollan en cercanía a las costas. Hacia el interior, con condiciones más continentales, son gradualmente reemplazadas por turberas de *Sphagnum*.



Figura 3.3. Turberas en Península Mitre. Autor: Martín Vázquez.

En cuanto a las costas de la península, hay diferencias también en la geomorfología entre los litorales norte y sur. La costa atlántica y sus barrancas son bajas, así como los acantilados de mediana altura. Las playas son amplias y se intercalan con cabos y puntas

¹⁹ Por otra parte, el término “camino de indios” se utilizaba para ciertos pasos terrestres por el que se trasladaban las canoas desarmadas, permitiendo acortar las rutas de navegación (Laming-Emperaire en Ortiz-Troncoso 1975).

²⁰ A modo ilustrativo, contamos con la descripción de Ramón Lista (1887: 119) en su travesía por el extremo oriental fueguino: “Estamos acampados en un claro del bosque, sobre tupida maleza que oculta un suelo esponjoso del que brota agua á nuestro paso (...) apesar de mis deseos de llegar hoy mismo á [Bahía] Tétis, he tenido que detenerme en este sitio desagradable, que solo dista dos millas de esa bahía (...) Toda la comarca recorrida hoy, es muy accidentada, y la forman, superficialmente, terrenos modernos, cubiertos de vegetales inútiles y molestos (...)”.

(Vázquez et al. 2012). La extensión de las plataformas de abrasión se plantea como un obstáculo para el desembarco (Lanata 1996). Además, la costa atlántica presenta un oleaje de alta energía (Montes y Martinioni 2017). Hacia el este del río Policarpo la costa se hace más recortada y escarpada. Dichas condiciones se acentúan en el margen suroriental, con un relieve en general montañoso y abrupto (Ponce et al. 2011). Los acantilados se intercalan con bahías amplias, pequeñas caletas y ensenadas (Foto 3.4; Vázquez et al. 2011). Orquera y Piana (1999b) mencionan que al este de bahía Slogget disminuye la protección contra el oleaje que brindan las islas más meridionales, lo que para estos autores dificultaría la navegación.



Figura 3.4. Bahía Valentín, costa sur de Península Mitre.

3.2.1 Isla de los Estados

Se la considera como una isla *offshore* que habría estado integrada necesariamente a Península Mitre²¹ y otras localidades costeras en un patrón de asentamiento marítimo (Horwitz 1990). Está separada de la Isla Grande de Tierra del Fuego por 24 km; las aguas del Estrecho de Le Maire son sumamente agitadas porque se agolpan las corrientes que fluyen de sur a norte y los sistemas de mareas del Atlántico y el canal Beagle (Horwitz y Weissel 2011). El clima se clasifica como Frío Insular Oceánico. Hay mayor variación estacional en la temperatura que en oeste del archipiélago fueguino: la media es de 8,3°C en verano y 3,3°C en invierno. Las precipitaciones son muy frecuentes, con un monto anual de aproximadamente 1400 mm. Los vientos son fuertes y constantes, predominando en dirección noroeste y sudoeste (Ponce et al. 2011).

Con respecto al relieve, un cordón montañoso marca el eje longitudinal de la isla, con cerros de entre 400 y 800 msnm. El sector este presenta las geoformas de mayor altura, y hacia el oeste se suaviza un poco el relieve. En general, aunque las alturas máximas no son muy elevadas, el terreno es sumamente accidentado (op.cit). Sumado a la vegetación tupida que cubre el interior de la isla, se plantea que la ocupación humana

²¹ Por ejemplo, Isla (1994) plantea que la entrante de más de 3 km en Bahía Buen Suceso la hacen imprescindible como abrigo dentro del Estrecho de Le Maire, y etapa obligada para la navegación hacia Isla de los Estados.

habría estado circunscripta a la costa (Horwitz y Weisel 2011). Se reconocen hasta siete asociaciones de vegetación según la altitud y las características del terreno (Ponce y Fernández 2014). En las laderas bajas y valles predominan los *Nothofagus* y el canelo, especies típicas del Bosque Magallánico Perennifolio. Los sitios expuestos al viento se caracterizan por la Tundra Magallánica con mosaico de arbustos como la murtila y otras hierbas como *A. pumila*.

Las costas son muy recortadas y abruptas (Figura 3.5), con fiordos, bahías y caletas. En la costa meridional escasean las playas con declive suave. Las contadas playas arenosas son de dimensiones pequeñas. Por otro lado, la costa norte es menos escarpada (Ponce y Fernández 2014). En total hay 18 fiordos de dimensiones variadas. Bahía Crossley se ubica en el extremo occidental de la isla y correspondería a una clase más específica descrita como *fjärd*, por tener un relieve más bajo y sin forma de “U” en su corte transversal (op.cit).



Figura 3.5. Bahía Franklin, Isla de los Estados. Autor: Augusto Tessone.

3.3 La estructura de los recursos

En su caracterización para el aprovisionamiento de los recursos, se reconocen zonas ecológicas terrestres, litorales y pelágicas (Zangrando 2009). Esta diferenciación integra los criterios ecológicos a las posibilidades y condicionamientos que ofrecen para la subsistencia humana. Considerando la vegetación y la fauna presente en cada una de las zonas ecológicas, nos enfocamos en los taxones más consumidos por los grupos prehistóricos y su distribución espacial y temporal. En la descripción incluimos características de su alimentación y el hábitat, que resulten relevantes para evaluar sus valores isotópicos. Complementamos esta sección reseñando estructuras y procesos ecológicos relacionados a la distribución natural de los isótopos del carbono, nitrógeno y oxígeno.

3.3.1 Zona terrestre

Diversos autores registraron el consumo de hongos²² —por ejemplo, del género *Cyttaria* (Gusinde [1937] 1986: 537)— en el canal Beagle (Bridges [1870] 2010: 22; Koppers 1924). En cuanto a las bayas, los cronistas observaron el consumo de calafates (*Berberis buxifolia*), chauras (*Pernettya mucronata*) y murtillas (*Empetrum rubrum*) como las especies preferidas (Bridges [1948] 2010: 65-67, Orquera y Piana 1999b). Otros productos vegetales como las raíces de siemprevivas (*Armeria*), hojas de dientes de león (*Taraxum*), brotes de pasto *tussac* (*Poa flabellata*) son mencionadas más esporádicamente. Vignati (1941: 332) cita a Spegazzini, identificando una de las especies consumidas como *Azorella glebaria*. Lanata (1996) presenta una lista de especies comestibles de las bahías de Península Mitre y otras localidades sobre la costa atlántica. Las partes comestibles como los frutos están disponibles en verano, aunque las raíces estarían presentes todo el año. En Isla de los Estados, los arbustos de calafate aparecen en parches continuos de diferente extensión (Horwitz y Weissel 2011).

Entre los animales terrestres, el taxón más consumido por los cazadores-recolectores fue el guanaco (*Lama guanicoe*; Figura 3.6). En comparación con los guanacos procedentes de la estepa, los especímenes del bosque muestran diferencias significativas en la media de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ durante el Holoceno tardío (Kochi et al. 2020). Estos datos isotópicos apoyan un consumo regular de la vegetación del bosque, de modo similar a los análisis microhistológicos de heces de guanacos que habitan el ecotono bosque-estepa (Bonino y Pelliza Sbriller 1991; Soler et al. 2012, 2013; Arias et al. 2015). Otros taxones terrestres presentes son los cánidos (Figura 3.6) y los roedores. No obstante, sus presencias en contextos arqueológicos son entre extremadamente bajas a nulas. También pueden haber ingresado al registro por procesos postdepositacionales naturales (Santiago y Vázquez 2012).

²² Los hongos se describen como un recurso isotópicamente complejo. Pueden descomponer alimentos a diferentes niveles tróficos y reflejar variaciones isotópicas en relación con el substrato en el que crecen. Las especies comestibles más comunes en Europa presentan rangos de valores isotópicos de $-1,1\text{‰}$ a $+12,5\text{‰}$ en $\delta^{15}\text{N}$, y $-28,6\text{‰}$ a $-21,1\text{‰}$ en $\delta^{13}\text{C}$ (O'Regan et al. 2016).



Figura 3.6. Izquierda: guanacos en el bosque. Autora: Angélica Tivoli. Derecha: zorro colorado.

A grandes escalas espaciales y temporales, la distribución de los ungulados está determinada por factores abióticos como la altitud, la fertilidad del suelo y las precipitaciones (Flores et al. 2018). Los estudios sobre poblaciones modernas de guanacos se desarrollaron principalmente en la franja del ecotono al norte de la cordillera, donde son más abundantes. Montes et al. (2000) informa una densidad de 0,68 individuos/km² para toda la costa sur de la Isla, incluyendo ambos litorales de Península Mitre. No obstante, Merino y Cajal (1993) mencionan que el forraje de dicha región es de baja calidad, y las poblaciones responderían disminuyendo el tamaño medio de los grupos en comparación con los grupos que habitan ambientes abiertos.

Los estudios zoológicos proponen sus modelos de explotación centrándose en dos características de los guanacos: los movimientos estacionales y su comportamiento territorial y estructura social (Lanata 1996; Alunni et al. 2020). Se sostiene que hay al menos una población migratoria de guanacos y otra más sedentaria en la franja del ecotono, en respuesta a la estacionalidad. Durante el período no reproductivo –entre abril y comienzos de octubre– hay mayor densidad de guanacos en zonas poco elevadas; mientras que en el período reproductivo entre mediados de octubre y fines de marzo vuelven a ocupar zonas de mayor altura (Flores et al. 2018). En base a los movimientos de los guanacos, se postula que los radios de acción de los cazadores-recolectores fluctuaban estacionalmente (Alunni et al. 2020). En otros trabajos, se ha argumentado que dicho patrón migratorio no fue estudiado en las poblaciones de guanacos de Península Mitre. Por esta razón, se enfocaron en la predictibilidad de la captura de los grupos familiares territoriales y su relación con el emplazamiento de los sitios (Lanata 1996).

En Isla de los Estados no hay registro de la presencia de guanacos, ni de su consumo en momentos prehistóricos (Horwitz y Weissel 2011). Hay tres herbívoros introducidos entre mediados del siglo XIX y XX: la cabra doméstica, el conejo de Castilla y el ciervo colorado (Schiavini et al. 1999).

3.3.2 Zona litoral

Desde el punto de vista de la estructura de la red trófica costera, en la base se identifican tres fuentes primarias de energía (Riccialdelli et al. 2017): 1) la producción pelágica, que comprende la materia orgánica particulada (POM por sus siglas en inglés) y el fitoplancton; 2) las algas bentónicas y 3) la materia orgánica particulada en suspensión (SPOM). Finalmente, los detritos de las plantas terrestres C_3 también aportan materia orgánica a la red trófica costera. Estas fuentes tienen valores distintivos de $\delta^{13}C$ (plantas terrestres < POM < fitoplancton/SPOM < macroalgas; Riccialdelli et al. 2017) y los consumidores sucesivos reflejan isotópicamente la mezcla de estas diversas fuentes de energía. La corriente del Cabo de Hornos es la principal fuente de las aguas que ingresan al canal Beagle, transportando aguas subantárticas en profundidad con la mayor concentración de nutrientes. El agua dulce de deshielo de los campos de hielo de la Cordillera Darwin diluye dicha concentración de nutrientes (Giesecke et al. 2021). Variaciones climáticas que influyan en el aporte de aguas continentales con detritos (Bas et al. 2019), o el ingreso de aguas oceánicas pueden modificar la línea de base de $\delta^{13}C$ en el ecosistema costero (Riccialdelli et al. 2020). Por otra parte, la batimetría del canal y la geomorfología costera determinan variaciones espaciales en las propiedades físico-químicas del agua (Giesecke et al. 2021). La más notable es la diferenciación de un sector interior y exterior del canal Beagle, tomando como referencia hacia el oeste y al este de la isla Gable respectivamente (Iachetti et al. 2021).

En contraste con la zona terrestre, esta unidad ambiental se destaca por la diversidad de los recursos que ofrece para la subsistencia humana (Orquera y Piana 1999; Zangrando 2009). Las espesas franjas de algas pardas conocidas como cachiyuyos (*Macrocystis pyrifera*) se extienden a lo largo de la costa en donde hay sustratos rocosos. Estas alcanzan entre 10 a 15 m de profundidad. A estos “bosques” de algas se asocia una comunidad diversa de invertebrados y vertebrados (Adami y Gordillo 1999; Ríos y Mutschke 2009). Entre los peces, predominan los de la familia *Nototheniidae*. La mayoría de las especies son de hábitos demersales y su dieta se basa en pequeños crustáceos. Los doraditos (*Paranotothenia magellanica*) se diferencian por su hábitat intermedio y una dieta más amplia en comparación con el resto de las especies (Moreno y Jara 1984). Otra especie de nototénido (*P. tesellata*) presentó valores relativamente altos de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$, ocupando la posición trófica más elevada entre las especies de peces analizadas en bahía Lapataia (Riccialdelli et al. 2017). Las especies del género *Patagonotothen* son claves en la ecología trófica del canal Beagle (Ceballos et al. 2019); junto con otras especies pelágicas que también ingresan al canal, como los crustáceos *Munida gregaria* y las sardinas fueguinas *Sprattus fuegensis* (Diez 2018; Riccialdelli et al. 2020). Son de los pocos taxones, de posición trófica intermedia a baja y en gran abundancia, que conectan a los niveles inferiores y superiores de la red trófica marina (llamadas *wasp-waist species* en inglés); y

la dinámica poblacional de dichas especies parece cambiar con las variaciones climáticas (Riccialdelli et al. 2020).

En la zona intermareal, los mitílidos forman extensos bancos y predominan en un porcentaje abrumador de 96-99,7 % sobre lapas, caracoles y otros géneros de moluscos (Orquera 1999; Pérez 2020). Los mejillones (*Mytilus edulis*) y *Brachidontes* sp. son filtradores que retienen sustancias orgánicas suspendidas en el agua y tienden a mostrar los valores más bajos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ entre los consumidores (Riccialdelli et al. 2017). La abundancia de los mejillones no varía significativamente entre las estaciones, lo que evidencia estabilidad. No obstante, las variaciones espaciales relacionadas al sustrato, la exposición al oleaje y al agua dulce sí ejercen una marcada influencia sobre la diversidad y abundancia de los moluscos; por lo que se deberían considerar diferencias entre bahías (Ojeda et al. 2014). En comparación con los bivalvos, los gasterópodos son menos abundantes y ocupan otra distribución en el intermareal (Zangrando et al. 2017). Las lapas —por ejemplo, del género *Nacella*— y los quitones son invertebrados bentónicos que consumen algas, y tienden a valores un poco más altos de $\delta^{13}\text{C}$ que los filtradores (Riccialdelli et al. 2017). Además, la abundancia de algunas especies de lapas varía claramente entre las estaciones (Ojeda et al. 2014).

Los lobos marinos de un pelo (*Otaria flavescens*) y de dos pelos (*Arctocephalus australis*) son los depredadores tope más importantes en el ecosistema costero local (Riccialdelli et al. 2020). Asimismo, entre los pinnípedos que circulan en el canal Beagle, son los que más abundan en los conjuntos zooarqueológicos. Pueden bucear hasta una profundidad de 170 m. Comúnmente consumen peces, crustáceos y cefalópodos (Schiavini 1993; Falabella et al. 2009). Fuera del período reproductivo entre noviembre y diciembre, los machos adultos y juveniles de *A. australis* se desplazan a largas distancias, por aguas internas y externas del archipiélago fueguino. Las hembras adultas se alimentan cerca de las colonias de reproducción mientras amamantan a las crías. El período reproductivo de *O. flavescens* es entre enero y febrero, y las hembras tienen un patrón similar aunque con movimientos más acotados (Schiavini 1993; Martinoli 2012, 2018).

Los estudios zooarqueológicos resaltan que las especies de lobos marinos seleccionan costas distintas para sus colonias (Martinoli 2017). Los de dos pelos prefieren los espacios exteriores del archipiélago fueguino, como Isla de los Estados o Cabo de Hornos; los de un pelo se establecen tanto en islotes dentro del canal Beagle como en los sectores más expuestos en Península Mitre (Figura 3.7, Schiavini et al. 2004). El aprovechamiento de los animales también puede realizarse en la costa, y se considera un recurso altamente predecible en torno a las colonias anuales. Su concentración aumenta hacia el este de la península (Muñoz y Belardi 2011). Isla de los Estados alberga una de las mayores concentraciones de lobo marino de dos pelos en el Atlántico sur (Crespo et al.

2015) y una de las tres colonias de reproducción de lobo marino de un pelo en Tierra del Fuego (Schiavini et al. 2004).



Figura 3.7. Lobos marinos en el canal Beagle.

Son numerosas las variedades de aves en el litoral y algunas tienen hábitos gregarios. Los pingüinos magallánicos (*Spheniscus magellanicus*) forman colonias de reproducción hacia el fin de la primavera y hasta fines de marzo, alimentándose en sus alrededores (Figura 3.8). Fuera de este período se los halla en la plataforma del Mar Patagónico, tan lejos como a 500 km de las colonias (Falabella et al. 2009). Pueden bucear a más de 50 m. En las colonias de pingüinos de la isla Martillo, los estudios sobre los contenidos estomacales indican cierta flexibilidad en la dieta en relación con la disponibilidad de las presas. Su presa principal es la sardina fueguina (aproximadamente el 75 % de la biomasa consumida), seguida por los crustáceos *M. gregaria* y el calamar *Loligo gahi* (Scioscia et al. 2014). La sardina es la presa preferida de las aves marinas, pero su abundancia en el canal Beagle se concentra en el verano. *Munida* sp. se encuentra disponible durante todo el año, pero probablemente tiene menos valor nutricional que la sardina (Harris et al. 2016). En la comunidad costera del canal Beagle, las aves marinas se ubican en un nivel trófico más bajo que los pinnípedos (Ricciardelli et al. 2020).

Los cormoranes también se agrupan en colonias y no son aves migratorias. El cormorán imperial (*Phalacrocorax atriceps*) se nutre de peces e invertebrados marinos, pero los obtiene tanto en aguas someras como en aguas profundas y alejadas de la costa. El cormorán cuello negro (*Phalacrocorax magellanicus*) se alimenta de nototénidos y en menor proporción, de peces pelágicos, demersales e invertebrados de aguas someras (Raya Rey y Schiavini 2000; Tivoli 2010). De modo similar a los pinnípedos, las colonias de aves se consideran recursos predecibles (Zangrando et al. 2016).

Las observaciones sobre aves en el litoral norte de Península Mitre son más escasas, dirigidas a determinar la presencia de especies y su rango geográfico (Clark 1984).

Se menciona una colonia de cormorán imperial en Punta Lobería, y abundantes cauquenes playeros a lo largo de la costa (*Chloephaga hybrida*). Las colonias de aves marinas en Isla de los Estados son sumamente numerosas. El cormorán cuello negro se encuentra disperso a lo largo de los 290 km de costa. Una de las colonias más importantes de cormorán imperial y de pingüino penacho amarillo (*Eudyptes chrysocome chrysocome*) en Tierra del Fuego se ubican en esta isla (Schiavini et al. 1999). Los estudios isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ sobre plumas señalan baja variación isotópica entre los cormoranes imperiales en las islas Becasses, en el tramo oriental del canal, y la colonia en bahía Franklin, isla de los Estados (Harris et al. 2016).



Figura 3.8. Colonia de pingüinos magallánicos en Isla Martillo, canal Beagle.

3.3.3 Zona pelágica

La zona frontal estuarina fría que abarca el extremo sur de Sudamérica (Acha et al. 2004) es relativamente pobre en nutrientes, cuyo principal aporte proviene de las aguas oceánicas subantárticas. En términos generales, el fitoplancton es el único productor primario en aguas oceánicas. Junto con el zooplancton, sirven de alimento a otros animales pelágicos (Curtis y Barnes 1997). La sardina fueguina, *M. gregaria* y el calamar *Loligo gahi* son presas comunes de pinnípedos y cetáceos (Clarke y Goodall 1994; Riccialdelli et al. 2013, 2020).

A estos ambientes pertenecen las merluzas de cola (*Macruronus magellanicus*), aunque se ha observado que pueden varar en grandes cantidades en las costas del canal Beagle. Por el contrario, los peces sierra (*Thyrstites atun*) y otras especies de merluza (*Merluccius hubbsi*, *M. australis*) no se acercan a la costa y viven en aguas profundas entre 50 y 500 m (Lloris y Rucabado 1991; Zangrando 2003, 2009a). Todos estos peces predadores tienen comportamiento gregario.

Los cetáceos suelen ingresar a los canales. Entre los más comunes se hallan las toninas overas (*Cephalorhyncus commersonii*) y otros delfínidos como *Lagenorhyncus australis*. Predadores tope altamente móviles, las toninas son oportunistas y se

alimentan preferentemente de peces de la plataforma continental. *L. australis* es observado frecuentando canales y fiordos con cinturones de cachiyuyos y consume peces demersales (Ricciardelli et al. 2010).

Los albatros de la familia Diomedidae se caracterizan por estar entre las aves voladoras más grandes y más oceánicas: no se aproximan a la tierra excepto para la reproducción. Establecen sus colonias en islas oceánicas remotas y pasan la mayor parte de su tiempo en medio del océano. Su alimentación se compone de peces y calamares. Los albatros de ceja negra (*Diomedea melanophrys*) son de las especies menos pelágicas, siendo visibles desde las costas (Tivoli 2010). Fueron avistados en torno a Isla de los Estados, por lo que al menos se alimentarían en las aguas adyacentes (Schiavini et al. 1999).

3.4 Hidrología

El paisaje de Tierra del Fuego presenta una gran cantidad de cuerpos de agua dulce y dispersos por casi toda su superficie, por lo que no sería un recurso crítico para las poblaciones humanas (De Angelis 2015). Dado que las mediciones directas de $\delta^{18}\text{O}$ sobre las aguas modernas son escasas (Colonese et al. 2012), debemos tener en cuenta características generales de la vertiente del canal Beagle para modelar la distribución espacial de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (Coronato et al. 2017). El régimen de los ríos es pluvionival, con crecidas desde octubre a diciembre por fusión nival. El estiaje –el período de aguas bajas– se alcanza entre febrero y abril. Los aportes hídricos a lo largo del canal fueron agrupados en cinco sectores diferentes (Isla et al. 1999; Coronato et al. 2017). En la Tabla 3.1 se observa que la mayoría de los ríos reciben aportes de la fusión de hielo o nieve.

Sector	Aporte	Características
Extremo occidental	Manto de hielo de la Cordillera Darwin	Ríos cortos y glaciares de descarga
Entre las bahías Yendegaia y Ushuaia	Cuencas interiores de la Cordillera Fueguina, con emisarios lacustres y de glaciares de circo.	
Entre las bahías Ushuaia y Brown	Laderas y valles de altura de las Sierras Sorondo.	Ríos cortos y de menor caudal que los mencionados
Entre la bahía Brown y la Punta Navarro	Cuencas interiores por valles con numerosas turberas. Aporte de tributarios desde los valles de altura, algunos	

	originados en glaciares de circo.	Con diseño meandroso
Sector oriental del Canal Beagle hasta bahía Sloggett	Cuencas ocupadas por extensos y potentes turbales con numerosas charcas superficiales. Recogen el agua de la precipitación y fusión nival de la porción más oriental de la Cordillera Fueguina.	
Hacia el este de bahía Sloggett	Las turberas son el principal almacenaje y sistema de regulación de las cuencas hídricas.	Circuitos intrincados entre charcas y lagunas

Tabla 3.1. Características de los cursos de agua que desaguan en el canal Beagle y Península Mitre. Tomado de Isla et al. (1999), Iturraspe et al. (1998), Coronato et al. (2017).

Del área de Península Mitre se conocen menos estudios hidrográficos. Los ríos corren entre charcas y lagunas hasta desembocar en el océano (Coronato et al. 2017). Algunas de estas charcas son recargadas por agua subsuperficial rica en minerales (Grootjans et al. 2014). No hay glaciares que aporten a los ríos y la acumulación nival es poco persistente (Zangrando et al. 2014). Las turberas se caracterizan por presentar abundante agua en superficie y capacidad de almacenaje (Iturraspe y Roig 2000). Estas comunidades vegetales son el principal control sobre la escorrentía de las cuencas, aunque dicha propiedad depende de su superficie. Hacia el extremo oriental de Península Mitre, las turberas cubren alrededor del 80 % de la cuenca (Iturraspe et al. 2012). Hacia el noroeste de la península, el agua subsuperficial provee un aporte significativo en las cuencas.

Los cursos de agua en Isla de los Estados son cortos, corren rápidamente y tienen un caudal pequeño. Serían de régimen permanente por las abundantes precipitaciones y la superficie continuamente saturada. Hay lagos en valles glaciares y circos a diferentes alturas. Algunos están conectados en rosario y desaguan hacia la costa. Hay también cierto aporte de las turberas, que se distinguen por su característico color marrón rojizo (Ponce y Fernández 2014).

Una consideración importante es la introducción del castor (*Castor canadensis*) en la Isla Grande de Tierra del Fuego en 1946 (Anderson et al. 2009). Aunque tienden a ocupar los ríos más pequeños del sistema de drenaje (Coronato et al. 2003), esta especie exótica afectó prácticamente a todos los cursos de agua desde el canal Beagle hasta el Estrecho de Magallanes (Lizarralde et al. 2004; Rodríguez et al. 2020). Sus actividades impactan en la forma de los cauces, las planicies de inundación, reducen la velocidad de la corriente e incrementan la retención, por lo que tienden a crear las condiciones de un

ecosistema lacustre (Coronato et al. 2003; Anderson et al. 2009). La magnitud y la persistencia de estos efectos varían según las condiciones. Por ejemplo, el impacto de las castoreras en los humedales es menor, porque son áreas ya saturadas en agua (Lizarralde et al. 2004) En particular, las características físicas y químicas del agua son las menos alteradas (Rodríguez et al. 2020).

Con respecto a las precipitaciones, el Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA) administra el proyecto Global Network for Isotopes in Precipitation (GNIP), una red de medición del contenido isotópico de la precipitación en el mundo. La Argentina es integrante de este proyecto desde 1978, con el establecimiento de una Red Nacional de Colectores (RNC). Las precipitaciones mensuales y los datos climáticos fueron recogidos en la estación meteorológica de Ushuaia durante el período 1982-2002, con interrupciones en la última década. Las mediciones isotópicas se realizaron en el INGEIS (Dapeña y Panarello 1999). Los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en las precipitaciones mensuales de esta localidad se encuentran disponibles en la base de datos del GNIP. (Tabla 3.2; Daley et al. 2012).

	$\delta^{18}\text{O}$
N	225
Mín	-16,5
Q1	-12,1
Mediana	-11
Media \pm ds	-11,0 \pm 1,8
Q3	-9,8
Máx	-6,8

Tabla 3.2. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ (‰) de las precipitaciones mensuales correspondientes a la estación Ushuaia. Fuente: IAEA (2019)

Se ha señalado que la Estación Ushuaia (54°47'S-68°17'W, 10 m s.n.m) tiene características particulares debido a su latitud y la influencia del mar (Dapeña y Panarello 2008). La composición isotópica de las lluvias es muy empobrecida en oxígeno-18 y al mismo tiempo, es homogénea a lo largo del año (op.cit). No se observan relaciones estadísticamente significativas entre el monto de las precipitaciones o la temperatura y los valores de $\delta^{18}\text{O}$, lo que confirma la complejidad de las señales isotópicas en las precipitaciones de la región (Daley et al. 2012: 1461). Las principales fuentes de humedad de las precipitaciones se ubican en regiones australes hasta los 60° S, más una amplia

región del océano Pacífico. Una pequeña contribución proviene desde las áreas al sur del pasaje de Drake y áreas costeras atlánticas (Mayr et al. 2018).

3.5 Historia paleoecológica

Los proyectos sobre los cazadores-recolectores de la costa sur de Tierra del Fuego se preguntan cuál es la incidencia de las variaciones paleoambientales en sus estrategias de subsistencia, sobre todo a partir de las fluctuaciones en la disponibilidad de los recursos faunísticos (Fernández et al. 2018). Por otra parte, La distribución de los fechados radiocarbónicos y su evaluación conjunta con los fenómenos de deterioro climático remarcan el impacto de los episodios de enfriamiento climático durante el Holoceno medio y particularmente en el tardío (Ozán y Pallo 2019), sin descartar la interacción con procesos de crecimiento demográfico. Estos son los dos temas centrales reseñados en esta sección.

En una perspectiva isotópica, esta sección incluye consideraciones paleoecológicas que abarcan a la red trófica más amplia, ya que los grupos humanos son consumidores conectados a múltiples niveles de las redes tróficas terrestres y marinas (Maschner et al. 2009). Con este criterio, subdividimos la sección a partir de estos ambientes. No obstante, la variación isotópica en la línea de base, en relación con los parámetros paleoclimáticos, es uno de los puntos más complejos en la aplicación de los isótopos estables en Arqueología (Casey y Post 2011).

3.5.1 Ambiente terrestre

Los estudios dietarios a través de los análisis de isótopos estables necesitan conocer la historia paleoambiental del área de estudio: las interpretaciones deben considerar posibles variaciones en la línea de base (Casey y Post 2011) relacionadas con las fluctuaciones del sistema climático. En el ambiente terrestre, es central relevar cambios en las comunidades de vegetación. Estos pueden reflejarse en la composición de dieta de los herbívoros como los guanacos, que a su vez se traducirían en variaciones isotópicas que se transfieren a lo largo de la cadena trófica. Al mismo tiempo, las oscilaciones en la temperatura y la precipitación que generan modificaciones en las comunidades vegetales también afectan al ciclo del nitrógeno en el suelo. Pero en este caso es más difícil de modelar e interpretar sus efectos, ya que son procesos más largos en el tiempo. Por ejemplo, las mediciones de $\delta^{15}\text{N}$ en herbívoros europeos parecen estar “desfasados” en comparación con datos *proxy* como los conjuntos de escarabajos (Stevens et al. 2004).

En general, los cambios en las comunidades vegetales son interpretados en términos de las variaciones en el monto de las precipitaciones. A su vez estos se

relacionan con desplazamientos latitudinales y/o cambios en los *westerlies*²³; la posición del límite entre el océano y el hielo antártico; y la posición del Frente Polar Antártico (Markgraf y Huber 2010). De acuerdo a los análisis de $\delta^2\text{H}$ en testigos de turbales, las variaciones en la temperatura durante el Holoceno tardío no habrían estado acompañadas por cambios en la vegetación (Pendall et al. 2001). No obstante, la mayoría de los antecedentes relevados para Tierra del Fuego infieren variaciones también en la temperatura a partir de la expansión de los bosques.

A partir de estudios palinológicos, se afirma que el Bosque Magallánico cerrado se estableció en el canal Beagle desde los 7000 años cal. AP y 6500 años cal. AP en los valles interiores. Las condiciones habrían sido más frías y de mayor humedad efectiva en comparación con el Holoceno temprano (Borromei et al. 2016). Los archivos paleoambientales más orientales provienen de Moat (Borromei et al. 2014) y la Isla de los Estados (Ponce et al. 2011). El primer estudio también señala el desarrollo de las condiciones paleogeográficas y la fisonomía actual del Bosque Siempreverde y la Tundra Magallánica en torno a los 7000 años cal. AP. En Isla de los Estados, el bosque continuaría expandiéndose incluso hasta los 2700 años cal. AP. Uno de los picos más altos de frecuencia de ocupaciones humanas en el canal Beagle se ubica entre los 7400-6600 cal AP (Ozán y Pallo 2019). Este fenómeno es contemporáneo a la erupción del volcán Hudson en la Región de Aysen (Prieto et al. 2013). Por lo tanto, se interpreta que la concentración de las ocupaciones en áreas costeras como el canal Beagle refleja una estrategia de amortiguación del riesgo frente a condiciones ambientales extremas.

Dentro del Holoceno tardío, en torno a los 3200 años cal. AP se registra un abrupto descenso en el influjo polínico de *Nothofagus* en Isla de los Estados. De esto se infieren condiciones más cálidas y secas, posiblemente asociadas con una menor intensidad de los *westerlies*. Hay una observación similar también en el registro del Lago Fagnano, en el área central de la isla. El bosque cerrado habría reducido su densidad, con el desarrollo de pastizales mesófilos (Ponce et al. 2011, Fernández et al. 2018). A partir de los estudios de turbales del valle de Andorra, Chambers et al. (2014) plantea un episodio de sequía corto pero pronunciado en 2800 años cal. AP, en donde la proporciones de microfósiles de *Empetrum*/Ericaceae aumenta a más de 50% en donde predominan los *Sphagnum*. Los análisis espaciales sugieren una distribución más dispersa de las ocupaciones humanas entre 5000-3000 cal AP, lo que contrasta con períodos anteriores y sucesivos a este bloque cronológico (Ozán y Pallo 2019).

²³ La variabilidad climática interanual está controlada, en parte, por teleconexiones asociadas al fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (ENSO) y por variaciones del Modo Anular Austral (SAM). La fase positiva de este último está asociada a una intensificación y migración de los *westerlies* hacia posiciones más australes, anomalías positivas en la temperatura, y reducciones en las precipitaciones. Pero todavía se desconocen características sobre los procesos que determinan su variabilidad a largo plazo (Garreaud et al. 2008; Moy et al. 2009).

La Anomalía Climática Medieval, definida entre los años 950 a 1400 en el hemisferio norte, se observa como anomalías hidroclimáticas con condiciones más secas o húmedas en comparación con los siglos siguientes dependiendo de la región (Díaz et al. 2011). En Patagonia continental, está asociado con condiciones cálidas y secas, con dos eventos húmedos de corta duración (Morales et al. 2009). Los estudios dendrocronológicos en el Lago Cardiel y el Lago Argentino indican sequías entre los años 1021-1228 y 1051-1226 respectivamente (Stine 1994). Los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en bivalvos del Lago Guanaco también indican mayor aridez en torno a los 850 años cal. AP (Moy et al. 2009). Por el contrario, los estudios polínicos hacen poca mención a cambios asociados a la Anomalía Climática Medieval en Tierra del Fuego (Fernández et al. 2018; Coronato et al. 2022). Los estudios de macro y microfósiles y ácidos húmicos de un turbal en el valle de Andorra sugieren condiciones más secas entre los años 960–1020 (Mauquoy et al. 2004). Otras evidencias, como la diversidad de macrorrestos de briófitas y líquenes en la turbera Moat, sugieren condiciones secas y algo más templadas en torno a los 1079 años cal. AP. Para la localidad Harberton también se infiere una tendencia similar (Savoretti 2018). En Isla de los Estados, la extensión del bosque se reduce al máximo entre los 1000-500 cal. AP (Ponce y Fernández 2014). Pallo y Ozán (2019) interpretan este episodio como de deterioro ambiental, lo que favorecería una ocupación más intensa de áreas ricas en recursos como el canal Beagle; y por ello se observaría otro pico de frecuencias de ocupación humana en torno a los 1000 años cal. AP. No obstante, un incremento anterior de frecuencias de la ocupación humana entre los 2000-1500 años cal. AP no coincide con fenómenos de deterioro ambiental, por lo que deben considerarse también los procesos endógenos, como la intensificación de la subsistencia (Tivoli y Zangrando 2011).

Múltiples archivos paleoclimáticos del sur de Sudamérica indican un descenso en las temperaturas y un incremento de la intensidad de los *westerlies* que culmina entre los 400 y 50 años cal. AP (Moy et al. 2009). El fenómeno sería coincidente con la Pequeña Edad de Hielo (PEH), un período de enfriamiento definido entre los siglos XV a XIX en la región del Atlántico Norte (Mann 2002). En Tierra del Fuego, ca. 500 años cal. AP, Borromei et al. (2010, 2016) señala un descenso en la frecuencia del polen de *Nothofagus* en sitios tanto de los valles bajos como en alturas más elevadas, que podría estar relacionado a la PEH; con condiciones frías y húmedas. En conjunto con el incremento en el polen de arbustos como *Empetrum rubrum* y *Azorella*, indicarían una reducción del bosque y superficies de turberas más secas (Fernández et al. 2018). Pero en Isla de los Estados se manifestaría como una recuperación del bosque en comparación con el período entre 1000 y 500 años cal. AP (Ponce y Fernández 2014). Por otra parte, Mauquoy et al. (2004) encuentra evidencias de dos momentos más fríos y/o húmedos en los turbales del valle de Andorra: entre los años 1030-1100 y 1800–1930. Aunque en un trabajo posterior en la misma localidad, Chambers et al. (2014) interpretan un episodio

seco entre 1675 a 1770 como manifestación de la PEH. Esta variabilidad en las interpretaciones da lugar al planteo que hace Coronato et al. (2022), cuando señala que la manifestación de la PEH no está claramente identificada a partir de los registros polínicos. En este sentido, otros *proxies* como los macrorrestos de briófitas y líquenes en turberas tampoco muestran evidencias claras de eventos fríos en relación a la PEH (Savoretti 2018). La mayor caída en la frecuencia de las ocupaciones humanas a partir de los 500 años cal. AP coincide cronológicamente con este fenómeno (Ozán y Pallo 2019). No obstante, el proceso de contacto sería el factor de peso para explicar dicha disminución; esta tendencia también se registra en el norte de la Isla, donde no se registran episodios de enfriamiento. Las poblaciones nativas habrían puesto en práctica una mayor movilidad residencial como estrategia de evitación, y también estarían afectadas por una mayor tasa de mortalidad (Ozán y Pallo 2019).

En conclusión, los estudios relevados parecen indicar una alta variabilidad temporal dentro de los últimos 2000 años, pero baja heterogeneidad espacial en los cambios del bosque dentro de una misma escala meso. El área de ecotono en el centro de la isla es más sensible que el bosque a los cambios climáticos (Heusser 1993). De forma muy simplificada, podría esperarse variaciones en la composición de la dieta de los guanacos de acuerdo a la disponibilidad de pastos, cuando el bosque es más abierto; lo cual se reflejaría en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en colágeno óseo. Los antecedentes sugieren que el muestreo arqueofaunístico debería prestar atención a los lapsos con las condiciones de mayor sequía en la isla. De ello dependería una correcta estimación de la importancia de los recursos terrestres en las dietas humanas. No obstante, todavía no se ha comparado la composición isotópica de los pastos, arbustos y árboles a lo largo de la costa sur de la isla, que sería el primer paso para relacionar cambios paleoambientales con variaciones en la línea de base isotópica. En cuanto a las relaciones entre los episodios de deterioro climático y la frecuencia de las ocupaciones humanas (Ozán y Pallo 2019), queda claro que los primeros inducen la reorganización de la movilidad de las poblaciones y los patrones de ocupación en ciertos episodios; pero no en otros períodos como a partir de los 2000 años cal. AP, cuando se plantean cambios críticos en las estrategias de subsistencia (Tivoli y Zangrando 2011). En este sentido, las interacciones de las poblaciones con su ambiente siguen trayectorias complejas y las preguntas de investigación no pueden limitarse a la búsqueda de correlaciones (Dincauze 2000, Dearing et al. 2006).

3.5.2 Ambiente marino

Los sistemas subpolares se encuentran entre los ambientes más sensibles al cambio climático. Las variaciones que aceleran las desglaciaciones —por ejemplo, aumentos en las temperaturas o monto de las precipitaciones— impactan en las

propiedades químicas y físicas de las aguas marinas que reciben el aporte de la fusión de los glaciares. A su vez, puede afectar a las comunidades biológicas a diferentes escalas temporales y espaciales (Iachetti et al. 2021; Morán et al. 2021). Por esta razón, la reseña paleoambiental del ambiente terrestre no puede desacoplarse de la paleoecología del ambiente marino.

Específicamente para el ambiente marino, uno de los parámetros más estudiados es la variación temporal en la temperatura superficial del mar (SST por sus siglas en inglés). La temperatura es un factor determinante en el metabolismo de los organismos y su ciclo de vida. En términos generales, afecta a su distribución temporal, sus migraciones estacionales y picos de abundancia, entre otras características. Muchas especies marinas son sensibles a los cambios en SST (European Environment Agency 2022). La relación $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ en el carbonato de las valvas marinas²⁴ es uno de los proxies de SST (Gordillo et al. 2015).

El análisis esclerocronológico y de $\delta^{18}\text{O}$ en bivalvos *Retrotapes exalbidus* sugiere una fase de deterioro climático en el canal Beagle entre los 6500 y 5000 años cal AP, probablemente relacionada al transporte de aguas subpolares por la Corriente Circumpolar Antártica (Gordillo et al. 2015). Es un resultado que está en consonancia con los estudios de $\delta^{18}\text{O}$ sobre una variedad mayor de taxones de moluscos, procedentes del sitio Túnel capa D7 (Panarello 1987) y de mejillones de sitios arqueológicos a lo largo del canal Beagle (Obelic et al. 1998). Estos sugieren que la temperatura de las aguas del canal serían un grado más frías que en la actualidad, con un promedio en torno a los 6,5°C entre el año 2012-2014 (Iachetti et al. 2021). Ozán y Pallo (2019) plantean que veranos más fríos crearían condiciones subóptimas para la reproducción de los pinnípedos, lo que explicaría parcialmente la diversificación de la subsistencia en el Holoceno medio.

El Óptimo Climático identificado en la región también parece expresarse en el ambiente marino (Panarello 1987; Obelic et al. 1998). Los estudios sobre valvas fechadas en 3542-3839 cal AP sugieren variaciones estacionales más marcadas en la temperatura — con un incremento de hasta 4,4°C en el SST promedio en comparación con la actualidad— y sobre todo, mayor productividad en la biomasa de fitoplancton (Gordillo et al. 2015; Morán et al. 2021). Este aumento en la productividad podría tener su origen en un mayor ingreso de micronutrientes terrestres arrastrados por el agua dulce de deshielo. Variaciones posteriores en la SST se asocian a la Anomalía Climática Medieval y la Pequeña Edad de Hielo (Obelic et al. 1998).

²⁴ Si el carbonato precipitó en equilibrio isotópico con el medio acuático, el valor de $\delta^{18}\text{O}$ de las valvas es dependiente del $\delta^{18}\text{O}$ del agua ambiental y la temperatura al momento de su formación (Leng y Lewis 2016).

Saporiti et al. (2014) vincula posibles variaciones en la productividad primaria con el rol de los pinnípedos en las dietas humanas en Patagonia. Se plantea que estos animales fueron más consumidos cuando la productividad marina²⁵ fue mayor en el Holoceno medio, particularmente en el norte de la Patagonia continental. En esta línea, el estudio de Bas et al. (2018) asocia explícitamente los cambios en SST, la productividad marina y la distribución de presas, como los peces sierra, con su representación en el registro zooarqueológico. Estos trabajos proponen diferentes tipos de control sobre la abundancia de la población de una especie y la dinámica al nivel del ecosistema. Si los cambios en la abundancia relativa de los pinnípedos en el registro zooarqueológico se vincula a la productividad primaria, se está postulando un control sobre los consumidores desde la base de la cadena trófica (*bottom-up control*; Saporiti et al. 2014). En otra escala, se ha interpretado que la superposición del nicho isotópico de los peces con alto nivel trófico refleja un ecosistema controlado por los depredadores tope, alcanzando la capacidad de carga del ambiente (*top-down control*; Bas et al. 2018).

Los estudios recientes que comparan las áreas marinas subantárticas postulan otro tipo de control al nivel del ecosistema del canal Beagle, donde pequeños peces pelágicos y crustáceos de niveles tróficos intermedios y en gran abundancia tienen un rol clave (*wasp-waist control*; Riccialdelli et al. 2020). Las diferencias entre estos modelos no son menores, ya que las fluctuaciones climáticas —y el impacto de la explotación antrópica— sobre los animales marinos se propagarían de forma diferente en la red trófica. La superposición isotópica de los consumidores marinos es el rasgo más saliente de la ecología isotópica en el Holoceno tardío (Kochi et al. 2018; Bas et al. 2018) y tiene cierta concordancia tanto con el modelo *top-down* como el *wasp-waist*. Pensando en la paleoecología isotópica como la foto de un proceso paleoecológico, la evaluación de los efectos de SST sobre los depredadores tope marinos requeriría de una consideración más cuidadosa de las líneas de base a lo largo del tiempo, y posiblemente la caracterización de organismos en varios niveles tróficos que interactúan de maneras complejas entre sí (Cury et al. 2000). Los animales como los pingüinos, los lobos marinos y los peces sierra son justamente ejemplos de especies con diferentes capacidades de adaptación a fluctuaciones de largo plazo en sus recursos (Cury et al. 2000). Si el ecosistema del canal Beagle en el pasado también era afectado por procesos que afectan a las especies “intermedias” (*wasp-waist species*), el SST y la productividad primaria marina asociada no serían los únicos parámetros relevantes para modelar la disponibilidad de presas para los grupos humanos; o por lo menos sus efectos no se manifestarían de forma lineal a lo largo de las cadenas tróficas (Riccialdelli et al. 2020).

²⁵ El estudio tiene como supuesto central que los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en la materia orgánica de las valvas arqueológicas son un *proxy* de la productividad marina, lo que ameritaría ciertas consideraciones sobre la diagénesis en dicha fracción (Misarti et al. 2017) y los métodos analíticos (Gillikin et al. 2017).

Para poder vincular la productividad marina de base con la disponibilidad de presas, otra discusión fundamental es la ecología histórica de los pinnípedos y el impacto de la explotación prehistórica e industrial (Zangrando et al. 2014; Nye et al. 2020). La cuestión de la presión antrópica se desarrolla con mayor profundidad en el siguiente capítulo, por lo que aquí nos concentramos en las hipótesis acerca de las variaciones en la línea de base marina durante el Holoceno medio y tardío. Las variaciones de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ sobre el colágeno óseo de los pinnípedos pueden relacionarse con cambios en su nicho ecológico. Una explicación alternativa, que afecta a la red trófica en general, es una variación en los valores isotópicos de la línea de base (Bas et al. 2018). Esta interpretación compara mediciones de valvas²⁶ modernas y arqueológicas (1278–1013 años cal. AP), ambas obtenidas en la localidad Cambaceres. Se afirma una variación significativa en $\delta^{15}\text{N}$ pero no en $\delta^{13}\text{C}$ entre los períodos, asociado a cambios en la productividad marina (op.cit). No obstante, este argumento difícilmente pueda extenderse a contextos más antiguos para explicar cambios diacrónicos en el aprovisionamiento de pinnípedos.

Los análisis isotópicos sobre aminoácidos (AA) del colágeno en pinnípedos sí sugieren consistencia en la línea de base marina entre el Holoceno medio y tardío (Nye 2019). Esta afirmación se basa en la superposición de los valores de $\delta^{15}\text{N}_{\text{Phe}}$ en pinnípedos²⁷ entre el período 7200-4900 años cal. AP y 2200-1600 años cal AP, muestreados a lo largo de la costa sur de Tierra del Fuego. En adición, los análisis de isótopos estables del carbono²⁸ efectivamente indican un cambio en el comportamiento de forrajeo en los lobos marinos más que en la línea de base. En las muestras del Holoceno medio se observa el consumo de recursos que derivan carbono de fuentes

²⁶ Para la medición de $\delta^{13}\text{C}$, el protocolo incluye la desmineralización con HCl a 1N y remoción de lípidos con solución de cloroformo y metanol 2:1. Es llamativo que igualmente se realice una corrección matemática por presencia de lípidos con todos los valores de hueso, porque varias muestras se encuentran fuera del rango convencional de C:N entre 2,9-3,6 como criterio de control (DeNiro 1985). La relación C:N de las valvas estaría en torno a 5,5. Se menciona que la matriz orgánica de las valvas contiene una mezcla de proteínas distinta al colágeno; por lo que no se podría evaluar alteraciones o contaminación con el mismo rango C:N. No se aclara si las valvas modernas se corrigen por Efecto Suess y qué monto para la comparación con las muestras arqueológicas (Bas et al. 2018).

²⁷ Con respecto al nitrógeno, los AA denominados “fuente” como la fenilalanina (phe) tienen un factor de discriminación bajo por nivel trófico: +0,4 ‰ en promedio. Por lo tanto, los valores de $\delta^{15}\text{N}_{\text{Phe}}$ en consumidores representan un promedio ponderado de los recursos en la base de la cadena trófica (Chikaraishi et al. 2014).

²⁸ Los valores $\delta^{13}\text{C}$ en AA esenciales definen patrones o “huellas dactilares” que discriminan entre diferentes productores marinos. Como dichos valores dependen de procesos bioquímicos constantes en un taxón, se plantea que no varían estacionalmente o por localidad. Asimismo, las “huellas” persisten a lo largo de la cadena trófica y se observa en consumidores tope (Whiteman et al. 2019).

inshore como las macroalgas; mientras que entre 2200-1600 años cal AP hay mayor aporte de recursos *offshore* (Nye 2019; Zangrando et al. 2022).

Capítulo 4: Antecedentes

Se analizan los estudios previos sobre la subsistencia de los cazadores-recolectores en el canal Beagle, Península Mitre e isla de los Estados durante el Holoceno medio y tardío. De forma complementaria se incluye una reseña sobre otras islas del archipiélago fueguino que habrían formado parte del mismo patrón de asentamiento marítimo (Horwitz 1990). Luego se discute la relación de las conductas mortuorias con el registro isotópico para profundizar en cuestiones de variabilidad dietaria y de movilidad interindividual e intergrupala. Finalmente, reseñamos el proceso de contacto interétnico para contextualizar los cambios y persistencias en los patrones dietarios a partir de los registros escritos, así como acontecimientos con posibles efectos en los rangos de movilidad.

4.1 Arqueología del canal Beagle: modelos de subsistencia

El Proyecto Arqueológico Canal Beagle, dirigido por Luis Orquera y Ernesto Piana, inició las investigaciones sistemáticas y continuadas acerca del origen y la evolución de los cazadores-recolectores que habitaron dicha región (Orquera y Piana 1988). En el marco de dicho proyecto se ha propuesto un modelo de “adaptación litoral” (Orquera y Piana 1999a, 2009). Este sostiene un equilibrio estable en la subsistencia de los cazadores-recolectores de la región desde el 7517-6906 cal. AP –identificado en el Segundo Componente de Túnel I y el Componente Inferior de Imiwaia– hasta el siglo XIX. Esta adaptación no solo se define por la especialización en el uso de recursos marinos, sino por la creación de una tecnología que aumenta la eficiencia con que se los explota (Orquera y Piana 1983, 2005). Por otra parte, el equilibrio no implicaría una situación estática sino ausencia de cambios direccionales marcados (Orquera y Piana 2009). Se plantea que la distribución homogénea de los recursos en el ambiente y la baja magnitud de las variaciones estacionales favorecieron estrategias de minimización del tiempo con alta movilidad, baja planificación y con tecnologías de procesamiento simples y poco diversificadas (Orquera 2011). La importación de energía de las aguas externas al canal Beagle, con la captura de pinnípedos machos fuera de las colonias de reproducción, habría permitido un equilibrio estable en la subsistencia sin sobreexplotación de los recursos (Schiavini 1993). El resto de los recursos tendrían un rol complementario o situacional: los guanacos no se encuentran fácilmente en toda la región; los cetáceos se aprovecharían oportunísticamente en varamientos; los peces y aves solo son significativos cuando pueden capturarse en masa (Orquera y Piana 2009) y los moluscos se consumirían como “válvulas de seguridad”, ya que son pobres en calorías (Orquera 1999).

Dicho modelo de estabilidad fue reevaluado en relación con la evidencia zooarqueológica (Zangrando 2009; Tivoli y Zangrando 2011). Zangrando (2009) propuso

un modelo con variaciones temporales hacia la intensificación en la subsistencia, con diversificación de los recursos consumidos y mayor inversión de trabajo en su obtención. A través del análisis de la composición y la variabilidad de los conjuntos faunísticos agrupados en tres bloques temporales, se identifican dos momentos dentro del proceso de ampliación de la dieta. Durante el Holoceno medio, entre los 7500-5500 cal. AP²⁹, se observa la mayor especialización de la subsistencia en la secuencia arqueológica del canal Beagle, con predominancia de los restos de pinnípedos en los conjuntos. Pero en torno a los 5000 cal. AP ya se detecta una mayor contribución de recursos alternativos, con un aumento significativo en la representación de guanacos y aves (Zangrando 2009; Fernández et al. 2020). De esto se infiere un aumento de la importancia de la explotación de espacios terrestres por parte de las poblaciones prehistóricas, posiblemente relacionado a condiciones paleoambientales más severas para la navegación (Fernández et al. 2018). Hacia los 4500 cal. AP, Martinoli (2018) señala una ampliación del repertorio de aprovisionamiento de pinnípedos: se capturan hembras adultas y cachorros, que eran presas poco habituales en conjuntos a inicios del Holoceno medio.

Para los últimos 1500 años hay un incremento en la representación de peces y de aves, mientras que disminuye la de pinnípedos y fuertemente la de guanacos. Con respecto al conjunto ictioarqueológico, la abundancia de especies pelágicas como el pez sierra (*Thyrsites atun*) y la elevada representación de peces litorales con bajos rendimientos individuales (*Paranotothenia magellanica*, *Patagonotothen sp.*) permiten afirmar una mayor inversión laboral en la pesca que en momentos anteriores, y también la ampliación del rango de aprovisionamiento hacia sectores pelágicos (Zangrando 2009a, b). En este sentido, se destaca el incremento de aves que habitan en estos ambientes como albatros, petreles y pardelas a partir de los últimos 1500 años, correspondientes a las familias Diomedidae y Procellariidae (Tivoli 2012; Vázquez et al. 2018); más la presencia casi exclusiva de especies de alto rendimiento relativo con hábitos gregarios como los cormoranes (*Phalacrocorax sp.*) en sitios específicos (Álvarez et al. 2013). La modalidad de explotación de pinnípedos, recientemente propuesta para este sector, concuerda en este modelo en cierta medida. Se destaca del resto de la costa meridional fueguina por la captura de lobos marinos de dos pelos (*Arctocephalus australis*) en el mar, transportándolas enteras posiblemente en las canoas desde las colonias en aguas exteriores (Schiavini 1993; Orquera y Piana 1999; Martinoli 2018). En cierta medida, la incorporación de espacios pelágicos al rango de aprovisionamiento puede relacionarse con el uso programado de los espacios insulares en el canal Beagle (Tivoli et al. 2022). En el archipiélago de las islas Bridges e islas adyacentes, la frecuencia y distribución de los concheros con relación a la línea de costa sugiere que dichos espacios estaban integrados

²⁹ En referencia al Segundo Componente de Túnel I (capa D) y el Segundo Componente de Imiwaia I (capas K, L y M; Orquera et al. 2011).

a los circuitos de movilidad regional desde el Holoceno medio. Sin embargo, la mayor intensidad de ocupación se registra para el Holoceno tardío.

Finalmente, las revisiones paleodietarias de los individuos del Holoceno tardío detectan la ingesta regular de recursos marinos de alto nivel trófico. En el marco de la ecología isotópica local, estas presas se identifican con aves de hábitos pelágicos como los albatros; por lo que indirectamente se infiere la incursión regular hacia aguas lejanas a la costa. No obstante, no es posible distinguir en la señal intrínseca a cada persona, la frecuencia de uso de zonas litorales y pelágicas (Kochi 2017).

Una de las causas propuestas para este proceso de intensificación con diversificación es la reducción en la eficiencia de aprovisionamiento de los recursos de mayor rango. Es posible que se haya asociado a un cierto nivel de densidad demográfica con circunscripción espacial (Tivoli y Zangrando 2011); la discusión se extiende incluso a una escala espacial más amplia, ya que también se relacionó el crecimiento de las poblaciones de Patagonia austral con la mayor representación de aves en sitios costeros a partir del 3000 AP (Zangrando y Tivoli 2014). Por su parte, Orquera y Piana (2006) plantean que en torno al 5000 AP ya habría culminado el rápido crecimiento poblacional que caracteriza al proceso de dispersión inicial. Sería posible una densidad relativamente alta de habitantes desde épocas tempranas, pero rechazan que se haya acercado al límite de la capacidad de carga del ambiente. En esta discusión un tema crítico es la evaluación de la depresión de los recursos de mayor ranking y sus posibles causas. Entre ellas se propusieron la influencia de las variaciones climáticas sobre la producción primaria (Saporiti et al. 2014; Bas et al. 2018) y especialmente en los pinnípedos, el impacto de la explotación humana (Zangrando et al. 2014; Nye et al. 2020).

Con respecto a la explotación de recursos de mayor rango, se observa una disminución en el tamaño de los pinnípedos capturados en el canal Beagle a lo largo del Holoceno medio y tardío, especialmente de las hembras adultas. Asimismo aumenta la contribución de los cachorros menores a un año (Zangrando et al. 2014). Pero al extender el análisis a otro sector de la costa sur de la Isla, como Península Mitre, no hay una tendencia muy marcada en relación al tamaño de las presas capturadas (Martinoli 2018). En cambio, la evidencia isotópica parece apoyar un cambio diacrónico en la ecología de los pinnípedos. El decrecimiento en la media de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ a lo largo del Holoceno medio y tardío es coherente con la mayor incursión de los pinnípedos hacia ambientes *offshore*, en respuesta a la predación humana (Nye et al. 2020). En dicho escenario, habría disminuido la tasa de encuentro de los cazadores-recolectores con estas presas.

Los moluscos son recursos marinos de bajo ranking en comparación con otras presas, pero garantizan un aprovisionamiento predecible y constante (Orquera 1999). El mejillón es la especie predominante en los concheros del canal. Sobre las tendencias temporales, Orquera y Piana (2001) no observan una disminución del tamaño modal de

los mejillones arqueológicos, lo que no apoya una sobreexplotación. Aunque desde los análisis isotópicos, se puede pensar que los individuos del canal Beagle ejercerían una demanda importante sobre los bancos de mejillones, ya que al menos una quinta parte de sus dietas dependería continuamente de este recurso (Orquera 1999; Kochi 2017). Tal vez dicha cantidad no es causa de sobreexplotación, si las ocupaciones se alternan en distintos puntos de la costa y permiten el crecimiento de los bivalvos. Otro aspecto relevante de la explotación de los moluscos tiene que ver con su descarte final: su acumulación en los concheros frecuentemente toma formas anulares y agrupadas, lo que indica una construcción y reutilización del hábitat (Zangrando 2018).

En cuanto al principal taxón terrestre, se propone que la disponibilidad de guanacos habría sido más intensamente afectada durante los episodios fríos, asumiendo que la capacidad de carga de la población disminuye cuando el bosque es más denso. Esta relación se manifiesta con más claridad en los sitios arqueológicos asociados a la Pequeña Edad de Hielo, con una caída abrupta de la representación de guanacos en comparación con períodos anteriores (Fernández et al. 2018). No obstante, la abundancia de los guanacos en los conjuntos zooarqueológicos durante el Holoceno tardío es sumamente variable según la localidad considerada, por lo que se cree que sus pautas de explotación no cambian sincrónicamente con las variaciones climáticas (op.cit). Por otra parte, Alunni (2018) observó que el perfil de mortalidad de los guanacos, las unidades anatómicas representadas y las pautas de procesamiento en el canal Beagle son muy similares entre conjuntos asignados al Holoceno medio y tardío. La continuidad temporal de las técnicas de extracción de la grasa ósea, relativamente costosa, no respondería a cuestiones de una disminución en la disponibilidad de recursos de mayor rango; sino a una estrategia de minimización del riesgo, con respecto al abastecimiento de macronutrientes críticos como los lípidos (op.cit).

La información presentada hasta aquí sugiere un proceso particular en el canal Beagle, la ampliación del rango de aprovisionamiento hacia parches *offshore*. La inversión laboral en la obtención de presas marinas –particularmente de aves y peces– se incrementa en Holoceno tardío en comparación con momentos previos. Pero la intensificación no parece extenderse a todas las actividades de la subsistencia, como el procesamiento final de las presas de mayor ranking. Por otra parte, algunos episodios cortos de condiciones climáticas más severas habrían inducido la reorganización de algunos aspectos de la subsistencia. Pero las tendencias más persistentes, que incluso modificaron la ecología de otras especies del ecosistema, parecen tener su origen en las conductas de los cazadores-recolectores como consumidores especializados en la red trófica. En base a este modelo, es posible reseñar de forma comparada los conjuntos arqueológicos de otros sectores costeros, incluyendo las diferencias que presentan en sus condiciones ambientales para la subsistencia (Zangrando et al. 2009). De esta forma, se

puede analizar cómo la decisión entre recursos de origen marino y de procedencia terrestre se adoptará sobre la base de los costos/beneficios locales y no de una oposición genérica mar-tierra (Schiavini 1993: 357); y en particular, evaluar las múltiples formas de interacción con el mar (Bjerck y Zangrando 2016), en lo que respecta a los rangos de aprovisionamiento.

4.2 Arqueología del sudeste de Tierra del Fuego

4.2.1 Valle de Moat

En este espacio de transición ecológica entre el tramo central del canal y el extremo sudeste de Tierra del Fuego, el proyecto marco en curso se pregunta sobre la variación en el uso de ambientes costeros (Zangrando et al. 2014); así como en las posibles interacciones entre grupos de cazadores-recolectores (Zangrando 2010). Esta última pregunta en particular también dirigió gran parte de las discusiones sobre Península Mitre. No obstante, los enfoques más recientes difieren del Programa del Extremo Oriental del Archipiélago Fueguino en la consideración de la información etnográfica, como se desarrollará más adelante (Vidal 1985; Zangrando et al. 2011).

Con respecto al marco cronológico, el sitio más antiguo de la región está fechado en 7000-5300 cal. AP (Zangrando et al. 2021); mientras que el sitio más reciente se fechó en 223-145 cal. AP (Zangrando 2010). La mayoría de las estructuras de conchero tiene forma de montículo, a diferencia de la porción central del canal (Zangrando et al. 2014). En cuanto a la distribución espacial, se identificaron 56 sitios agrupados en 9 localidades arqueológicas distribuidas entre la playa actual y hasta 300 m de la misma³⁰. Si bien se sostiene una densidad elevada de ocupación del espacio costero, algunas actividades se desarrollaron fuera del mismo (Zangrando 2010; Zangrando et al. 2014). En particular, las actividades de subsistencia inferidas a partir de los conjuntos zooarqueológicos evidencian una explotación intensiva de la zona intermareal sin necesidad de internarse en el mar (Zangrando et al. 2014), y el bosque estaría activamente integrado al circuito de movilidad (Alunni 2018b; Alunni et al. 2020).

A diferencia del tramo central del canal, el guanaco es la especie más representada, seguida por las aves y los peces (Zangrando 2010). Considerando que la costa sur de la Isla no es un espacio homogéneo (Zangrando et al. 2014), la predominancia de los guanacos se explicaría por su disponibilidad. En este sector circularían más ungulados que en el centro del canal, por presentar un relieve más bajo y menor extensión de bosque (Alunni y Zangrando 2012). No obstante, los patrones de aprovechamiento de los guanacos dan cuenta de cierta continuidad con el canal Beagle: para ambos se infieren cazas planificadas, con transporte selectivo y particular interés en el aprovechamiento de la médula ósea

³⁰ Hasta el momento, durante las prospecciones realizadas unos 5-10 km hacia el interior no se identificaron sitios, hallándose solo artefactos aislados (Zangrando com. pers.).

(Alunni 2018a). De este tipo de estrategia de transporte, la autora también infiere un rango amplio de movilidad hacia el valle interior desde los sitios ubicados en la costa (Alunni et al. 2020). Por su parte, la interpretación del nicho isotópico de los guanacos de la localidad Heshkaia indicaría que fueron capturados dentro de la unidad ambiental que caracteriza al valle de Moat, lo que podría ser también relativamente cerca de los sitios finales de consumo (Kochi et al. 2020).

Los pinnípedos se hallan en muy bajas frecuencias, pero algunos aspectos de su modalidad de explotación son más similares a las observadas en el sur de Península Mitre e Isla de los Estados: la captura de lobos marinos de un pelo es más frecuente que en el canal Beagle; pero el procesamiento es menos intensivo e integral, con transporte selectivo de las partes hacia los sitios residenciales. Para estos contextos se plantea una caza oportunista desde la costa, posiblemente de animales aislados. La predominancia de instrumentos líticos por sobre los óseos indica que no se requirió tecnología especializada para su captura (Zangrando et al. 2014; Martinoli 2017, 2018). A modo de ejemplo, se puede mencionar que el arpón de espaldón simple recuperado en el sitio Heshkaia 35 sería demasiado pequeño para ser considerado funcional como instrumento de caza (Zangrando et al. 2014). Por otra parte, en la localidad Heshkaia –sobre todo en el sitio 35– hay huesos largos de guanaco con rasgos asociados a los “machacadores” (Alunni 2018). Se postula que son instrumentos expeditivos utilizados para ablandar la carne, aunque hay otras funciones posibles; comúnmente son asignados al *toolkit* de cazadores-recolectores pedestres (Hadjuk y Lezcano 2005; Santiago et al. 2019).

Los conjuntos ictioarqueológicos de la localidad Heshkaia también apoyan un uso diferente del ambiente marino al observado en el canal Beagle. Destaca la ausencia de taxones pelágicos, y todas las especies explotadas son características de aguas costeras y el intermareal (Corbat et al. 2020). El aporte de los nototénidos pequeños es constante y elevado a lo largo de la secuencia. Esta localidad contrasta con sitios como Imiwaia I en cuanto su capa B, en torno a los 1350 cal. AP, muestra una representación mucho más baja de taxones costeros (Zangrando et al. 2016). Asimismo, como el número de taxones representados es menor en bahía Moat en comparación con el tramo central del canal, se sugieren prácticas especializadas de pesca; y podrían resultar tanto de diferencias estacionales en los patrones de ocupación, como de cazadores-recolectores con diferentes capacidades tecnológicas y de movilidad (Corbat et al. 2020). Las aves tienen una baja representación en el conjunto de Heshkaia 35, y corresponden principalmente a cormoranes y pingüinos. Ambos pueden ser capturados en el litoral, sin necesidad de internarse en el mar (Zangrando et al. 2014).

En cuanto al rol de otras presas pequeñas, es llamativa la mayor presencia de bivalvos muy pequeños como los *Brachidontes* sp. y la recolección de mejillones en racimos en la localidad Heshkaia (Pérez 2020). Sin llegar a la sobreexplotación, indicaría

una presión antrópica constante sobre estos recursos a nivel local; y también un criterio de selección de especies diferente a lo observado en los concheros del canal Beagle. En términos de ocupación del espacio, se asociaría a un uso intensivo del sector suroriental del canal (Zangrando et al. 2017) pero acotadas en el tiempo (Pérez 2020). La autora también señala que las influencias de los eventos climáticos en la productividad marina no se refleja en el tamaño promedio de los bivalvos. Durante la Pequeña Edad de Hielo, los mejillones del sitio Heshkaia 30 muestran un incremento en su tamaño en comparación con sitios más antiguos, a pesar de que la productividad primaria habría decaído (op.cit). Considerando lo que mencionamos sobre la disminución de la representación de los guanacos durante este mismo período (Fernández et al. 2018), se puede sugerir que este evento no generó la misma respuesta en los ambientes terrestres y litorales de la costa sur de la isla.

Los cazadores-recolectores ocuparon la franja costera de Moat de forma intensiva durante el Holoceno tardío, pero los recursos explotados no sugieren la inclusión de parches *offshore* en los rangos de forrajeo, ni comparten las características de la tecnología de la adaptación litoral (*sensu* Orquera y Piana 1999). Se insiste en que es una forma diferente de interacción con el mar al que se observa en el canal Beagle, que podría indicarnos una confluencia de cazadores-recolectores tal vez culturalmente diferentes; pero también podría incluirse dentro de una subsistencia flexible en condiciones ambientales diferentes al tramo central del canal y/o un patrón cíclico del uso de la tierra. Aún así, considerando que el máximo rango espacial alcanzado hacia el este incluyó la Isla de los Estados, es curioso que en Moat no se registren suficientes evidencias de dicha capacidad de navegación. En última instancia, estas observaciones se conectan con otra discusión que es la estructura y dinámica poblacional a lo largo de la costa sur de la isla (Zangrando et al. 2014), un eje central de las investigaciones arqueológicas que se desarrollaron en Península Mitre.

4.2.2 Península Mitre

La península se ha dividido en dos subáreas desde el trabajo pionero de Chapman y Hester (1973) titulado *New data on the archaeology of the Haush: Tierra del Fuego*. Desde cabo San Pablo hasta Caleta Falsa se considera como una subárea, y desde allí hasta Bahía Sloggett como otra unidad. Esta división tiene sus bases en las características geomorfológicas costeras y en la vegetación predominante (Ponce et al. 2011); pero también se originaron en las revisiones etnográficas acerca del límite Selk'nam-Haush (Chapman y Hester 1973; Vidal 1985) y se mantuvieron en la organización de los proyectos arqueológicos (Scheinson y Muñoz 2011). Las investigaciones sistemáticas comenzaron a mediados de 1980 con el Programa del Extremo Oriental del Archipiélago Fueguino (PEOAF), y la primera localidad seleccionada de la costa sur fue Bahía Valentín. Además de

satisfacer las consideraciones logísticas y las condiciones requeridas para un análisis ecológico-cultural, Vidal (1985: 36) señalaba que

“tanto en términos etnográficos como ambientales, el extremo oeste de bahía Aguirre ya resulta transicional hacia el territorio Yámana del canal Beagle. Si era posible registrar arqueológicamente algo de la particular ‘etnicidad’ de los aborígenes de Península Mitre, ello parecía mucho más factible de realizarse en bahía Valentín que bahía Aguirre.”

Este interés por la etnicidad de los antiguos habitantes está en consonancia con lo planteado por Chapman y Hester (1973: 24), acerca de cómo

“las investigaciones arqueológicas en el sudeste de Tierra del Fuego podrían ayudar a escribir una ‘etnografía’ de los Haush, un pueblo primitivo casi totalmente destruido antes de poderse documentar en detalle los aspectos específicos de su cultura”

Si bien no llegó a concluir su propuesta acerca de la etnicidad con relación al registro arqueológico, Vidal sí planteó un modelo inicial sobre la ocupación de bahía Valentín. Allí habrían existido múltiples unidades domésticas, de las cuales partían grupos especializados en la explotación de recursos específicos, tanto marinos como terrestres.

El proyecto que siguió al PEOAF –Arqueología de la Margen Suroriental del Archipiélago Fueguino– profundizó en la caracterización de las sociedades que habitaron en Península Mitre, pero partiendo desde una perspectiva geográfica en relación con los canales e islas interiores (Zangrando et al. 2009). La asignación étnica no aparece como la pregunta inicial del proyecto. En cambio, se indaga en la dinámica poblacional que conectó a este espacio marginal con el resto del archipiélago, así como en la evolución de la subsistencia y la movilidad (Vázquez et al. 2007).

Los fechados más antiguos de bahía Valentín sitio 11 (BVS11) corresponden a los 6798-6495 cal. AP, pero a estas ocupaciones sigue una ausencia de contextos fechados aproximadamente entre los los 4980-4825 cal AP y 2349-2141 cal AP en el área. Este hiato es una de las observaciones que permite sugerir una misma dinámica poblacional –y específicamente, una disminución macrorregional en torno al tercer milenio AP– a lo largo de la costa sur de la Isla Grande, ya que en el canal Beagle también se registran menos contextos fechados para el período (Vázquez et al. 2011). La mayor parte de los fechados disponibles en el litoral sur de Península Mitre son posteriores a los 2500 AP, con una ocupación casi continua a partir de los 1000 AP. Este es caso del área de bahía Buen Suceso, en cuanto el fechado más temprano es de 2702-2353 cal. AP en BBSS1 (op.cit.).

En cuanto a la distribución espacial, Bahía Valentín es la localidad que presenta la mayor intensidad de ocupación, con una concentración de estructuras monticulares agrupados en cinco sitios (Vidal 1985; Vázquez et al. 2011). Sus secuencias estratigráficas

sugieren reocupaciones sucesivas de la bahía, pero también se registraron concheros de poca extensión y potencia. BVS42 es el sitio más lejano a la línea de costa actual, ubicado a unos 1650 m. En Bahía Buen Suceso y caletas contiguas, aunque no todos los sitios presentan condiciones favorables para la circulación marítima, habrían sido atractivas por la cercanía de apostaderos de pinnípedos (Vázquez et al. 2011). Excepto por los montículos registrados en caleta Sorpresa, la mayoría de los sitios son lentes carbonosas o de concheros (op.cit.).

Los taxones dominantes en los conjuntos fechados entre los 2500-150 años AP en Bahía Valentín varían en función de las características fisiográficas y en particular, según la distancia a la línea de costa actual (Vázquez et al. 2011). Por ejemplo, los sitios BVS42 y BVS11 se ubican a 200m y a más de 1 km hacia el interior desde la línea de costa, respectivamente. Los restos de guanaco comprenden el 82 % y 51 % de los especímenes recuperados en cada sitio. Los concheros con mayor explotación de recursos marinos se encuentran muy cerca de la playa. Las aves son la fauna más representada, seguida por los pinnípedos. Los restos de peces son muy escasos (op.cit.). Además de la composición de los conjuntos zooarqueológicos, la modalidad de explotación de las presas mayores también es heterogénea entre los sitios. Con respecto a los lobos marinos, se distinguen tanto estrategias mixtas de captura en el mar como en la playa, pero la actividad de procesamiento se concentró en la desarticulación de los elementos (Martinoli 2017; 2018). Sobre los guanacos se resalta que la preparación de grasa no fue una actividad frecuente como en canal Beagle y Moat (Alunni 2018).

La tecnología merece una consideración especial, porque las propiedades de este registro también permiten conectar este sector costero con el canal Beagle (Zangrando et al. 2009; Vázquez et al. 2011), así como notar las características particulares a la costa sur de Península Mitre (Scheinsohn 2011). Con respecto al primer punto, se señalan paralelismos temporales en la frecuencia de los instrumentos óseos; en ambas regiones decrecen hacia momentos más tardíos (Zangrando et al. 2009). También hay covariaciones en la morfología de las puntas de arpones. Las recuperadas en los conjuntos más tempranos se caracterizan por las bases cruciformes. Pero a partir de los 3000 AP, las puntas halladas en el canal Beagle, Bahía Valentín e Isla de los Estados son de espaldón simple y no presentan las decoraciones incisas de los arpones más antiguos (Vázquez et al. 2011). En cuanto a las diferencias, se puede mencionar que las puntas de proyectil líticas están presentes más tardíamente en Bahía Valentín, en torno a los 1500 AP; pero la frecuencia llega a ser de hasta el 20 % del conjunto lítico en las capas superiores de algunos sitios. En el canal Beagle, la inversión laboral en las técnicas bifaciales asociadas a la producción de puntas de armas ya se registra a partir de los 4000 AP (Álvarez y Briz i Godino 2009). Por otra parte, en Bahía Valentín con ciertas materias primas no se confeccionan instrumentos óseos que sí se empleaban frecuentemente en el resto de la

Isla (Scheinsohn 2011). La ausencia de punzones en huesos de ave podría indicar la menor importancia de manufactura de cestería, si se asigna dicha función a los instrumentos y se descartan procesos postdepositacionales; mientras que en el caso de los pinnípedos podría ser un ejemplo de reemplazo de materia prima por huesos de cetáceos, bastante abundantes en la playa (op.cit).

Junto con las tendencias cronológicas y tecnológicas, el registro paleodietario de los individuos también señala cierta continuidad a lo largo de la costa sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego, incluyendo el canal Beagle, el litoral sur de Península Mitre e incluso su litoral norte (Yesner et al. 1991; Guichón et al. 2001; Tessone et al. 2003; Barberena 2004; Panarello et al. 2006). A partir de los análisis de isótopos estables del carbono y del nitrógeno en restos humanos, se observa un consumo predominante de recursos marinos durante el Holoceno tardío, complementado con proporciones variables de recursos terrestres. Por su parte, los estudios genéticos muestran una conexión biológica de diferentes grupos a lo largo de la costa sur de la Isla Grande e Isla de los Estados (Crespo et al. 2020). Una muestra con diez individuos del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados indica que entre sí comparten linajes maternos. No obstante, la evidencia genética también complejiza un poco más el panorama de la ocupación en Península Mitre. Algunos individuos comparten haplotipos no sólo con Yámanas antiguos, sino también con regiones más septentrionales. Se proponen eventos recientes de flujo génico, o un origen común reciente con poblaciones del norte de Tierra del Fuego o Patagonia Continental (Crespo et al. 2020).

En el marco del mencionado PEOAF, las investigaciones arqueológicas sobre la costa norte de Península Mitre abarcaron desde la cuenca del río Irigoyen hasta la caleta San Mauricio. En principio, las consideraciones sobre la identidad de los antiguos habitantes fueron más cautelosas que las de Chapman y Vidal, en cuanto se plantea que el “interés es explorar las propiedades del registro arqueológico sin tener que adjudicarle particulares adscripciones étnicas o culturales” (Lanata 1995: 7). También se señala que el estatus étnico de los Haush no está claro (Lanata 1996). No obstante, esta afirmación se torna más ambigua, porque el modelo regional de los aspectos económicos de las poblaciones del sudeste fueguino se fundamenta y se limita a los datos etnográficos de cazadores-recolectores pedestres (Lanata 1995) asumiendo que no utilizaban canoas (Lanata 1990). En el mismo sentido, se formula como problema de investigación el uso del espacio en la península, asociado a los límites socioculturales (Lanata 1996).

Con el objetivo de caracterizar el uso de diferentes ambientes a escala regional, las excavaciones se concentraron en tres localidades sobre la costa atlántica. Estancia María Luisa se ubica en un ambiente descrito como parque fueguino, y se menciona que podría constituir uno de los límites entre los Selk'nam y los Haush (Lanata 1995). Rancho Donata se encuentra sobre la bahía Policarpo, en una pradera rodeada por turbales y lagunas.

Finalmente, en Bahía Thetis predomina el bosque joven. Los fechados de los sitios corresponden a los últimos 1500 años, siendo el más antiguo el del sitio RD7 (1500 ± 50 AP). Los artefactos reciclados a partir de materiales de naufragio en concheros indica el uso del sector hasta momentos históricos (Lanata 1995). La mayoría de los sitios registrados son concheros. Algunos son chatos, otros de forma monticular. Estos se encuentran agrupados en números variables –entre dos y hasta un total de 20, específicamente entre cabo San Vicente y la desembocadura de Bahía Thetis– (Vázquez 2017). También se identificaron talleres líticos en Rancho Donata (Chapman y Hester 1973; Lanata 1995) y Playa Bilbao (Vázquez 2017).

Con respecto a la distribución espacial de los sitios, Lanata (1995) postula una mayor concentración de materiales arqueológicos en el sector costero en comparación con el interior, por la mayor concentración de biomasa. Si bien tiende a confirmarse esta tendencia, se reconocen diferencias en la intensidad de muestreo. Las prospecciones más recientes del Programa Arqueológico Costa Atlántica (PACA) registraron acumulaciones de conchal hasta 500 m desde la línea de costa actual, aunque el diseño de las prospecciones tampoco permite profundizar dicha hipótesis (Vázquez 2017). Un punto llamativo es que la desembocadura de los ríos no parece haber influido fuertemente en la localización de los sitios, al menos en el tramo septentrional de la costa (Negre et al. 2018).

Otras observaciones se relacionan con la redundancia de las ocupaciones, inferidas a partir de los tamaños de los sitios y su grado de agrupación. Dada la continuidad de la dispersión del material arqueológico, se sostiene que en la pradera –donde se localiza Rancho Donata– se hizo un uso total del espacio, porque se disponía de amplios sectores con pendiente suave y diversos recursos faunísticos. En cambio, la menor disponibilidad de espacios con estas características en María Luisa y bahía Thetis habría llevado a un uso reiterado de los mismos sectores, con menor permanencia. A estas localidades se suma caleta Falsa, donde Chapman recuperó varios esqueletos humanos (Chapman y Hester 1973) y se registraron concheros de gran dimensión y de una potencia importante (Vázquez 2017). Para este último autor, el criterio para establecer campamentos de actividades múltiples estaría guiado por la presencia de sectores de costa protegidos y con acceso al intermareal. Otro factor decisivo sería la cercanía a caletas o bahías más cerradas, posiblemente relacionado a la presencia de recursos predecibles como animales varados y rocas para tallar artefactos (Negre et al. 2018).

En cuanto a los conjuntos zooarqueológicos, en la localidad María Luisa hay una abundancia similar de guanacos y pinnípedos, mientras que en Rancho Donata y bahía Thetis predominan los pinnípedos en términos de NISP. Muñoz y Belardi (2011) señalan una mayor frecuencia de restos de pinnípedos hacia el este, pero la representación de partes y la integridad anatómica comparten similitudes con el tratamiento de las carcasas de guanacos. Considerando la ausencia de herramientas especializadas, se sugieren

estrategias generalizadas (Muñoz 2005) que no parecen estar en función de alguna variable espacial. Las aves, como los cormoranes y pingüinos, fueron explotados de manera selectiva y sistemática (Muñoz y Belardi 2011). En comparación con los sitios sobre el canal Beagle, hay un incremento moderado del consumo de anátidos (Zangrando y Tivoli 2015). Otra particularidad es que las lapas son tan abundantes como los mejillones, e incluso son el molusco predominante en algunos concheros (Lanata 1995). Sumados a los peces, se observa que los recursos acuáticos —incluyendo a las presas pequeñas— contribuyeron significativamente en las dietas de los cazadores-recolectores durante la ocupación de estas localidades.

De la composición de los conjuntos zooarqueológicos y el análisis de isótopos estables del carbono y nitrógeno sobre seis individuos de María Luisa, caleta Falsa y bahía Policarpo (Yesner et al. 1991) se plantea una confirmación de los patrones etnohistóricos: que los Haush enfatizaban la explotación de los recursos marítimos en comparación con los Selk'nam (Lanata 1990). Asimismo, por la distribución de los sitios se sugiere una movilidad atada a las costas, con rangos logísticos acotados (Lanata 2002). El modelo anual de explotación de los recursos postula la relocalización de los campamentos base según las estaciones y en ambientes diferentes (Lanata 1990), en lo que se interpreta como dentro del extremo sudeste de Tierra del Fuego. No obstante, desde una perspectiva biogeográfica y microevolutiva, se piensa que Península Mitre era un corredor permeable a la circulación de grupos (Lanata 2002). Esta hipótesis tiene su apoyo en un estudio reciente sobre estructuras genéticas poblacionales: se interpreta que los individuos de caleta Falsa y río Policarpo ocupan una posición intermedia entre los individuos recuperados en el canal Beagle, y los del norte de la Isla Grande y Patagonia continental austral (Nakatsuka et al. 2020). Estos resultados están en consonancia con el trabajo de Crespo et al. (2020). Pero una diferencia importante entre ambos trabajos es que el primero de ellos justifica la categorización de los Haush como un grupo étnico distinto a los Selk'nam y los Yámana, extendiendo dichas definiciones al Holoceno tardío (Nakatsuka et al. 2020: 4).

En la costa septentrional de Península Mitre se ha observado que la frecuencia absoluta de instrumentos óseos —puntas, cuñas y punzones— es mucho más baja que en la costa meridional y el canal Beagle (Zangrando et al. 2009). Esto estaría en consonancia con lo observado para la tecnología lítica, acerca de las estrategias generalizadas (Muñoz 2005). En otros términos, puede interpretarse que las actividades de subsistencia en el litoral norte de Península Mitre no estarían centradas en la explotación del mar con la misma eficiencia que en el canal Beagle (Orquera y Piana 1983, 2005).

Es complejo integrar el registro arqueológico de la costa septentrional de Península Mitre, con las comparaciones sobre la subsistencia prehistórica en la costa sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego. El objetivo de los trabajos reseñados se centra en el uso del

espacio, y no corresponde comparar tendencias cronológicas acotadas a los últimos 1500 años. Destacamos el uso de estrategias generalizadas en el procesamiento de los mamíferos más grandes, y un patrón de asentamiento bastante lineal acotado a la costa. El consumo de los recursos marinos, sin necesidad alejarse de la costa hacia parches *offshore*, es una pauta que también aplicaría para este sector. Por otro lado, se plantea una correlación importante entre la estructura genética, las variaciones lingüísticas, las características de la dieta y sobre todo, los grupos étnicos reconocidos en tiempos históricos. Insistimos en que es problemático asignar a los Haush como un grupo con entidad definida para el Holoceno tardío, y retomaremos esta cuestión en el análisis de los antecedentes isotópicos. Finalmente, tal como indica Tessone et al. (2011), nos parece destacable que diferentes líneas de investigación sugieren panoramas variables en la dinámica poblacional entre el litoral norte y sur.

4.2.3 Isla de los Estados

Es pertinente evaluar la historia de la ocupación de Isla de los Estados como otro ejemplo de las cambiantes dinámicas poblacionales. Anne Chapman (1987: 7) inicia el primer libro sobre la arqueología de la isla, de una manera sumamente atractiva:

“Mi inquietud por conocer la Isla de los Estados surgió de charlas con mis amigos e informantes selk’nam (...) me aseguraron que sus antepasados nunca estuvieron en la isla (...) En cambio sus vecinos los yámana, pueden haber estado allí pues eran expertos navegantes. Sin embargo no encontré relato alguno de primera mano que se refiera a su presencia en dicha isla. Tampoco es conocida por los arqueólogos.

El nombre que los yámana dieron a la isla es Chuani-sin que el reverendo Thomas Bridges define como *un país [sic] que tiene una sobreabundancia de comida.*” (Cursiva en el original)

A partir de la campaña organizada por ella en 1982 y las dos subsiguientes a cargo de Victoria Horwitz, se demuestra que el punto más oriental en la dispersión de poblaciones prehistóricas con movilidad marítima llega hasta Isla de los Estados: una isla *offshore*, integrada necesariamente a Península Mitre en un patrón de asentamiento marítimo (Horwitz 1990). Este enfoque considera cómo las poblaciones se abastecieron conectando diferentes islas en los rangos de movimiento anual. Las más grandes habrían sostenido ocupaciones residenciales a lo largo del año, mientras que las pequeñas islas *offshore* recibirían visitas estacionales (Chapman 1987; Horwitz 1990: 30).

Bahía Crossley I es uno de los tres sitios estratificados en la isla, con fechados entre ca. 3064-2496 cal. AP a 1517-1297 cal. AP (Horwitz y Weissel 2011). Los otros se ubican en el extremo suroccidental de la isla, en la caleta Lacroix de Bahía Franklin. El sitio Bahía Franklin 1 tiene un fechado de 1698-1373 cal. AP, mientras que el sitio 3 proporcionó un fechado en 2131-1835 cal. AP (Zangrando et al. 2017). En cuanto a la distribución espacial

de los sitios, los determinantes serían la presencia de playas y un relieve costero relativamente suave para el desembarco (Horwitz 1990). Por este motivo las prospecciones se concentran en el litoral norte, observándose diferencias en la intensidad de la señal arqueológica entre bahías. Las bahías Franklin, Flinders y Colnett presentan una señal arqueológica débil, consistente en materiales líticos dispersos. El primero habría albergado ocupaciones breves de actividades específicas, como el testeo de materia prima o formatización inicial (Zangrando et al. 2017). El Sitio III en Flinders también se interpreta como un pequeño taller (Chapman 1987). Bahía Crossley evidencia mayor recurrencia de ocupaciones, y es donde se registró el único resto óseo humano en la isla (Horwitz 1990).

El sitio BCI es un conchero erosionado, aproximadamente a 10 m de la línea de marea alta. En el conjunto arqueofaunístico se identificó un gran número de aves, como los pingüinos y albatros, que nidifican en la isla. A estos taxones predominantes les siguen los cormoranes, los peces y los patos, en una proporción mucho menor. Pero los pinnípedos –sobre todo los lobos marinos de un pelo– hicieron el mayor aporte calórico. Su preparación consistió en el fileteado, sin tanto énfasis en la desarticulación como en otros sitios del canal central (Martinoli 2017). Por otra parte, se postula la selección de pedúnculos caudales de delfines para el consumo; a diferencia de los sitios en la costa atlántica de Península Mitre, hay más evidencias de aprovechamiento de cetáceos además de su uso como materia prima (Borella 2004). No se registra ni la presencia ni el consumo de guanacos, y los moluscos aparecen triturados y sueltos en capas, como efecto de procesos postdeposicionales (Horwitz y Weissel 2011).

Los artefactos corresponden a actividades de aprovisionamiento y procesamiento. Del primer caso se encuentra un ejemplo excepcional, como un arpón incrustado en el húmero de un lobo marino, además de dos bolas³¹ y un rodado con surcos (Horwitz 1990). Los instrumentos óseos son comparables a los hallados en la costa meridional de la Isla Grande –punzones, cuñas, una punta monodentada y un cincel–. Aunque hay variaciones con respecto a las tipologías y las especies de huesos utilizadas en bahía Valentín, no se pueden descartar efectos del tamaño de la muestra (Horwitz y Scheinsohn 1993; Horwitz y Weissel 2011).

En las últimas interpretaciones, se considera la ocupación de Isla de los Estados como parte del proceso de intensificación observado en el canal Beagle; un ejemplo de la inversión de energía en la explotación de parches *offshore* (Horwitz y Weissel 2011). Esto es coherente con el estudio genético ya mencionado de Crespo et al. (2020), que señala una continuidad genética entre los grupos del canal Beagle, Península Mitre y el individuo

³¹ “[E]l registro etnográfico indica que ningún informante decía haber hecho uso de boleadoras o incluso haber escuchado de algún antepasado que las usara. Sin embargo, las colecciones privadas muestran profusión de estos artefactos” (Horwitz 1987: 79). Hay una observación similar para el norte de la Isla Grande (Borrazo y Etchichury 2013).

hallado en bahía Crossley. Contando con explicaciones plausibles sobre cuándo y por qué se visitó la Isla de los Estados, es inevitable preguntarse por qué perduró en la tradición oral como un lugar mítico, pero no se la menciona en el marco del patrón de asentamientos y subsistencia. Una hipótesis propone el abandono³² de las ocupaciones en la Isla de los Estados alrededor de los 1500 AP, en un escenario de migraciones de grupos terrestres hacia Península Mitre y desplazamiento de los cazadores-recolectores marítimos (Horwitz 1990). No obstante, se observa que la asociación de instrumentos óseos perduró en bahía Valentín hasta momentos históricos (Vidal 1985; Zangrando et al. 2009), y la hipótesis del desplazamiento no se ajustaría a los datos sobre eventos de flujo génico con regiones septentrionales (Crespo et al. 2020). Se propone otra alternativa, que es la disminución de la frecuencia de las visitas; tal vez relacionada a la oleada inicial de loberos ingleses dirigiéndose a las islas Shetland del Sur en la década de 1820 (Pearson y Stehberg 2006; Chapman 2012). Pero antes de pasar a la reseña de los momentos históricos, sintetizamos los antecedentes sobre la isla Navarino y el archipiélago del Cabo de Hornos, porque estas también habrían estado integradas al patrón de asentamiento marítimo.

4.3 Otras islas del archipiélago fueguino

La intensidad de la ocupación de la isla Navarino concuerda con la descripción de las islas *inshore* en el patrón de asentamiento marítimo (Horwitz 1990). En la costa norte se identificaron más de 400 sitios, distribuidos entre sectores inmediatamente adyacentes a la playa, en el límite con el bosque y en terrazas a 25 metros sobre el nivel del mar (Ocampo y Rivas 2000). La mayoría se caracterizan como concheros anulares de gran visibilidad. Algunos presentan cronologías que se extienden a seis milenios antes del presente, con ocupaciones que llegan hasta la época de contacto; aunque para este último período también abundan sitios de menor extensión y potencia (op.cit.). Los sondeos indican la explotación de taxones similares a los hallados en sitios arqueológicos de la costa sur de la Isla Grande. Los conjuntos son relativamente heterogéneos en su composición, los que se asocian a una dieta diversificada (Mardones 2019). Entre las presas más grandes predominan los restos de lobo marino de dos pelos seguidos, por los guanacos. Abundan los animales marinos de hábitos litorales como los cormoranes y peces de aguas someras como los nototénidos, *Cottoperca gobio* y escrófalo. También están presentes otros taxones de zonas pelágicas como aves de la familia Diomedidae (op.cit.), pero la escasa representación de peces sierra y *Merluccius* sp. indica una pesca concentrada en el litoral. A diferencia de la costa norte del canal Beagle, en donde la presencia conjunta de aves y peces de zonas pelágicas indicaría su captura coordinada

³² Sin embargo, Zangrando y Tessone (2018) informaron un nuevo sitio en Bahía Crossley, donde se hallaron artefactos líticos asociados a materiales de origen industrial.

(Tivoli 2010), es posible que en este caso las pardelas hayan sido capturadas en la costa. Si bien los resultados de los sondeos son de carácter exploratorio (Mardones 2019), la baja frecuencia de peces de zonas pelágicas resaltaría aún más la particularidad de las actividades de pesca en el tramo central de la costa norte del canal Beagle.

Otro núcleo importante de asentamientos se ubica en el seno Grandi, en la costa sur de la isla Navarino (Legoupil 1993-1994), donde se registraron al menos 43 sitios con agrupaciones de conchales anulares. Este sector también fue ocupado desde hace más de seis mil años antes del presente hasta momentos históricos; mientras que los 26 sitios en el archipiélago del Cabo de Hornos no tienen más de un milenio y medio de antigüedad. Aunque en islas pequeñas como Bayly se registran campamentos base con múltiples actividades, son más abundantes las evidencias de visitas acotadas. Estas islas más australes habrían sido frecuentadas durante el verano e inicios del otoño. Los otarios son uno de los principales recursos explotados (op.cit). Particularmente en el cabo de Hornos, las aves son las presas más representadas. Los cormoranes y las pardelas negras son las especies dominantes, seguidas por los patos vapor (Lefèvre 1993). Otro aspecto llamativo es la presencia de mustélidos³³ en dichos conjuntos, porque en otros sectores de Tierra del Fuego es mucho menor o casi nula (Santiago y Vázquez 2012). Entre los moluscos que componen los concheros, en el seno Grandi hay mayor proporción de mejillones que de gasterópodos; dicha relación se invierte en algunos sitios del cabo de Hornos (Legoupil 1993-1994). Las variaciones de las presas pequeñas como los mustélidos y los gasterópodos, por más que sean recursos complementarios deben ser tenidas en cuenta. Si son de niveles tróficos altos, o si son consumidores primarios que se basan en productores diferentes –por ejemplo, filtradores vs. consumidores de macroalgas– su consumo regular a largo plazo podría resultar en variaciones isotópicas significativas de los individuos. Finalmente, se menciona que la tecnología ósea utilizada no es muy diferente a los conjuntos hallados en otros sectores de Tierra del Fuego: punzones en hueso de ave, cuñas de cetáceos y arpones, sumados a los fragmentos de bifaciales (Legoupil 1993-1994).

Los cazadores-recolectores marítimos suelen cambiar frecuentemente sus patrones de asentamiento y los nichos ecológicos a explotar, para balancear las demandas de la población y la disponibilidad de recursos (Yesner 1980). Por lo tanto, el estudio de la subsistencia de estos habitantes durante el Holoceno tardío no puede restringirse a las tendencias halladas en un sector. Una característica general del registro zooarqueológico de la costa sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego y Península Mitre –y otras islas

³³ En tiempos históricos su piel fue objeto de trueque, pero los especímenes se hallaron también en capas más antiguas de sitios como Herschel 1 y Bayly 1; por lo que Legoupil (1993-1994) plantea su explotación constante incluso en momentos prehistóricos, ya sea por su piel o por su carne. Las fuentes etnográficas afirman que se consumían, aunque otros autores señalan que sería de forma excepcional (Orquera y Piana 1999b).

inshore como Navarino– es la predominancia de los recursos marinos, complementados con la captura de guanacos. Excepto por sitios puntuales en el canal Beagle y bahía Valentín, la única localidad que revierte esta tendencia es Heshkaia en bahía Moat. Las particularidades del conjunto de tecnología ósea y las técnicas de procesamiento indican un gran énfasis en la extracción de grasa ósea. No obstante, si se consideran las pautas de aprovisionamiento del resto de los recursos marinos, el registro arqueológico de Moat también podría ilustrar actividades relacionadas con grupos que ocupan ocasionalmente la franja costera; generando un registro arqueológico más diverso a lo largo de la costa sur de la Isla Grande (Ocampo y Rivas 2000). Sugeriría, también, otro corredor permeable a diferentes grupos como se postula para Península Mitre; aunque estas preguntas requerirían otras líneas de evidencia como la bioarqueológica para su resolución.

Dentro de la categoría general de recursos marinos, se examinaron los taxones representados: especialmente sus hábitats y la inversión laboral implicada en su aprovisionamiento. A partir del registro zooarqueológico en el canal Beagle se propone un expansión de los rangos de forrajeo hacia ámbitos pelágicos en los últimos 1500 años, acompañado por una dieta diversificada. Pero según la localidad y su estructura de los recursos, y/o por las diferentes capacidades tecnológicas de los habitantes, también se efectúan estrategias mixtas con el “aprovechamiento de recursos desde las costas pero no necesariamente en el mar” (Zangrando et al. 2014: 21). Este podría ser el caso de la costa norte y sur de Península Mitre. Por otra parte, es evidente que las ocupaciones en isla de los Estados y el archipiélago del Cabo de Hornos se integran en un patrón de asentamiento de poblaciones con movilidad marítima, y la cronología de sus ocupaciones apoyaría la ampliación de los rangos de aprovisionamiento hacia el Holoceno tardío final; pero la explotación de peces pelágicos parece limitarse al tramo central del canal Beagle. Estas variaciones en el aprovisionamiento de los recursos se relacionan con lo que señala Borrero (2011), cuando afirma que aún no hemos dado con la escala de las adaptaciones fueguinas y su rango de variación; una discusión que se complejiza con las diferencias en la tecnología y la interpretación de la evidencia genética.

Con respecto a las evidencias arqueológicas sobre la movilidad, el rango espacial hacia el este está señalado por los sitios en Isla de los Estados, como ya se mencionó. Hacia el noroeste del archipiélago fueguino no es posible delimitar un punto extremo, pero se afirma que habría existido mayor restricción en el acceso a dicho espacio. Al menos desde los 4000 cal. AP, se detecta la reducción de redes de comunicación visual y de variedad de materias primas alóctonas (Fiore 2006). Hacia el norte de la Isla Grande, la distribución de las tobas Miraflores sugiere un vector norte-sur de circulación, dependiente de unas pocas rutas óptimas que bordean el lago Fagnano y que pasan hacia al sur a través de valles de la Cordillera Fueguina. La circulación de esta materia prima no fue sistemática hacia la costa meridional de Tierra del Fuego, pero indica la existencia de

mecanismos de visita u otro tipo de interacción social que llega hasta el litoral meridional de Península Mitre (Pallo y Borrazo 2016). La densidad y reiteración de ocupaciones en ciertas localidades de la costa sur –con secuencias potentes y milenarias en algunos casos– sugiere un circuito de movilidad bastante estable a largo plazo, aunque se desconoce cómo se integraban los sectores con diferentes características ambientales en la movilidad residencial de los grupos cazadores-recolectores, o incluso si algunos segmentos del grupo viajaban con mayor frecuencia hacia ciertas áreas específicas para la obtención de recursos (Wendrich y Barnard 2008).

Considerando que la composición de los conjuntos puede estar reflejando la disponibilidad local o estacional de ciertas especies, así como actividades específicas de obtención de presas con comportamiento gregario, los análisis de isótopos estables sobre restos humanos ofrecen otra escala para estudiar la organización de la subsistencia (Newsome *et al.* 2004). En el capítulo 2 planteamos que si los estudios zooarqueológicos nos informan sobre pautas de obtención, procesamiento, transporte y descarte de los alimentos a nivel grupal, los datos isotópicos nos informan sobre el consumo promediado de alimentos y líquidos durante un lapso a nivel individual. Por otra parte, explicamos que el proceso de formación del registro bioarqueológico es clave para interpretar la variabilidad isotópica en unidades de análisis más abarcativas que el individuo (Barberena *et al.* 2004). A continuación profundizaremos las discusiones acerca de la dieta a partir de las características del paisaje bioarqueológico y el registro isotópico de la costa sur de Tierra del Fuego. En conjunto, estas líneas de evidencia nos permiten indagar en las variaciones intra e intergrupales sobre la subsistencia y la movilidad desde otra perspectiva.

4.4 El registro mortuorio del canal Beagle, Península Mitre y sectores insulares

Una de las vías de abordaje de las conductas mortuorias en el canal Beagle es la evaluación del registro etnohistórico y etnográfico (Cooper 1917; Orquera y Piana 1995b; Tessone 2003, 2014). Estos últimos trabajos observan cuatro conductas asociadas a la disposición y el tratamiento de cuerpo. La inhumación y la cremación son las más mencionadas. El abandono del cuerpo y la inhumación-cremación, como etapas de un mismo proceso, serían menos usuales.

Las inhumaciones se registran en una alta variedad de contextos posibles: en el bosque, en cuevas, islas pequeñas, acantilados o peñascos, rocas, en la tierra y las chozas; haciendo referencia a los concheros (Tessone 2014). Las cremaciones están asociadas al bosque —posiblemente por la necesidad de leña y reparo— pero hay menos referencias sobre dónde se realizaban (*op.cit.*). Se plantea que un factor estructurante de las conductas mortuorias es el temor al carroñeo: se eligen ciertos lugares para inhumar los

cuerpos³⁴ y se atribuye la preferencia por la cremación a este motivo (Cooper 1917). Otro condicionante es la estacionalidad. El entierro sería muy difícil con el suelo congelado durante el invierno, y se ha sugerido que en estas condiciones se elegían las cuevas o las islas pequeñas para depositar los cuerpos (Lothrop 1928: 173).

A partir de la revisión de las fuentes escritas, y la evaluación de los modelos arqueológicos para los cazadores-recolectores (Walthall 1999; Barrientos 2002), una de las expectativas sobre las conductas mortuorias en el canal Beagle era la posibilidad de encontrar más de un entierro en las localidades arqueológicas por la reocupación constante del espacio. No obstante, serían episodios singulares de depositación sin que haya una relación temporal y espacial entre los cuerpos (Tessone 2003, 2014). Teniendo en cuenta que los restos óseos humanos con información contextual adecuada es muy escasa, la contrastación contra el registro bioarqueológico señala que en cuatro contextos se halló más de un individuo; los restantes hallazgos consisten en un único individuo (Tabla 4.1). Por otra parte, tal como se esperaba, hay una baja segregación entre el lugar de depositación del cuerpo y los espacios donde se realizaban otras actividades –medidos a partir de la distancia a la costa y los concheros– (Piana et al. 2006).

En Península Mitre, la información acerca del lugar de depositación de los cuerpos procede básicamente del registro arqueológico (Chapman y Hester 1973; Guichón 1984, 1994; Vidal 1985; Lanata 1995; Kozameh 2004). En una síntesis de los contextos de aparición de los restos humanos (Tessone et al. 2011), se señala que la mayoría de los individuos del litoral norte están asociados a concheros. Asimismo, se encuentran distribuidos en tres localidades: María Luisa, Caleta Falsa y Bahía Thetis. En cambio, los individuos del litoral sur proceden solo de la localidad Bahía Valentín, y es mucho más frecuente la asociación con depósitos eólicos como las dunas de playa (op.cit). En términos generales, coincide con los contextos de aparición más comunes para los ambientes costeros de Patagonia (Guichón et al. 2001). En el sitio BVS 8/86 se halló el único entierro primario en la bahía (Figura 4.1) y se lo menciona como un ejemplo de los procesos erosivos que actúan en la dispersión de los restos humanos (Tessone et al. 2011)

³⁴ Por ejemplo, que “los muertos sean enterrados al pie de acantilados, en medio de los peñascos o en lugares al abrigo de los zorros, los que junto con las ratas son mirados con horror debido a su inclinación a comer cadáveres” (Bridges 1866 en Tessone 2014). Thomas Bridges también menciona que “Como lugares de sepultura se prefiere en general a las islas chicas, porque allí los zorros no van a perturbar a los muertos” (Bridges 1866 en Tessone 2014).



Foto 4.1. Vista del sitio BVS 8/86. Autora: Vivian Scheinsohn. El individuo se encontró en el frente de un médano erosionado. El cráneo había rodado pendiente abajo, mientras que el esqueleto poscraneal estaba parcialmente expuesto (Tessone et al. 2011).

Los contextos mortuorios en espacios insulares serían otra evidencia de su rol integrado a los circuitos de movilidad regional (Horwitz 1990; Tivoli et al. 2022). Esto es sumamente relevante para islas definidas como *offshore* (Horwitz 1990): por ejemplo, la Isla de los Estados y las islas del archipiélago del Cabo de Hornos. Si bien se hallaron pocos casos —un individuo en el sitio Bahía Crossley (Horwitz 1990), otro en Bayly 1 y un tercero en Wollaston 9 (Legoupil 1993-1994)—, concuerdan con las expectativas de los modelos de depositación del cuerpo ya mencionados para poblaciones de alta movilidad y baja densidad (Walthall 1999; Barrientos 2002). Por otra parte, los individuos recientemente hallados en Isla Martillo, en el canal Beagle, son de momentos históricos (Kochi et al. 2021). Este espacio es una isla con un área menor a un 1km^2 . Sumando su cronología y su cercanía a la estancia Harberton, lo interpretamos como más relacionado a las conductas mortuorias registradas en tiempos históricos. Las fuentes mencionan el uso de las islas pequeñas como enterratorios, para evitar que los cuerpos sean carroñados (Tessone 2003, 2014).

En el capítulo anterior hemos citado que el registro mortuario, considerado como una larga serie temporal de actos individuales, no necesariamente representa continuidad y/o uso exclusivo de una localidad particular por un grupo (Littleton y Allen 2007). Por ejemplo, la revisión etnográfica cuestiona la interpretación directa de la ubicación regional de los entierros como indicador de marcador territorial (Carr 1995). No obstante, algunas pautas pueden señalar una conexión estructurada pero fluida entre personas y lugares, en términos de lugares persistentes (*persistent places*, Schlanger 1992). Estos representan la

conjunción de conductas particulares en paisajes específicos, repetitivamente a largo plazo. Suelen estar marcados por rasgos o estructuras que atraen reocupaciones y que estructuran las actividades subsiguientes. Un ejemplo serían las agrupaciones de concheros anulares, que entre otras ventajas ofrecen protección y suelos con buen drenaje en ambientes húmedos (Orquera y Piana 1989; Zangrando 2018). A su vez, la acumulación de depósitos antrópicos de este tipo puede ser una precondition para la depositación final de los cuerpos (Tessone 2003; Littleton y Allen 2007). También se definen como lugares persistentes aquellos paisajes con cualidades topográficas específicas; como pasos que facilitan la circulación de un área a otra (Schlanger 1992). Península Mitre podría cuadrar en esta definición, como área de corredor y punto de partida hacia isla de los Estados. Nos preguntamos cuál es la variabilidad de las estrategias de subsistencia que se manifiesta en los marcadores paleodietarios de los individuos atraídos por las características de estos sectores, y si recurrentemente circulaban por los mismos espacios donde fueron enterrados o depositados según lo que pueda inferirse de los marcadores de movilidad. Por ejemplo, se informa el hallazgo de entierros en “hoyos” en bahía Lángara, la costa norte de Santa Cruz (Zilio y Hammond 2018). Esta modalidad de entierro y específicamente en este espacio se habría mantenido a través de varias generaciones, pero por los datos isotópicos se infiere cierta variabilidad en las dietas de los cinco individuos y distintos grados de conexión entre la costa y el interior en su uso del territorio.

Con respecto a las variaciones cronológicas en las conductas mortuorias, Tessone (2003, 2013) plantea que el establecimiento definitivo de los misioneros anglicanos en la bahía de Ushuaia en 1869 inicia un proceso clave; en cuanto los misioneros intervienen activamente en la modificación de las prácticas mortuorias. A modo de ejemplo, Thomas Bridges (2001 [1876]: 67) opinaba que “la cremación, como lo hace esta gente, es algo horrible”. Décadas más tarde, el navegante italiano Giacomo Bove (2005 [1883]: 122) registró que:

"La misión no ahorra trabajo para que se suprima la costumbre de enterrar o quemar los cadáveres apenas fallecidos, y empieza a obtenerlo, haciéndolos transportar a sus mismas casas y encargándose ellos mismos del pesado trabajo de darles sepultura."

En consecuencia, el paisaje bioarqueológico reflejaría un cambio importante a partir de fines del siglo XIX, ya que los restos óseos humanos estarían espacialmente más concentrados en los centros de actividad misional, las estancias y sus alrededores (Tessone 2003). Otra expectativa importante que plantea este autor es una mayor diversidad poblacional en estos contextos, ya que algunos registros escritos mencionan la presencia de los Selk'nam buscando refugio en la estancia de la familia Bridges (Casali 2008). Estos planteos permiten derivar ciertas expectativas isotópicas acerca de los

individuos hallados en estos contextos históricos, como una mayor diversidad en los valores isotópicos al nivel de localidad.

4.5 El registro isotópico de la costa sur de Tierra del Fuego

Señalamos que los datos de isótopos estables del carbono y del nitrógeno en los restos humanos confirman un consumo predominante de recursos marinos, complementado con una cantidad variable de recursos terrestres durante el Holoceno tardío a lo largo de la costa sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego; incluyendo el canal Beagle y ambos litorales de Península Mitre (Tabla 4.1; Yesner et al. 1991; Guichón et al. 2001; Tessone et al. 2003; Barberena 2004; Panarello et al. 2006; Tessone et al. 2011; Alfonso-Durruty et al. 2015; Kochi 2017).

Procedencia (inventario)	Cronología*	Sexo	Edad	Código laboratorio	$\delta^{13}\text{C}$ apatita	Código laboratorio	$\delta^{13}\text{C}$ colágeno	$\delta^{15}\text{N}$	C/N	Depósito	Contexto
Canal Beagle											
1) Ushuaia 13277	Post 1500 AP	Indet.	Adulto	Sin dato Geochron	-10,6	Sin dato Geochron	-12,6	18,8	3,3	S/d	S/d
2) Isla Hoste 12589		M	Adulto		-10,7		-13,3	17,2	3,3	S/d	S/d
3) Isla Hoste 12590		M	Adulto		-13,4		-16,8	13,2	3,2	S/d	S/d
4) Isla Navarino 12588		M	Adulto		-13,9		-18,5	10,6	3,3	S/d	S/d
5) Lautá 2 N°L2-288	S/d	F	Adulto	USF 360	-10,64	USF 360	-12,3	17,3	3,3	Conchero	S/d
6) Shamakush I 2679	S/d	Indet.	Infante	-	-	AIE 3058	-12,8	S/d	S/d	Conchero	Primario
7) Mischiuen III	625 ± 25 AP	Ind.	Juvenil	M16	-8,07	AIE 27568	-11,1	18,1	3,3	Alero	Primario
8) Playa Larga 2668	S/d	F	Adulto	M12	-9,61	AIE 27569	-11,5	18,2	3,3	S/d	S/d
9) Río Pipo 2669	1690-1350 cal. AP	M	Adulto	M13	-10,12	AIE 27570	-13,3 -11,8♦	15,8 19,1	3,2	S/d	S/d
10) Puerto Almanza 795	400-0 cal. AP	M	Adulto	M11	-9,64	AIE 27571	-11,9	18,0	3,3	Conchero	S/d
11) Ushuaia 1607	S/d	S/d	Sub adulto	M19	-9,37	AIE 27572	-11,9	18,4	3,3	S/d	S/d
12) Shamakush Entierro 6	1536 ± 46 AP	M	Adulto	M15	-9,18	AIE 27573	-12,4	18,3	3,3	Alero	Primario
13) Ea. Harberton	Postcontacto	M	Adulto	M26	-9,85	EILAB 87920	-11,6	18,6	3,2	Conchero	Primario
14) Paiashauaia	1504 ± 46 AP	F	Adulto	M17	-9,86	AIE 27575	-11,9	18,3	3,3	Entierro	Primario

15) Bosque Imiwaia 1	640 ± 43 AP	F	Adulto	M18	-8,98	EILAB 87914	-11,2	19,2	3,2	Oquedad rocosa	Primario
16) Acatushun	Postcontacto	F	Adulto	M14	-11,54	AIE 27574	-13,9	16,7	3,3	Conchero	Primario
17) Aeroclub 2975	S/d	S/d	Adulto	-	-	EILAB 87913	-11,2	19,2	3,2	Entierro	Primario
18) I. Navarino 27007	860 ± 30 AP	F	Adulto	-	-	Beta- 383312	-13,4	17,5	-	S/d	S/d
19)	Postcontacto	F	Adulto	-	-	TF1	-11,6	18,9	3,1	S/d	S/d
20)		F	Adulto	-	-	TF2	-11,9	18,9	3,1	S/d	S/d
21)		F	Adulto	-	-	TF3	-11,2	19,3	3,1	S/d	S/d
22)		F	Adulto	-	-	TF4	-11,9	18,4	3,1	S/d	S/d
23)		M	Adulto	-	-	TF5	-12,0	18,3	3,2	S/d	S/d
24)		M	Adulto	-	-	TF6	-11,9	18,0	3,1	S/d	S/d
25)		F	Adulto	-	-	TF7	-12,1	17,5	3,1	S/d	S/d
26)		M	Adulto	-	-	TF8	-12,1	17,6	3,1	S/d	S/d
27)		F	Adulto	-	-	TF9	-12,5	17,5	3,1	S/d	S/d
28)		F	Adulto	-	-	TF10	-11,2	18,0	3,1	S/d	S/d
29)		F	Adulto	-	-	TF11	-11,3	18,6	3,1	S/d	S/d
30)		M	Juvenil	-	-	TF12	-11,6	17,4	3,1	S/d	S/d
31)		F	Juvenil	-	-	TF13	-11,6	17,6	3,1	S/d	S/d
32)		M	Adulto	-	-	TF14	-13,0	17,5	3,2	S/d	S/d
33)		F	Adulto	-	-	TF15	-12,5	19,4	3,3	S/d	S/d
34)		F?	Adulto	-	-	TF16	-12,3	18,6	3,2	S/d	S/d
35)		F?	Adulto	-	-	TF17	-12,1	19,0	3,2	S/d	S/d
36)		M	Adulto	-	-	TF18	-12,3	19,7	3,2	S/d	S/d
37)		M	Adulto	-	-	TF19	-12,0	19,3	3,2	S/d	S/d
38)		M	Adulto	-	-	TF20	-11,4	19,6	3,3	S/d	S/d
39)		M	Adulto	-	-	TF21	-12,5	19,6	3,2	S/d	S/d

40)	Colección Florencia	Postcontacto	M	Adulto	-	-	TF22	-12,1	20,4	3,2	S/d	S/d
41)			M	Adulto	-	-	TF23	-12,0	19,7	3,2	S/d	S/d
42)			M	Adulto	-	-	TF24	-12,1	19,5	3,2	S/d	S/d
43)			F?	Adulto	-	-	TF25	-12,5	18,7	3,2	S/d	S/d
44)			M	Adulto	-	-	TF26	-15,0	12,3	3,2	S/d	S/d
45) María Luisa	Post 1000 AP	F	Adulto	S/d	-8,1	S/d	-9,1	18	-	Superficial	-	
46) María Luisa		F	Juvenil	S/d	-10,4	S/d	-14,2	14,7	-	Superficial	-	
47) Caleta Falsa S7-2	480-140 cal. AP	F	Adulto	-	-9,7		-11,8	18,5	-	Conchero	Primario	
			I12357	-		-17,3	13,1	-				
48) Caleta Falsa S3-3	500-130 cal. AP	F	Juvenil	-	-9,9		-11,6	18,3	-	Duna	S/d	
			I12356	-		-10,6	19,9	-				
49) Caleta Falsa S8-4	670-510 cal. AP	M	Adulto	-	-10,6		-13,3	15,1	-	Conchero	Primario	
			I12539	-		-11,4	18,5	-				
50) Bahía Policarpo	S/d	F	Adulto	-	-7,9	-	-	-	-			
51) Bahía Thetys(Aleph 3)	A) 450 ± 60 AP	M	Adulto	AC1234	-11,8	-	-	-	-	Conchero	Primario	
52) BVL2/3	S/d	S/d	S/d	-	-	EILAB 87915	-11,5	18,5	3,2	Superficial	Redeposito	
53) BVL2/10	S/d	S/d	S/d	-	-	EILAB 87916	-11,6	18,3	3,2	Superficial	Redeposito	
54) BVS34	S/d	Indet.	Adulto	-	-		-11	-	-	S/d	S/d	
55) BVS8/86	1468 ± 48 AP	M	Adulto	-	-	EILAB 87917	-12,3	17,6	3,2	Duna	Primario	
56) BVS11	S/d	S/d	Adulto	-	-	EILAB 87918	-15,4	14,1	3,2	S/d	S/d	

Tabla 4.1. Valores publicados de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ expresados en ‰, de los restos óseos humanos del canal Beagle y Península Mitre. Referencias: individuos 1-4 (Yesner et al. 1991, 2003); 5 (Guichón et al. 2001); 6 (Orquera y Piana 1996); 7-11 (Tessone et al. 2003; Kochi 2017); 12 y 13 (Panarello et al. 2006; Kochi 2017); 14 y 15 (Suby et al. 2011; Kochi 2017); 16 y 17 (Kochi 2017); 18 (Alfonso-Durruty et al. 2015); 19-44 (Marangoni et al. 2011; Tafuri et al. 2017); 45-50 (Yesner et al. 1991, 2003; Nakatsuka

et al. 2020); 51 (Guichón et al. 2001); 52-56 (Panarello et al. 2006; Tessone et al. 2011). A) Fechado sobre carbones sueltos del sector (Lanata 1995: 142).

A nivel de grupo consumen recursos similares, pero desconocemos si integran los mismos espacios a lo largo de sus vidas. Esto se relacionaría con una forma de diferenciación de nichos ecológicos para reducir la competencia por los recursos. En el caso de los individuos atípicos como los de isla Hoste y Navarino con una dieta predominantemente terrestre, la tendencia a utilizar la categoría de dieta como marcador geográfico nos lleva a pensar si vivieron en una zona de la Isla Grande diferente a donde fueron enterrados; como mencionamos, el modelo de depositación expeditiva postula que la depositación dentro o fuera de su rango de acción. Pero en primer lugar, se reconoce que los isótopos del carbono y nitrógeno pueden no ser los más adecuados para caracterizar la circulación espacial, siendo necesario medir otros elementos. También es un problema relacionado a la escasez de restos humanos analizados en la región. Una muestra acotada –especialmente para Península Mitre (Tabla 4.1; Tessone et al. 2011) – podría no estar dando cuenta de la variación total en los patrones dietarios y dificulta la interpretación de los extremos de la distribución de los marcadores paleodietarios y los valores atípicos. Para el año 2003, se informa un total de 116 individuos del canal Beagle depositados en museos e institutos de Argentina y el exterior (Tessone 2003), de los cuales solo una fracción³⁵ se analizó isotópicamente. Gran parte de los individuos en las colecciones bioarqueológicas carezcan de información contextual suficiente, por diversas razones (Tessone 2003; Aspillaga et al. 1999). Pero si al menos cuentan con datos sobre la procedencia al nivel de la localidad, permitirían profundizar en la variación paleodietaria y de movilidad en relación con el eje espacial.

En cuanto a la variación intragrupal, las reconstrucciones paleodietarias han apuntado a caracterizar el consumo de diversos recursos subsumidos en la categoría de “dietas marinas” (Kochi 2017; Kochi et al. 2018). En estos trabajos hemos señalado que la aplicación de modelos de mezcla bayesianos con una ecología isotópica local encuentran tanto nuevos aportes como limitaciones; estas últimas se relacionan con las características de la distribución de los isótopos en el ambiente local, y la información integrada en las macromoléculas como el colágeno y extraídas de tejidos con una tasa de renovación lenta. Se corrieron modelos con diferentes criterios de agrupación de recursos para resolver la indeterminación, con la condición de que dichos recursos sean isotópicamente similares entre sí y que posteriormente sean interpretables en términos ecológicos o de estrategias

³⁵ En base a la información compilada por Tessone (2003), se ha analizado isotópicamente los individuos depositados en el Museo Etnográfico de la UBA (individuos 1-4 en Tabla 4.1); dos del Instituto de la Patagonia de Punta Arenas (individuos 5 y 18); cuatro del Museo del Fin del Mundo en Ushuaia (individuos 8-11); y el número mínimo de individuos estimado de las colecciones del Museo de Historia Natural en Florencia y el Museo de Antropología de Roma (individuos TF1-TF26). La mayoría de los individuos restantes de la Tabla 4.1 también forman parte de la colección bioarqueológica del Museo del Fin del Mundo (individuos 6, 7, 12-17), pero fueron recuperados en excavaciones arqueológicas en el marco del PACB (Piana et al. 2006). Sus contextos serán detallados en el capítulo 6.

de subsistencia. Las mediciones de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ sobre colágeno y bioapatita de individuos del canal Beagle (Tabla 4.1, individuos 1-17) indican que la fauna analizada que no se distribuye estrictamente en el ámbito litoral aporta entre un cuarto y un quinto de la dieta a largo plazo. Este grupo de recursos incluye a los pinnípedos, las aves, las merluzas y los peces sierra. Excepto por los albatros y los mejillones, isotópicamente es muy difícil identificar a cada uno de estos taxones por separado (Figura 4.2). Puede que una presa aporte más a la dieta que otras, o que todas contribuyan en cantidades similares. En ese caso sería aun menor la ingesta de cada uno de los animales. La composición de las dietas es muy similar entre los individuos, salvo por los que se distinguen por una mayor proporción de consumo de algunos recursos en particular (Figura 4.3).

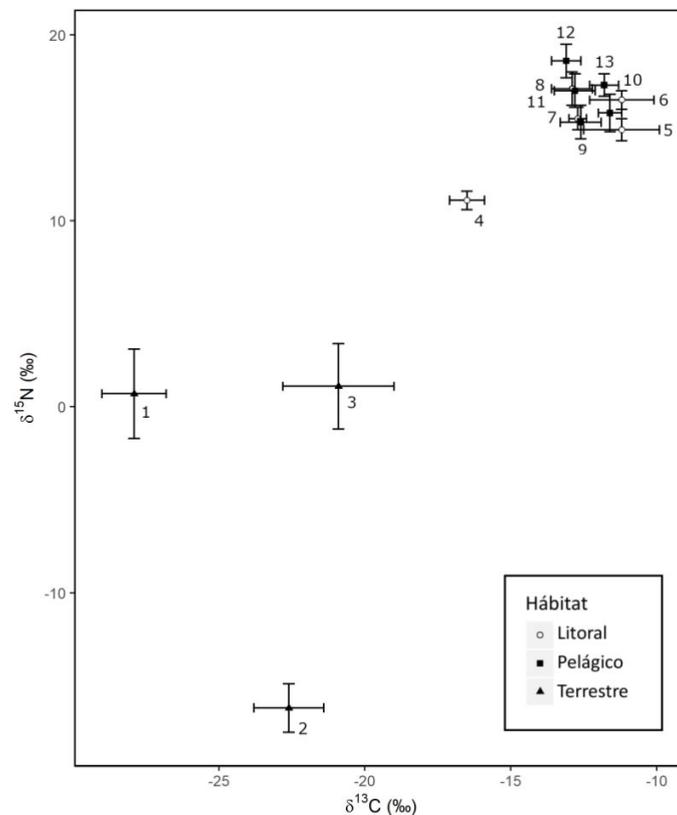


Figura 4.2. Promedio $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ ($\pm s$) de taxones analizados en el canal Beagle. Referencias de hábitat: *Terrestre* (triángulos negros) 1-Plantas C_3 , 2-Líquenes, 3-Guanacos. *Litoral* (círculos blancos) 4-Mejillones, 5-Doraditos, 6-*Patagonotothen* sp. 7-Cormoranes, 8-Pingüinos. *Pelágico* (cuadrados negros) 9-Peces sierra, 10-Merluzas de cola, 11-Merluzas, 12-Albatros, 13-Lobos marinos de dos pelos. Referencias: Zangrando et al. 2016; Kochi et al. 2018.

Las distribuciones posteriores de recursos del ámbito litoral resultan un tanto más difusas. Aunque deben ser interpretadas con precaución, los promedios obtenidos para el consumo de peces pequeños como los nototénidos oscilan entre el 20-30 % y son coherentes con los datos ictioarqueológicos. En algunos individuos (Paishuaia, Ushuaia, Playa Larga y Ea. Harberton), los modelos resultan en curvas de distribución con formas bimodales para la estimación del consumo de los peces litorales y no es posible mantener dicha afirmación. Por otra parte, los mejillones en promedio conformaban entre un 10 % y 20 % de la dieta de los habitantes del canal Beagle. Teniendo en cuenta las distribuciones de las proporciones, las cifras podrían ser mayores. No obstante, se necesita conocer mejor la variabilidad isotópica interespecífica en los mejillones.

Mencionamos que algunos individuos se diferencian del resto por consumir una mayor proporción relativa de algunos recursos en particular. Por ejemplo, el subadulto de Mischiuen III presenta el mayor porcentaje promedio de consumo de mejillones, en torno al 40 %. Sería coherente con lo que señala Erlandson (2001) sobre los bivalvos como fuentes de proteínas predecibles y fáciles de obtener para niños y ancianos. No obstante, el individuo adulto de Río Pipo también comió una cantidad similar de mejillones a lo largo de su vida, apoyándose en recursos marinos de bajo nivel trófico. Relacionado con la escasez de restos humanos, planteamos que tal vez la caracterización de la estructura trófica al nivel grupal de cada sector geográfico es incompleta, y a su vez estamos perdiendo otro aspecto de la variación interindividual del nicho ecológico (Bolnick et al. 2003; Layman et al. 2007). En este sentido, no se ha revisado la composición cuantitativa de la dieta a partir de los restos de humanos de Península Mitre, ya que no se disponía de valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de referencia para los recursos locales.

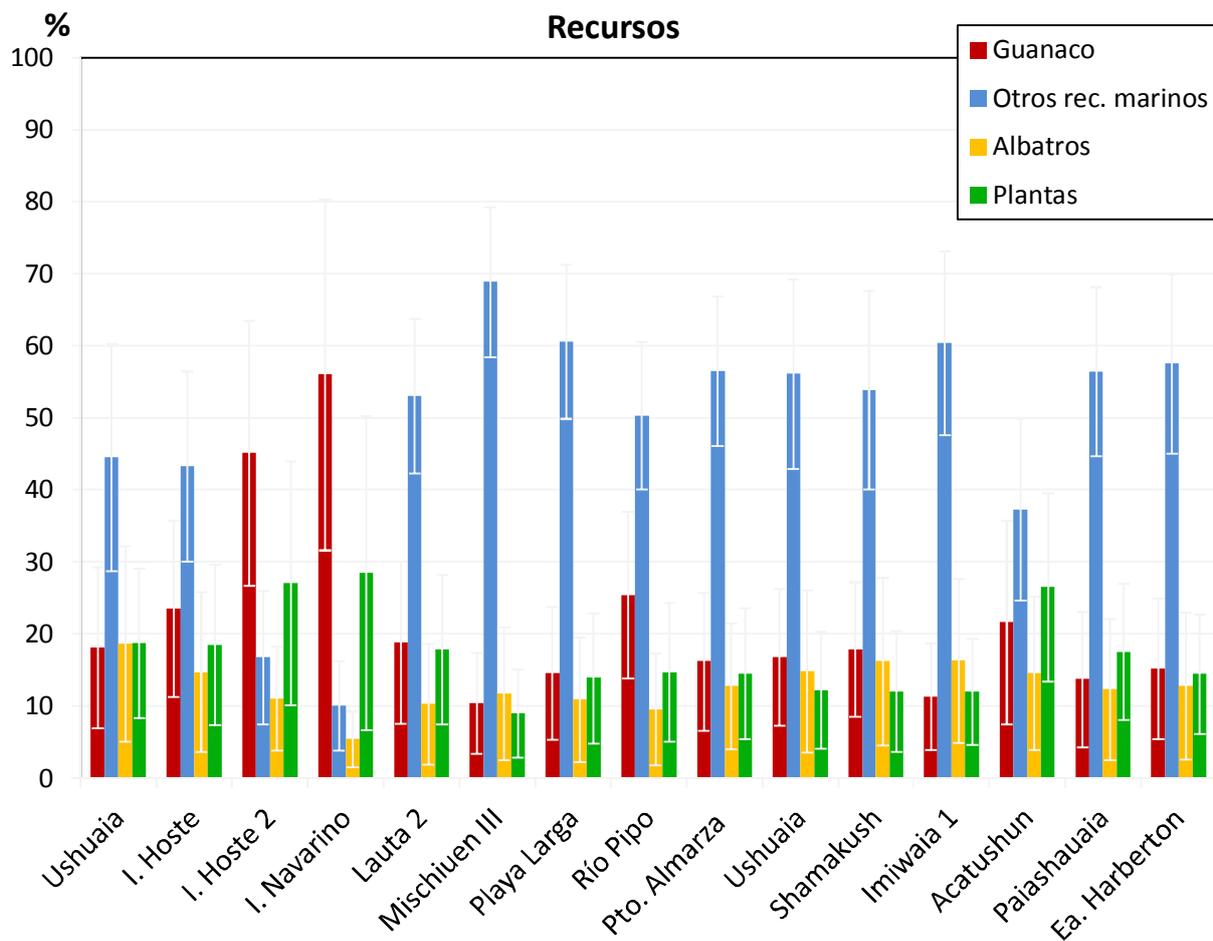


Figura 4.3. Contribución promedio de los recursos marinos, guanacos, albatros y plantas a la dieta total con un desvío estándar. Referencia: Kochi (2017).

Otro recurso de bajo nivel trófico son los vegetales terrestres. Isotópicamente se puede detectar su consumo en cantidades bajas pero regulares (Figura 4.3), y hemos planteado que su omisión en las reconstrucciones paleodietarias puede llevar a una sobreestimación del aporte de los guanacos (Kochi 2017). A la inversa, resulta en la subestimación del consumo de micronutrientes y carbohidratos en forma de plantas comestibles. Los vegetales están afectados por un sesgo particular, tanto en el registro arqueobotánico como en el etnográfico (Berihuete Azorín 2014). Esto conduce a una discusión específica, que es la caracterización de la dieta en términos macronutricionales: puntualmente en la porción energética. En el caso de los lípidos, se plantea un rol crítico para las poblaciones que habitan en ambientes de altas latitudes y consumen dietas abundantes en proteínas (Speth y Spielmann 1983; Haas y Harrison 1997).

A partir del análisis de $\Delta^{13}\text{C}_{\text{apa-col}}$ se afirma que un total 11 individuos del litoral norte de Península Mitre (n=6) y del canal Beagle (n=5) tenían un elevado consumo de

proteínas y lípidos, atribuidos a la grasa de lobo marino. Como la mayoría de los individuos consumieron dietas marinas, se sugiere que la grasa de los guanacos habría contribuido en menor proporción (Schinder et al. 2003). No obstante, al nivel de toda la Isla Grande de Tierra del Fuego, el análisis de clusters de $\Delta^{13}\text{C}_{\text{apa-col}}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ indica que el consumo de carbohidratos y lípidos no se define solamente por sector geográfico o clases de dietas — marinas, terrestres, mixtas— (Barberena 2004).

Las revisiones de los datos experimentales de $\Delta^{13}\text{C}_{\text{apa-col}}$ advierten que estos no diagnostican una combinación particular de proteínas ni de dieta total por sí solos (Kellner y Schoeninger 2007). Como alternativa, se ha propuesto un modelo basado en el análisis multivariado de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (Froehle et al. 2010). Una fracción de los individuos analizados por Schinder et al. (2003) y Barberena (2004) integra el conjunto de observaciones del que derivan las funciones discriminantes. Los del litoral norte de Península Mitre (n=4) y dos individuos de la costa sur de Tierra del Fuego se ubican en el cluster 3 (proteína marina; energía 50 % C_3 y 50 % C_4 , que en contexto se interpretan como grasas de origen marino). En el cluster 1 (100 % proteínas C_3 ; energía 100 % C_3) se agrupan tres individuos del norte de Tierra del Fuego y dos individuos que se discuten como observaciones atípicas para los patrones paleodietarios del canal Beagle (isla Hoste e isla Navarino). Posteriormente se incluyó al resto de los individuos del canal Beagle que cuentan con datos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, los que también se clasificaron en el cluster 3 (Figura 4.4; Kochi 2017).

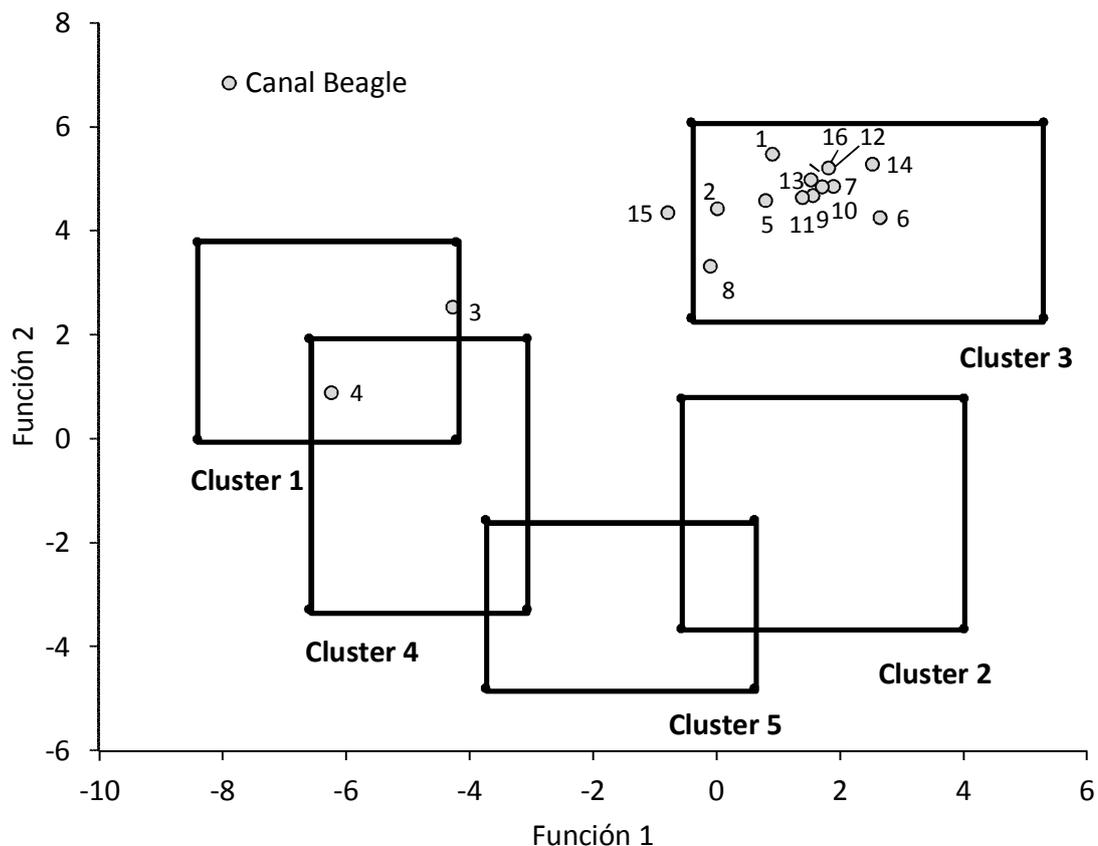


Figura 4.4. Individuos del canal Beagle, clasificados en clusters con dietas caracterizadas por Froehle et al. (2012). Las referencias de la numeración de los individuos se muestra en la Tabla 4.1

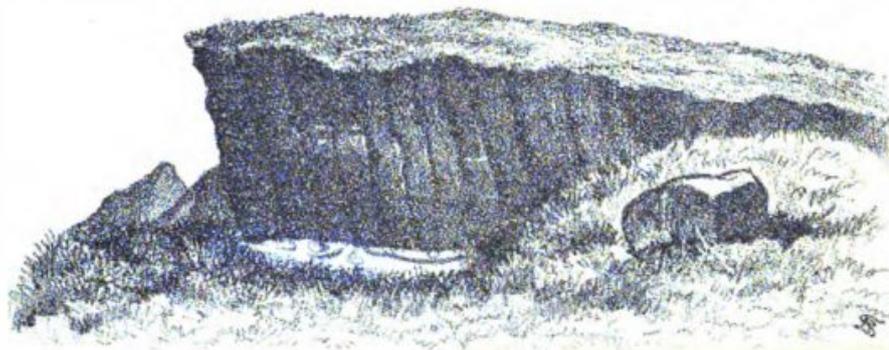
A diferencia de los análisis previos basados en $\Delta^{13}\text{C}_{\text{apa-col}}$, estos resultados sugieren una contribución relativamente importante de energía C_3 . Aunque parece una cifra elevada para dietas predominantemente marinas, es coherente con el procesamiento intensivo de las carcasas de guanacos para la extracción de la grasa ósea (Alunni 2018) y probablemente subsume también el consumo de carbohidratos en forma de vegetales C_3 . En el litoral sur de Península Mitre el procesamiento de la grasa ósea no parece haber sido tan importante. Pero por la falta de mediciones de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, no es posible comparar las características de la porción energética de la dieta con el canal Beagle. También desconocemos las tendencias en los momentos postcontacto, cuando los patrones en el consumo de carbohidratos pueden haberse modificado.

Sí contamos con el análisis de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ sobre 25 individuos, reunidos por Giacomo Bove durante sus expediciones a Tierra del Fuego (Marangoni et al. 2011; Tafuri et al. 2017). La primera expedición se realiza entre 1881 y 1882. Guiándonos por su

informe, es bahía Yendegaia (Figura 4.5) donde obtiene algunos de los esqueletos que fueron depositados en el Museo de Nacional de Antropología y Etnología de Florencia:

“Mi petición de esqueletos humanos suscitó al principio alguna resistencia entre los fueguinos, pero Ococco, penetrado del objeto de mi solicitud, tanto hizo y tanto dijo, que (...) algunos me vendieron hasta los huesos de sus padres.” (Bove 2005 [1883]: 90).

“Ococco, Escapan, Coostri, Fred, etc., no tuvieron ninguna dificultad en indicarme adónde tenían sepultados a sus parientes, y me acompañaron ellos mismos muchas millas para proveerme de cráneos y huesos humanos. Fred, a más, me vendió espontáneamente el cadáver del mismo padre.” (Bove 2005 [1883]: 122).



TIERRA DEL FUEGO
BAHIA YENDAGAIA - CEMENTERIO FUEGUINO

Fotografía E. Halászky, B' Aires, Tomara 82

Figura 4.5. Ilustración de bahía Yendegaia en Bove (1883).

Si tomamos de forma literal esta última información y si se estima un lapso de 28,5 años entre generaciones (Nakatsuka et al. 2020), la cronología de los individuos desenterrados se encontraría en torno a mediados del siglo XIX, o un poco más tarde. Por otra parte, la colección incluiría un individuo hallado en las cercanías de Punta Arenas (Mantegazza y Regalia 1886). La procedencia y la cronología de la colección del Museo de Antropología de Roma es mucho más difícil de contextualizar, ya que de la segunda expedición de Bove entre 1883 y 1884 no hay un informe detallado. Sergi (1886-1887) se lamenta que las indicaciones se limiten a asignaciones como “Alacaluf” y “Jagan”, siendo imposible de determinar a qué esqueletos corresponderían.

A pesar de estos problemas, se observa que la muestra conformada por estas colecciones y la muestra de individuos prehistóricos provienen de poblaciones con distribuciones similares de valores $\delta^{15}\text{N}$. Es llamativo también que el promedio $\delta^{15}\text{N}$ sea más positivo en la muestra postcontacto que en la precontacto, siendo de $18,4 \pm 1,5 \text{ ‰}$ y $17,2 \pm 2,5 \text{ ‰}$ respectivamente. Estadísticamente no hay diferencias entre los promedios de $\delta^{13}\text{C}$: $-12,2 \pm 0,8 \text{ ‰}$ (postcontacto) y $-12,8 \pm 2,1 \text{ ‰}$ (precontacto). Estos datos se interpretaron en términos de resiliencia cultural, en cuanto se suplieron pinnípedos menos disponibles por otros recursos marinos de alto nivel trófico para mantener las ingestas de proteínas (Tafari et al. 2017). No obstante, por la cronología de las colecciones es posible que la resiliencia no sea el comportamiento que mejor describa la baja variación en el consumo de proteínas (Valenzuela et al. 2019). También queda por examinar la composición no proteica de la dieta. Para evaluar otras explicaciones, es necesario contextualizar los procesos que marcaron la historia de las poblaciones nativas en Tierra del Fuego a partir del siglo XVI.

4.6 Contexto histórico

En esta sección reseñamos la cronología del contacto en Tierra del Fuego, con énfasis en el margen meridional de la Isla Grande. Nos centramos en las características de los alimentos foráneos introducidos, registradas por las fuentes escritas primarias y mayormente, secundarias. En cuanto al primer punto, interesa la frecuencia de estos episodios, el contexto y su duración. También relevamos determinados acontecimientos con consecuencias en la circulación de los grupos nativos, principalmente como estrategias de evasión (Casali 2008). Finalmente, dedicamos un apartado para las características de los líquidos bebidos en cuanto a su composición. En el caso del agua, nos interesan los procesos culturales que median entre su fuente y el consumo cuando introducen algún cambio de estado físico.

4.6.1 La circulación de personas y alimentos

Los viajes exploratorios de la segunda mitad del siglo XVI y XVII se concentraron estratégicamente en el Estrecho de Magallanes, por lo que no abundan observaciones directas sobre los indígenas en la costa sur de la Isla Grande. Pero puede decirse que “en los primeros encuentros imperó la violencia” (Orquera y Piana 1995). En 1624, los indígenas mataron a numerosos holandeses en Bahía Nassau al sur de la Isla Navarino (Orquera y Piana 1999b). En comparación con este episodio, contrasta la anotación de los hermanos Nodal sobre un encuentro anterior en Bahía Buen Suceso:

“vinieron abriendo los brazos (...) Dimosles cuentas de vidrio, y agujetas, y otras ninerías (...) por ningun caso an querido comer ni beber de lo que les davamos que devian de entender que les davamos alguna ponzona. (...) asi como ellos no se fiaban de nosotros, que se velaban como aguilas,

asi nosotros no nos fiavamos de ellos. Jamas devieron ver gente por alli (...) Es de considerar esta gente dexaba por la playa el pan blanco que les dimos, y en nuestra presencia arrancavan las yervas del campo y comian dellas como bueyes y caballos, y lo mismo hizieron comiendo sardinas crudas.” (Nodal [1621] en Rodríguez Couto 2018).

Los hermanos Nodal no serían los primeros en ser avistados por la zona, ya que la expedición de Le Maire en 1615 había pasado por el sudeste de la isla y el cabo de Hornos. No obstante, del breve relato resalta la desconfianza ante los alimentos ofrecidos. Con respecto al consumo de vegetales, no se dispone de una fuente contemporánea para cotejar la información. Tomando como guía la reseña de Hyades y Deniker (1891), solo una expedición más atravesó el cabo de Hornos en el siglo XVII. En este siglo los contactos fueron sumamente esporádicos, breves y prácticamente no hubo intercambio material directo entre los europeos y los indígenas.

Dicha tendencia se continúa durante el siglo XVIII. Además del Estrecho de Magallanes, las exploraciones se dirigen también al cabo de Hornos y Malvinas. Dos crónicas famosas ofrecen observaciones sobre los indígenas. Durante su primer viaje alrededor del mundo, Cook llega a Bahía Buen Suceso en 1769. Tres nativos prueban pan³⁶ y carne a bordo “aparentemente no con mucho placer” pero se guardan algunas porciones. El vino no fue bien recibido (Cook 1773:44). Cuando los marineros se acercan a las chozas, se sorprenden por la presencia de objetos europeos como ropa y botones, por lo que especulan que este grupo viajaría cada tanto hacia el norte (op.cit). En el segundo viaje, Cook llega a canal Navidad en 1774. Los navegantes les ofrecen a los nativos sal y galletas podridas, y ellos no deseaban aceptarlo (Forster 1777). Esta reticencia también fue registrada décadas más tarde en la costa sur de Península Mitre: “Nada comen ni beben de nuestros manjares, por más que se les insta, acostumbrados a sus frutillas silvestres y carne de lobo marino de que comúnmente se alimentan”³⁷ (Lefrant y Fernández [1792] en Segura 1974: 40). Por otra parte, en el último cuarto de este siglo los loberos empiezan a frecuentar las islas al norte y este del Cabo de Hornos, isla de los Estados y las Malvinas (Colnett 1793: 20; Dickinson 1987). Es muy probable que en su travesía hacia el Pacífico hayan tratado a los indígenas, pero son escasos sus registros (Martinic 1987; Soluri 2013). Se ha planteado que uno de los mayores factores de cambio

³⁶ Las galletas que llevaban los barcos de la Marina real británica podían conservarse por meses, pero era común que se echaran a perder si no se las guardaba adecuadamente. Eran muy duras, por lo que se remojaban antes de comer (MacDonald 2014). Más adelante, Spears (1895) transcribe que en la misión anglicana de Ushuaia lo remojaban en leche azucarada.

³⁷ Más adelante relata: “Una tribu de estos vino siguiendo la lancha hasta Buen Suceso, donde se mantuvieron entre nosotros hasta el día de la vela, hablando por los codos, cantando y aún danzando, pero nada de comer.” (Lefrant y Fernández [1792] en Segura 1974: 42)

en la dieta y más ampliamente, en el estilo de vida tradicional, fue la matanza indiscriminada de los loberos sobre las colonias reproductivas (Schiavini 1993; Orquera y Piana 1999a; Chapman 2012).

El panorama cambia vertiginosamente en el siglo XIX. En las primeras décadas declina la oleada inicial de loberos en la región³⁸, quienes se dirigen hacia islas más australes. Weddell es uno de ellos, y en 1822 en las islas Hermite tuvo una experiencia muy similar a la que relató Cook cuando les ofrece carne, vino³⁹ y pan a los nativos (1825: 149 y 164). El café no fue rechazado, pero parece que estaban más interesados en llevarse el recipiente (1825: 154). Uno de los comandantes de Weddell, Brisbane, retorna a las islas Hermite años más tarde. Los nativos trabajan y comparten las comidas en el barco con entusiasmo, aunque manifiestan su preferencia por la tradicional grasa de lobo marino y otras sustancias grasas (Weddell 1827: 320). Las renombradas expediciones hidrográficas inglesas –la primera fue comandada por Parker King y Stokes entre 1826 y 1830; la segunda, por Fitz Roy entre 1831 y 1836– pudieron observar reiteradamente a los indígenas por un tiempo prolongado. No obstante, no dejaron numerosas constancias de intercambios o regalos de alimentos europeos. Por el contrario, los nativos están interesados en ofrecer principalmente pescado a cambio de cuentas y botones (Fitz Roy 1839 vol. I: 439, 444-446, 449). Otro episodio es el que registró Wilkes (1849: 115) en bahía Buen Suceso. Rechazan el tabaco, el whiskey, el pan y la carne para obtener los codiciados artículos de metal a cambio de sus arcos y flechas. Pero, como invitado a bordo en bahía Orange, un hombre come con gusto arroz, budín de ciruelas y toma agua azucarada; este último parece ser especialmente de su agrado (op.cit: 127). Una introducción sistemática de alimentos foráneos que supere a estos encuentros anecdóticos comienza a partir de la segunda mitad del siglo XIX.

La iglesia anglicana, representada por una de sus tantas sociedades pastorales, comienza su actividad en Tierra del Fuego con una serie de experimentos y fracasos; hasta que en 1854 la *Patagonian Missionary Society* inaugura la estación Cranmer en la isla Keppel. Entre 1859 y 1869, unos cincuenta yámanas fueron trasladados allí por los misioneros (Bridges 2003 [1948]) y vivieron temporadas de duración variable –de hasta nueve meses, y algunos volvieron más de una vez–. Luego los hacían retornar a sus lugares de origen en el barco de la misión (Bascopé 2016). Este sistema es el que se describe

³⁸ Una mención especial merece las loberías y los puestos de tala que instala Luis Vernet a partir de 1828 en Isla de los Estados (Belza 1974), a lo que sigue la explotación más general de fauna marina que hizo Luis Piedra Buena entre 1859 y 1882 en la isla (Chapman 1987). Asimismo, la isla de los Estados continúa siendo una parada obligada para abastecerse de madera (Pearson y Stehberg 2006), y es posible que los indígenas hayan espaciado sus visitas para evitar el encuentro con ellos (Chapman 2012).

³⁹ Brisbane registra el disgusto por las bebidas espirituosas en las islas Hermite (Weddell 1827: 320), a lo que se suma el relato de Wilkes (1849: 115) entre otros.

como la “misión flotante” (Martinic 2001). El proyecto religioso impone una rutina diaria durante la estadía. De la dieta, se registra que al menos dos veces al día cada “yagán recibe una galleta marinera y una porción de melaza⁴⁰”. Del resto de las comidas se encargarían ellos, ya que “se consideró recomendable para su propio entretenimiento que buscaran su sustento de la manera acostumbrada en Tierra del Fuego” (SAMM 1859: 206 en Bascope 2016). Aquí inician los intentos para inculcar la agricultura y la vida sedentaria:

Cultivation must be practiced in Fireland to make Christian teaching effectual. Without it the Firelanders must wander, must dwell in tents, must be mostly naked, and be but little taught. Let them have potatoe ground, turnips, cabbage, a goat and a cow or two, and they will sit at home (...) and attend to Christian instruction and discipline (Despard 1861: 179-180).

La construcción de la misión en Wulaia, con la mano de obra nativa, continúa en la misma línea: quien no trabaja no obtiene las galletas; y la cantidad de galletas, añejadas y con moho como reconoce el pastor Despard, corresponden a las horas trabajadas (Fell 1859 en Chapman 2012). Los trabajadores exigen dos galletas por cada corteza cargada. Este reclamo no tiene éxito, ni tampoco este primer establecimiento fuera de la estación Cranmer. Lo que perduraría es este sistema de retribuciones de galletas o ropas.

A principios de 1869, se reintentó una instalación permanente en la costa norte del canal Beagle. El pastor Thomas Bridges es el responsable de organizar la misión en Ushuaia. Durante los 15 años de su funcionamiento, la metodología consistió en mostrarles las incuestionadas ventajas de la civilización occidental e introducirlos en una vida sedentaria (Seiguer 2006). Se estimulaba a los indígenas a cuidar de las huertas de papas y nabos. A cambio de trabajos⁴¹ de mantenimiento en la misión, se los retribuía con

⁴⁰ Es un subproducto que no se puede seguir refinando en el procesamiento del azúcar. En el siglo XVIII, los ingleses más pobres consumían la melaza de caña como un complemento de otros carbohidratos como el pan, y forma parte de las raciones oficiales de los asilos de indigentes. La melaza y otras formas de sacarosa son un consumo de masas a partir de 1850. Asimismo, formó parte de las experiencias de aculturación en muchas partes del mundo, con poca resistencia (Mintz 1996). También se puede obtener melaza del procesamiento de la remolacha azucarera, pero tiene un sabor y olor particular que no promovió su incorporación en la industria alimenticia (Šaric et al. 2016). Asimismo, el azúcar de remolacha hasta la década de 1870 representa un tercio de la producción mundial de azúcar (Austin 1928), principalmente destinado al consumo interno europeo (Asadi 2007). La distinción entre estos tipos de azúcares es fundamental como se desarrollará más adelante. La caña de azúcar es un cultivo C₄ y el valor isotópico de sus derivados, como la melaza, se encuentra en torno al $\delta^{13}\text{C} = -11$ a -12 ‰. El azúcar de remolacha tiene un valor de $-25,6$ ‰ y es un material de referencia para las mediciones isotópicas (Jahren et al. 2006).

⁴¹ Por ejemplo, a inicios de 1871 Thomas Bridges contrata a Okokko, Lucca, Pinoiens, Wiyellin, Mateen, Ootatoosh, Sisoiens, Ucatuloosha y Joe para construir la Casa Stirling y la huerta. La jornada de trabajo es de 6 am a 5.30 pm. Transcribimos su dieta: “breakfast at 8 a.m. Each man 3 biscuits and 1 ½ pint of tea; they had the same for tea at 5.30 p.m, and for dinner they had a piece of beef and potatoes (...)

alimentos –generalmente bizcochos– ropa y herramientas. Asegurarles una residencia fija era una preocupación en los escritos de Bridges, pero reconoce que no pueden garantizarles toda la alimentación necesaria (Bridges 2001 [1875]). Así, parece lógico que algunas partidas de hombres mantengan las salidas logísticas para cazar mamíferos marinos y guanacos (Bridges 2001 [1878]). En las fotografías de espacios domésticos no misionales se observan los instrumentos necesarios para la caza y la recolección tradicional (Butto 2017). Algunas familias podían estar asentadas durante uno o dos años, para luego abandonar su casa, el huerto y el ganado asignado (Bove 2005 [1883]). La situación de los niños en el orfanato sería distinta, ya que quedaban bajo el cuidado de los misioneros. En épocas de escasez, los misioneros dan una segunda ración de pan (Bridges 2001 [1875]) o cocinan una mezcla de arroz y azúcar para 60 personas cada día (Bridges 2001 [1876]). Pero este no parece ser una escena tan constante como los pedidos de trueque, de objetos variados y presas a cambio de azúcar, bizcochos y otras mercaderías (Bridges 2001 [1875]). La población estable se calcula en 150 personas, con amplias fluctuaciones (Martial 2007).

Otro asentamiento, pero que duró solo un año en isla Hoste, fue la base establecida por los franceses de la Misión Científica del Cabo de Hornos (1882-1883). Hyades registra que al menos 40 yaghanes estaban instalados de manera más o menos recurrente en la bahía Orange, pero hasta 400 pasaron a lo largo de un año. Para él, los fueguinos de la misión de Ushuaia se veían muy debilitados⁴², en comparación a los de la bahía Orange que habrían preservado mejor el estilo de vida cazador-recolector (Legoupil y Prieto 2007). Por otra parte, el comandante Martial escribe con frecuencia en su diario sobre intercambios con los indígenas, quienes solicitan galletas y ropa a cambio de pieles de nutria y nabos (Martial 2007); él mismo también los recompensa entregándoles galletas.

The wood-cutters, who began work at 10 a.m., had but one meal a day at 2 p.m.; they had a kettle of tea, a piece of beef, and 6lbs. [2,7 kg] of biscuits between them. If they began work at 9.30 and assisted at other work, besides wood-cutting, I gave them in addition 2 biscuits each." (T. Bridges en SAMM 1871: 42).

⁴² Payró publica una conversación con un ciudadano de Ushuaia, quien decía conocer la misión desde 1884. El menú es similar a la referencia anterior, en cuanto a su posible inadecuación con relación al gasto energético. "A las seis ya debían estar en pie; media hora después les daban un cocimiento de harina de avena con un poco de leche de vaca, y desde las siete hasta las doce, a trabajar, y duro... De doce a una se repartía el rancho: un potaje con galleta, unos porotos, harina de avena, un puñado de arroz, unas cuantas papas, verdura inferior y algún hueso sobrante de la comida de los misioneros. Y vuelta al trabajo hasta las seis... A las seis y media, cuando ya se caían de debilidad, a ellos, acostumbrados a comer todo el santo día en las épocas de abundancia, les daban un jarro de té puro y un par de galletas..." (Payró 1898).

En la misma época llega a la misión anglicana la expedición dirigida por Giacomo Bove. Financiada por el gobierno de Julio A. Roca, es la primera incursión científica del estado argentino en Tierra del Fuego (Chebez 2005). Un año más tarde, en 1884, la presencia estatal se concreta con la inauguración de la subprefectura de Tierra del Fuego en Ushuaia y de Isla de los Estados en San Juan de Salvamento (Belza 1974). En Ushuaia desembarcan numerosos funcionarios y estalla una nueva epidemia, que empuja a los indígenas a retirarse a islas más alejadas del canal (Bitlloch 2005). En paralelo a estos movimientos, en 1888 el centro de las actividades misioneras se traslada a la isla Bayly, ahora bajo la dirección de Aspinall y Burleigh. Thomas Bridges había renunciado a su cargo, y en 1887 se establecía con su familia a 85 kilómetros al este de Ushuaia, con un nuevo proyecto civil. La estancia Harberton alberga a veces hasta más de 60 familias yámanas. Su salario consiste en pan, café, azúcar y ropa, pero algunos reciben vales para “comprar otros productos, a cuyo consumo se habían acostumbrado después de vivir en contacto con los blancos” (Bridges 2003 [1948]). Pero tal como ocurría en la misión, en algunas temporadas se marchan a cazar aves y peces, retornando en épocas de escasez. En 1888 los mineros de Popper se instalan en bahía Sloggett para buscar oro (Belza 1974). Esta visita podría conectarse con cierta aglomeración de chozas en la subprefectura de bahía Buen Suceso, que se instala un año más tarde.

La última década del siglo XIX y el inicio del siglo XX se caracterizan por la decadencia de la actividad misionera y la consolidación de la ganadería industrial en Tierra del Fuego (Bascopé 2009). La misión de Bayly sufre de carencias de alimentos y retrasos en el reabastecimiento, por lo que en 1892 se muda a bahía Tekenika en la isla Hoste. En 1906, se traslada a bahía Douglas en la isla Navarino, en donde funcionaría diez años más hasta su cierre (Martinic 2001; Museo Antropológico Martín Gusinde 2012). Por otra parte, el estado argentino también se hace presente en Península Mitre. La instalación de la subprefectura en bahía Buen Suceso se hace efectiva en 1889 y sus funciones concluyen en 1896, siendo su última ubicación bahía Thetis (Canclini 1996). Aunque se describe que el edificio estaba rodeado por asentamientos (Eizaguirre en Canclini 1996: 87), no es probable que se hayan intercambiado alimentos: sus encargados sufrieron de severos desabastecimientos de los víveres (Belza 1974). De hecho, Payró (1898) transcribe un episodio del contramaestre Jorge Morgan, que fue a pedir auxilio a los Onas de Bahía Valentín y hasta lo ayudaron a volver con abundante carne de guanaco a Buen Suceso. Mientras tanto, Popper continúa recorriendo bahía Sloggett (Belza 1974); Bridges (2003 [1948]: 171) estima que 800 mineros están diseminados por las costas del sur en 1893. Los espacios ocupados por estos mineros se habrían evitado; se cuenta que al igual que los loberos “los saqueaban y mataban frecuentemente sin piedad, llevándose además sus mujeres” (Dabbene 2009 [1911]: 182).

El problema del abastecimiento y las epidemias determinaron el fin de las actividades misioneras, sumado al consumo del alcohol que empezaba a afectar la salud de los adultos. Pese a las modestas cosechas, “la caza, la pesca y los mariscos son escasos, y especialmente en invierno es difícil para los Indios vivir allí” (SAMM 1905 en op.cit). Además, “en los campos donde son empleados los Indios, el rango de salarios es comparativamente alto y la comida les es provista también. Es imposible para la Misión emular esto” (SAMM 1908 en op.cit.). Es decir que en la misión ya no queda gente para evangelizar. En mayor o menor medida los indígenas se están insertando en la sociedad como trabajadores, pero no siempre reciben salario. Con la excusa de que lo gastarían en alcohol, se les entrega galletas y ropa vieja (Payró 1898).

La estancia Harberton pasa a ser también un refugio para los Selk’nam, cada vez más desplazados de sus territorios desde la introducción de las ovejas y las violentas persecuciones (Borrero 1994; Bridges 2003 [1948]). Del Censo Nacional realizado en 1895, se plantea que de los 149 residentes de Ushuaia, al menos 11 serían Yámanas y 8, Selk’nam⁴³. Trabajan como jornaleros, lavanderas, y de otros no se consigna ocupación (Casali 2013). Los artículos de mayor demanda en los negocios son los licores, panes, comidas curadas, tabaco y ropa, en ese orden. Algunos indígenas obtienen los productos intercambiando pieles, y otros venden artesanías (Spears 1895). Hacia 1922, una buena parte de los antiguos residentes en las misiones había elegido establecerse en Puerto Mejillones, sobre la costa norte de Isla Navarino. Gusinde (1982) escribe que la comunidad –alrededor de 30 personas– se mantiene vendiendo pieles de nutria, pero “la mayor parte del año está afuera, atravesando su reino insular en un bote de madera”. A modo de ejemplo de las continuidades y cambios en la dieta, se menciona que la preparación para la fiesta Kina incluye la compra de harina, fideos, té y grasa; así como el aprovisionamiento de peces, camarones y pingüinos (Koppers 1997 [1924]: 101).

Por supuesto, el cambio en los patrones dietarios no consistiría solamente en la incorporación de nuevos alimentos; sino que podría haberse alterado el orden de importancia de los alimentos tradicionales. En la revisión más completa de fuentes etnográficas, Orquera y Piana (1999b) resaltan que la mayoría de los observadores identificaban a los mariscos como el recurso principal de los cazadores-recolectores. Dicha impresión resulta llamativa en comparación con el registro arqueológico, y desafía los parámetros fisiológicos modernos acerca de la ingesta de proteínas (Orquera 1999). Una mayor dependencia en la explotación de moluscos en gran volumen se justificaría por una menor disponibilidad en los recursos de mayor retorno calórico en momentos históricos, como sugieren los estudios de ecología histórica de los pinnípedos (Nye et al. 2020). Falta

⁴³ Más allá de la modalidad y los criterios seguidos por el censo, el total de indígenas locales reportados para Ushuaia es 75 en total (Belza 1975: 43).

explorar la contraparte humana de la interacción con estas presas durante los cambios en la explotación de parches y en el rango espacial de la movilidad, que hayan modificado la accesibilidad a los recursos.

4.6.2 Bebidas

Obviamente el agua es la bebida principal: “Durante la comida van a beber al arroyo vecino, a veces teniéndose en el suelo (...)” (Martial 2005 [1889]: 225). No siempre toman directamente de la fuente, también transportan el agua en recipientes⁴⁴ como la vejiga de un animal (Cook 1777 vol. II: 55). En invierno disolvían un poco de nieve en la boca⁴⁵ (Gusinde 1951 en Orquera y Piana 1999b).

El té endulzado –y en menor medida, el café⁴⁶– se consume asiduamente en la misión de Ushuaia y la estancia Harberton. La dulzura llega a ser un sabor particularmente apreciado por los Yámanas (Hyades y Deniker 1891: 210) ¿De dónde viene el azúcar que se consume en estos establecimientos a partir de la década de 1870? Esta pregunta es relevante porque la caña de azúcar y la remolacha tienen vía fotosintética C₄ y C₃, respectivamente. En un esquema somero mencionaremos que para 1872, la producción nacional de azúcar de caña es ínfima y la mayor parte del azúcar refinado de remolacha⁴⁷ se importaba de Francia y Alemania, seguido por azúcar morena de las colonias británicas y de Brasil (Departamento del Tesoro 1902). Pero ya para 1895 decrecen las importaciones, y cuatro años más tarde el noroeste argentino cubría el mercado interno con azúcar de caña y la exportaba (Campi y Bravo 1999; Assadourian 2006). No obstante, el puerto que estructura la economía fueguina es la de Punta Arenas (Martinic 1976). Para la década de 1880, la Patagonia austral en general se encontraría más integrada a Punta Arenas que a Buenos Aires y su modelo agroexportador con eje en la costa atlántica (Bandieri 2018). Entonces, es importante caracterizar el mercado del azúcar en Chile.

⁴⁴ La colección reunida por Lothrop incluye un balde de corteza: principalmente servía para sacar agua de la canoa, pero también para almacenar el agua en el campamento (Lothrop 2002 [1928]: 131) y transportarlo en partidas de caza (Hyades y Deniker 1891: 360)

⁴⁵ La evaporación y la fusión del agua que se describe en estos testimonios son cambios casi instantáneos entre su obtención y el consumo como para introducir un fraccionamiento isotópico marcado en el sustrato, en comparación con la ebullición del agua para hacer té y café.

⁴⁶ Las especies más típicas de café tienen valores $\delta^{13}\text{C}$ típicos de plantas C₃ (Carvalho Carelli et al. 2003).

⁴⁷ Hacia fines del siglo XIX, más de la mitad del azúcar que se producía en el mundo era de remolacha, siendo Francia el mayor productor hasta 1875 (Austin 1928). A pesar de ser mucho más costosa de producir que el azúcar de caña, los países de Europa continental aplican políticas proteccionistas para favorecer su exportación y disputar la posición británica en el mercado (Mitchell 2004). En Chile, las primeras refinerías de azúcar de remolacha se instalan en 1886 pero no tienen éxito (Fontaine 1966). En Argentina, una fábrica de azúcar de remolacha opera por un corto tiempo en Río Negro, entre 1929 y 1941 (Moyano y Bandieri 2018).

Desde el primer tercio del siglo XIX Chile se abastece principalmente del azúcar de caña de Perú y también terminaban de refinarla en el país. Entre 1879 y 1883 el mercado es afectado por la guerra del Pacífico (Dargent Chamot 2017). Chile vuelve a ser el principal comprador de azúcar común y morena de Perú entre 1898 y 1899, pero también importa en gran cantidad azúcar refinada de Alemania y Reino Unido (Departamento del Tesoro 1902). A falta de acceso a las fuentes primarias, no podemos determinar con exactitud qué proporción de azúcar de caña y de remolacha llega a Punta Arenas en las últimas dos décadas del siglo XIX. Sí se puede tener en cuenta que la firma Duncan Fox & Co. opera entre Liverpool y Valparaíso, y entre los productos británicos que manejan se encuentra el azúcar. Son también los agentes de las líneas de vapores Braun y Blanchard entre Valparaíso y Punta Arenas (Baldomero 2006). A partir de esta conexión se plantea que buena parte del azúcar que se comercializa en Punta Arenas y termina endulzando el té en Ushuaia es probablemente de caña, con cantidades variables pero menores de azúcar refinada de remolacha.

La leche no figura como parte de la dieta diaria de los nativos, aunque ellos se encargan totalmente del ordeño (Bridges 2001 [1876]). Se menciona esporádicamente la leche condensada que lleva Lucas Bridges (2003 [1948]) en sus excursiones, y como parte de los cuidados médicos que se brindan en la misión francesa (Hyades y Deniker 1891).

Finalmente, el alcohol no parece tener buena aceptación hasta las últimas décadas del siglo XIX, excepto entre los que estuvieron en contacto con los loberos (Martial 2005 [1889]: 224), comerciantes sin escrúpulos y otros extranjeros (Payró 1898). Ya para 1922 Koppers (1997: 46) escribe que: “Los mayores deseos de algunos hombres se centraban en pedir una modesta cantidad de vino, este líquido tónico que los fueguinos antiguamente no conocían, pero que hoy día, con raras excepciones, no despreciaban.”

Capítulo 5: Problemas, objetivos e hipótesis

En cierta medida, las variaciones en la subsistencia de los habitantes en la margen meridional de Tierra del Fuego se relacionan con las propiedades de los paisajes litorales. A las localidades sobre costas más protegidas, aquellas más expuestas al océano o las islas *offshore* se asocian diferentes desafíos a la navegación y distribución de la fauna marina (Zangrando y Tivoli 2015; Martinoli 2018). La explicación no estaría completa si no consideramos también diversos grados de acceso a las presas terrestres a lo largo de la margen meridional (Alunni et al. 2020): desde ya, los mundos marítimos y terrestres nunca estuvieron completamente separados (Borrero 1997).

En el canal Beagle destacamos dos procesos particulares. En primer lugar, la formación y reocupación de concheros anulares a lo largo de seis milenios (Piana y Orquera 2010); y en segundo lugar, la diversificación de la dieta hacia el Holoceno tardío (Zangrando 2009; Tivoli y Zangrando 2011), con estrategias orientadas hacia una mayor inversión laboral en la pesca y la explotación de parches *offshore* en los últimos 1500 años de la secuencia. A pesar de ser sectores inmediatamente adyacentes, ni en la costa sur del canal Beagle ni en el tramo oriental del canal se observa un énfasis semejante en la pesca de especies pelágicas (Zangrando 2008). Incluso resulta más llamativo cuando la evidencia genética (Crespo et al. 2020) y las tendencias en la organización tecnológica apuntan a una misma dinámica poblacional, que integró toda la costa sur de Tierra del Fuego (Zangrando et al. 2014). Estas variaciones en la interacción con el mar, que a veces se limitan al aprovisionamiento de recursos costeros y del intermareal, podrían resultar tanto de diferencias estacionales en la ocupación, como de cazadores-recolectores con diferentes capacidades tecnológicas y de movilidad (Corbat et al. 2020).

La posibilidad de interacciones entre grupos de cazadores-recolectores que difieren en la orientación de las estrategias de subsistencia, y su alternancia o superposición en un mismo espacio se discute con más énfasis para el sudeste de Tierra del Fuego (Zangrando 2010; Vázquez et al. 2011; Corbat et al. 2020). Se fundamenta en las características de Península Mitre como un espacio permeable a la circulación (Lanata 2002) y recientemente, en la estructura genética de los individuos hallados en el sector (Crespo et al. 2020; Nakatsuka et al. 2020). La etnografía y los datos lingüísticos derivados (Viegas Barros 2005) ofrecen un registro tan sugerente, que es difícil escapar a las analogías directas de los tiempos históricos en esta discusión (Horwitz 1990). No obstante, incluso los mapas (Hyades y Deniker 1891; Furlong 1917; Chapman 1987; Lothrop 2002 [1928]) y las percepciones de los cronistas (Orquera y Piana 1999b) van mutando en la definición de las fronteras espaciales y socioculturales.

La variación en la composición de los conjuntos tecnológicos y zooarqueológicos no indica necesariamente la presencia de grupos distintos, ya que también puede

interpretarse como resultado de una estrategia flexible en condiciones ambientales diferentes (Schiavini 1993). A esto se suma la evidencia isotópica, que detecta una homogeneidad en las paleodietas en términos modales para todo el sector meridional de Tierra del Fuego (Panarello et al. 2006).

En síntesis, el **primer problema** que se plantea es la vinculación cultural entre los habitantes prehistóricos del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados durante el Holoceno tardío. Los análisis sobre la subsistencia sugieren tanto estrategias flexibles, como grupos cazadores-recolectores con diferentes estrategias compartiendo un mismo espacio geográfico (Vázquez et al. 2011). Para ello es necesario examinar la escala de las adaptaciones fueguinas y su rango de variación (Borrero 2011), y un enfoque desde otra unidad de análisis como el individuo es imprescindible. La uniformidad observada en las reconstrucciones paleodietarias individuales hasta el momento podría no estar dando cuenta de la variación en la explotación de los nichos ecológicos por dos razones: el tamaño acotado de la muestra de individuos, especialmente en Península Mitre; y la falta de referencias de la ecología isotópica local en dicho sector, que permitan evaluar variaciones en la posición trófica. Asimismo, una caracterización de los nichos ecológicos debe incluir el hábitat utilizado, y todavía no se han analizado marcadores isotópicos de movilidad en el área ni sus alcances y/o limitaciones.

Este análisis previo, de la interacción de los grupos humanos entre sí y con su ambiente, es requisito para una evaluación adecuada del impacto del contacto interétnico (Lightfoot et al. 1998). El proceso de contacto inicia en el siglo XVI en la región de estudio, pero a partir de la reseña del capítulo anterior distinguimos dos períodos, con diferentes efectos sobre la subsistencia y movilidad de las poblaciones nativas. El primer período comenzaría más precisamente en el siglo XVII abarcando hasta la primera mitad del siglo XIX. La introducción de alimentos foráneos es sumamente esporádica, pero la disponibilidad de lobos marinos en la región y otras presas marinas tradicionales, en localidades como Isla de los Estados, habría disminuido considerablemente con la explotación industrial. El cambio en los patrones dietarios no consistiría solamente en la incorporación de nuevos alimentos; sino que podría haberse alterado el orden de importancia de los alimentos tradicionales. Los efectos sobre rango de movilidad son más difíciles de inferir. Hacia el este –específicamente para Isla de los Estados– se proponen visitas más esporádicas como resultado de una estrategia de evitación (Chapman 2012). La evitación no necesariamente resulta en rangos de movilidad más acotados. Las actividades del ciclo anual pueden reorganizarse para evitar el encuentro; o los asentamientos pueden relocalizarse manteniendo el rango de movilidad que pueden cubrir con las embarcaciones (Rankin y Crompton 2016). Ya desde este primer período, encontramos que es difícil evaluar las particularidades del proceso de contacto en sociedades con un patrón de asentamiento marítimo y economía especializada.

A partir de la segunda mitad del siglo XIX, con la actividad pastoral anglicana comienza una introducción sistemática de alimentos foráneos. En este segundo período – que se podría especificar cuyo inicio a partir de 1859, con los traslados de los Yámanas a la misión Cranmer– los patrones dietarios se ven alterados durante etapas acotadas en el tiempo, creciendo la intensidad de los cambios en la alimentación hasta el inicio del siglo XX. El foco de los cambios se ubica primero en las misiones y luego en las estancias. Los productos que se proveen de forma constante allí son derivados de la harina y el azúcar; constituyen la porción energética de la dieta prácticamente no analizada en individuos postcontacto (Tafari et al. 2017). Por otra parte, las actividades de caza y recolección nunca se dejaron de lado. En consecuencia, el patrón oscilatorio entre el sedentarismo y el nomadismo (Spielmann y Edeer 1994) parece haber desvelado a los misioneros.

Las estrategias de movilidad en sí parecen haber tenido mayor variabilidad intragrupal, ya que algunas familias se establecen por más tiempo en torno a la misión y reducirían el rango de movimientos; otras solo realizan visitas esporádicas. En síntesis, el **segundo problema** de investigación es determinar la variación en los estilos de vida nativos en respuesta a un panorama de aculturación, definitivamente más complejo que una dicotomía entre tiempos pre y postcontacto (Larsen et al. 2001; Orsen 2019). El registro isotópico puede realizar un gran aporte a esta discusión, identificando la intensidad de los cambios en la dieta y la movilidad en distintas etapas del contacto, y asociándolo a características individuales del registro bioarqueológico y mortuario.

Identificados estos dos problemas, el **objetivo general** es caracterizar la subsistencia y movilidad de los cazadores-recolectores del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados durante el Holoceno tardío, entre los 2500 AP hasta inicios del siglo XX. Mediante las caracterizaciones de los nichos ecológicos, se busca discutir las variaciones a diferentes niveles de unidades de análisis en las prácticas culturales relacionadas con la alimentación, y en los rangos de acción en relación con los ambientes donde se aprovisionan. Planteamos que el conocimiento de los nichos ecológicos de los grupos de cazadores-recolectores permite abordar sus interacciones entre sí y con el medio ambiente, respondiendo a las preguntas sobre su vinculación cultural y las respuestas al proceso de contacto.

El **eje espacial** del análisis compara las dietas y los rangos de movilidad entre individuos que proceden de distintos sectores costeros. Estos sectores definen grupos como unidades de análisis. El interés es evaluar si estos grupos, que forman parte de una población, parten el nicho ecológico en forma de variaciones en la explotación de los hábitats litorales, marítimos y terrestres y sus recursos. De allí se pueden interpretar diferentes capacidades de relacionarse con el mar o alternativamente, la evitación de la competencia. Para la primera situación es crítico determinar el consumo de recursos

pelágicos y litorales, mientras que para inferir la evitación de la competencia es necesario examinar si explotan recursos similares dentro de rangos espaciales distintos.

Por otro lado, en el mismo eje espacial de análisis procederemos de manera inductiva, determinando si el nicho isotópico de los individuos define agrupamientos diferentes a la división que tradicionalmente se ha realizado en los estudios arqueológicos hasta el momento. El enfoque anterior, entre diferentes sectores costeros, responde a las afirmaciones acerca de las conexiones fluidas pero estructuradas entre personas y lugares —de aprovisionamiento y de entierro, en nuestra perspectiva— (Schlanger 1992; Littleton y Allen 2007; Haas y Kuhn 2019); mientras que el segundo enfatiza los supuestos de la flexibilidad de adaptación nativa, apoyada en configuraciones sociales dinámicas (Binford 1983; Aguerre 2009). Si la movilidad no es un fenómeno corporativo y el entierro de los cuerpos ocurre tanto dentro como fuera del rango de acción en la macroescala de la movilidad (Walthall 1999), observaríamos agrupaciones de individuos con nichos ecológicos similares indistintamente de su procedencia geográfica.

El **eje temporal** profundiza en la comparación entre los individuos con cronologías relativas y fechados directos disponibles, para evaluar cambios dietarios y de movilidad luego del contacto europeo. Para clasificar a los individuos definimos tres bloques: 1) precontacto; 2) siglo XVI hasta la primera mitad del siglo XIX; 3) a partir de la segunda mitad del siglo XIX. Aquí es fundamental determinar la variación en la porción energética de la dieta, relacionada con la incorporación progresiva de carbohidratos C_3 y C_4 . Asimismo, nos interesa la posición trófica de los individuos que se pueda relacionar al consumo de diferentes recursos marinos como los filtradores *versus* los consumidores sucesivos como los lobos marinos, que fueron explotados industrialmente y modificaron su nicho ecológico (Nye et al. 2020).

La evaluación de todas estas propuestas depende de las propiedades de los marcadores isotópicos y la caracterización de la ecología isotópica local; ambos determinan los alcances y limitaciones de las inferencias sobre la dieta y la movilidad. Los valores de $\delta^{18}O_{apa}$, $\delta^{13}C_{apa}$, $\delta^{13}C_{col}$ y $\delta^{15}N$ en un organismo reflejan los recursos consumidos y los hábitats recurrentemente utilizados: las relaciones isotópicas del carbono⁴⁸ indican la vía fotosintética de las plantas que están en la base de la red alimenticia. Las del nitrógeno reflejan la posición trófica de un organismo en dicha red. El $\delta^{18}O$ en el mineral óseo está fuertemente correlacionado con la composición isotópica del reservorio de agua corporal. Si se conoce la distribución espacial de $\delta^{18}O$ en el área bajo estudio, se puede distinguir entre individuos con rangos de movilidad diferentes.

⁴⁸ A su vez, el carbono en la fracción orgánica del hueso deriva preferentemente del componente proteico de la (Ambrose et al. 1997; Koch 2007). En la fracción inorgánica del hueso, el carbono derivaría de todos los macronutrientes —proteínas, lípidos y carbohidratos— en proporción a su abundancia en la dieta. En otras palabras, integra el componente proteico y energético de la dieta (Tieszen y Fagre 1993; Froehle et al. 2012).

Para el área se identificaron diferencias significativas en $\delta^{13}\text{C}$ entre diferentes organismos acuáticos como mejillones, peces litorales y el resto de la fauna marina (Kochi et al. 2018). Se atribuye la causa a variaciones en la distribución del ^{13}C , en función de la distancia a la línea de costa (Casey y Post 2011). En los guanacos se detectó el consumo de plantas empobrecidas en ^{13}C y especialmente en ^{15}N , siendo probable que se asocie a las particularidades del ciclo del nitrógeno en los bosques (Tessone 2010). Asimismo, entre el tramo central y oriental del canal los guanacos presentaron variaciones significativas en $\delta^{13}\text{C}$. Su causa se encuentra aún bajo exploración, aunque por el momento se postula una relación con la proporción de líquenes incorporados en la dieta de los camélidos (Kochi et al. 2020). Desconocemos las tendencias isotópicas de estos consumidores primarios en Península Mitre, así como la distribución espacial de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en las fuentes de agua del área. No obstante, el conocimiento de la ecología de la región nos permite plantear una serie de expectativas acerca de la distribución natural de los isótopos estables en el área bajo estudio, y acorde a ellos se pueden formular hipótesis testeables sobre los nichos ecológicos de los grupos prehistóricos (Newsome et al. 2007). En síntesis, esta serie de propuestas se ordenan en los siguientes **objetivos específicos**:

- 1) Generar una ecología isotópica como marco de referencia para la costa sur de Tierra del Fuego, caracterizando la distribución natural de los isótopos estables del carbono, nitrógeno y oxígeno en los recursos.
- 2) Caracterizar las interacciones de los cazadores-recolectores de distintos sectores geográficos a partir de la inferencia de sus nichos ecológicos, con mediciones de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ sobre restos humanos procedentes del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados.
- 3) Identificar variaciones cronológicas en la regularidad e intensidad del consumo de los diversos recursos faunísticos y vegetales.

Con respecto al primer objetivo específico, se plantean las siguientes **hipótesis sobre la ecología isotópica del área**:

1a) *Las características del ciclo del nitrógeno en el bosque magallánico relacionadas con el monto de las precipitaciones generan variabilidad en $\delta^{15}\text{N}$ entre la vegetación del canal Beagle y Península Mitre, el cual se transfiere a los guanacos recuperados en contextos del Holoceno tardío.*

Si bien entre el tramo central y oriental no hemos encontrado diferencias significativas en $\delta^{15}\text{N}$ en guanacos de contextos del Holoceno tardío, el bosque

siempreverde en el extremo este de Península Mitre se caracteriza por la asociación de guindo y canelo (Ponce et al. 2011). En coincidencia con una de las zonas de máxima precipitación en el margen meridional de la Isla, el guindo crece en suelos menos fértiles y más pobres en nitrógeno que la lenga –la especie predominante en el bosque decíduo y en el bosque mixto– (Tuhkanen 1992; Frangi et al. 2004). Planteamos que estas variaciones en la humedad y las características del suelo son relevantes en el ciclo del nitrógeno (Casey y Post 2011) y se manifiestan en valores significativamente más bajos de $\delta^{15}\text{N}$ en guanacos de Península Mitre en comparación con el sector central del canal.

1b) Las diferencias en la estructura del bosque magallánico y la extensión de los turbales se reflejan en variaciones significativas de $\delta^{13}\text{C}$ entre guanacos recuperados en localidades del canal Beagle y Península Mitre.

La estructura del bosque magallánico refiere a las diferencias entre el bosque decíduo, mixto y siempreverde en variables como la densidad y la radiación solar, que a su vez influencia la composición de los respectivos sotobosques; tanto en la riqueza de especies como las especies compartidas (Mestre et al. 2017). La cobertura del líquen presenta interacciones con más variables como el paisaje y es difícil definir su abundancia en el ambiente de Península Mitre, donde hay menos estudios sobre el sotobosque. No obstante, se menciona que la radiación solar es un factor clave en el desarrollo de líquenes epífitas (Soler et al. 2015), y el bosque siempreverde tendería a una menor disponibilidad de luz en todas las estaciones en comparación con el bosque decíduo –y con menores diferencias, con el mixto–. Sumado al predominio de los turbales en el sudeste de la Isla (Grootjans et al. 2014), se predice que la composición de la vegetación es lo suficientemente diferente para generar variaciones significativas de $\delta^{13}\text{C}$ entre guanacos recuperados en el canal Beagle y Península Mitre durante el Holoceno tardío.

1c) En comparación con los recursos terrestres, los animales marinos de la costa meridional de Tierra del Fuego introducen menos variabilidad en el registro isotópico promediado de las dietas a largo plazo.

A pesar de la diversidad taxonómica de la comunidad marina, la estructura trófica actual del canal Beagle es acotada y sumamente redundante (Ricciardelli et al. 2020). En el ambiente terrestre, tanto los antecedentes como las hipótesis mencionadas postulan variaciones isotópicas significativas en una sola presa, el guanaco (Kochi et al. 2020). Se espera que las métricas del nicho isotópico de los recursos marinos, relacionadas a su amplitud, sean significativamente más bajas en comparación a los recursos terrestres. A su vez, se espera que esta diversidad isotópica de los recursos se refleje también en los individuos de acuerdo a su dieta.

1d) *El gradiente de precipitaciones de oeste a este no genera una variación significativa en valores $\delta^{18}\text{O}$ medidos sobre las fuentes de agua del tramo central y oriental del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados.*

Hay diferencias de grado en la variedad de aportes a los cursos de agua – principalmente entre los que se alimentan de la fusión nival y los que reciben la recarga de agua superficial de las turberas– (Isla et al. 1999; Coronato et al. 2017); y las isohietas marcan diferentes sectores en el monto de las precipitaciones anuales a lo largo de la costa sur de la Isla Grande (Malvárez et al. 2004). No obstante, diferentes sistemas engloban al margen meridional bajo la misma clasificación climática (Tukhanen 1992; Coronato et al. 2017). Por lo tanto, se predice que las variaciones en $\delta^{18}\text{O}$ entre las fuentes de agua del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados son acotadas y no significativas. En última instancia, los individuos cuyo rango de movilidad tiene como nodo central a estos sectores presentarían una distribución unimodal, con valores $\delta^{18}\text{O}$ acordes a estas fuentes de agua y el factor de discriminación correspondiente. Individuos con valores extremos para la dispersión de la muestra, en combinación con los marcadores paleodietarios, podrían indicar si integraron otros espacios a nivel regional a lo largo de sus vidas, como el norte de la Isla o los archipiélagos fueguinos; ambos se caracterizan por un contraste más marcado de precipitaciones.

Sobre **las interacciones de los habitantes entre sí y con el ambiente**, tal como especifica el segundo objetivo, se propone como hipótesis que:

2) *Los cazadores-recolectores que habitaron distintos sectores geográficos de la costa meridional de Tierra del Fuego, durante el Holoceno tardío, se diferencian en el uso del hábitat y la macroescala de la movilidad para evitar la competencia por recursos similares.*

Aparte de la homogeneidad paleodietaria postulada para toda la costa sur de Tierra del Fuego (Tessone et al. 2011), el canal Beagle y Península Mitre difieren en la reocupación del espacio y las características para la circulación de las personas. Esperamos cierta variación en el nicho isotópico, específicamente en el eje del $\delta^{18}\text{O}$, entre los individuos agrupados en estos dos sectores; pero los nichos isotópicos se superponen en gran medida por la similitud de recursos explotados. Si la superposición se observa en todos los marcadores isotópicos –por ende, tanto en las dimensiones del hábitat y los recursos– se infiere una fuerte interacción entre los grupos. Por otra parte, proponemos examinar de manera exploratoria el rol trófico y la variación inferida en la base de la cadena trófica como otra dimensión del nicho ecológico en el que se diferencian, en relación al uso de los hábitats terrestres y litorales. Las expectativas isotópicas están vinculadas a las hipótesis 1a) y 1b), aunque en ambos casos se diferenciarían en la distribución de $\delta^{13}\text{C}$ según la intensidad de uso los hábitats terrestres y litorales.

Finalmente, en **los momentos posteriores al contacto con los europeos**, se propone que:

3) *Hay una continuidad de las pautas previas de aprovisionamiento y consumo de recursos proteicos entre los individuos prehistóricos y los de momentos postcontacto hasta los inicios del siglo XX. Los mayores cambios se observan en la dieta no proteica, pero en baja intensidad hasta mediados del siglo XIX, en los individuos hallados en las cercanías de los establecimientos religiosos y ganaderos de la costa sur de Tierra del Fuego.*

Las fuentes escritas y visuales sugieren la continuidad de las prácticas de caza y recolección a lo largo del período de contacto, incluso cuando se instalan en torno a las misiones y otros establecimientos. Los alimentos foráneos más frecuentemente ofrecidos son los derivados de carbohidratos y el azúcar; se espera que este último tienda a elevar los valores $\delta^{13}\text{C}$ de los individuos —principalmente en la dieta total— y amplíe el nicho isotópico de los habitantes del canal Beagle, en comparación con los de momentos anteriores a la segunda mitad del siglo XIX.

Capítulo 6: Muestras y métodos

Los tres primeros apartados del capítulo contextualizan las muestras arqueológicas y modernas analizadas en esta tesis. En primer lugar, caracterizamos la muestra bioarqueológica. Una parte de los individuos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados procede de colecciones depositadas en museos. Otros se recuperaron durante prospecciones y excavaciones arqueológicas, en el marco de proyectos de investigación y de rescate. Para los individuos que cuentan con fechados radiocarbónicos, se explican los métodos utilizados para su calibración. En el segundo apartado describimos las muestras zooarqueológicas y modernas que conforman la ecología isotópica local: guanacos, pinnípedos, aves, peces, moluscos y plantas terrestres. Esto incluye la compilación de los datos publicados en trabajos anteriores. El tercer apartado localiza las fuentes de agua dulce, cuyas muestras forman el marco de referencia para los valores de $\delta^{18}\text{O}$.

El cuarto apartado se dedica a la metodología de análisis de los isótopos estables. Se desarrolla el protocolo de extracción de colágeno y apatita ósea, la medición de las relaciones isotópicas y los criterios de control de la muestra. También se explican los factores de corrección por el efecto Suess. Por último, se explican los modelos y programas utilizados para el análisis de los datos isotópicos.

6.1. Muestras humanas

La muestra de la población de cazadores-recolectores de la costa sur de Tierra del Fuego se conforma mediante una estrategia no probabilística y dirigida. El primer criterio de selección es la factibilidad de análisis, considerando los restos óseos que se encuentren en la Argentina y que estén autorizados para análisis destructivos como el que implican los isótopos estables. El segundo criterio es la inclusión de todos los individuos que cuenten con datos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y/o $\delta^{15}\text{N}$ publicados. De esta manera, para este trabajo se cuenta con una muestra integrada por 96 individuos (Figura 6.1). De estos, 56 ya fueron presentados en el capítulo de “Antecedentes” (Tabla 4.1), y en los individuos disponibles se realizaron las mediciones faltantes de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{18}\text{O}_{\text{c}}$. Se agregan 40 individuos que hasta ahora no fueron analizados isotópicamente. Estos proceden de la colección del Museo del Fin del Mundo (Ushuaia), mientras que otros fueron recuperados en prospecciones y excavaciones arqueológicas. Sus características se desarrollan a continuación.

Con respecto a la estructura de edad y sexo de la muestra, para los individuos muestreados en esta tesis se consultó la base de datos disponible en el Museo del Fin del

Mundo⁴⁹. Para los individuos ya publicados, se utilizaron las categorías informadas por los autores. Si solo se informan los rangos de edad en años, las categorías en las que se clasificaron son las siguientes:

- Neonato: las primeras cuatro semanas desde el nacimiento.
- Infante: hasta el final del primer año.
- Niño: hasta los 12 años, sin distinción de sexo.
- Juvenil: hasta los 20 años.
- Adulto: a partir de los 21 años.

La definición de las primeras dos categorías de edad tiene amplio consenso (Tabla 1.4 en Scheuer y Black 2004). El límite entre la clasificación como niño o juvenil sería dependiente de la determinación de sexo, pero en este trabajo decidimos tomar un promedio arbitrario entre los rangos de edad indicados para ambos sexos (op.cit). Finalmente, se adopta el límite superior para los juveniles a partir de Buikstra y Ubelaker (1994).

Hay 71 adultos: 35 de sexo masculino, 27 femeninos y 9 individuos indeterminados o sin datos. Los juveniles son 9: 4 femeninos, 4 indeterminados y uno masculino. Las categorías restantes de subadultos suman 9 en total, todos de sexo indeterminado. Finalmente, hay 7 individuos cuya categoría de edad y sexo es indeterminada o no se tienen datos (Figura 6.1). Estudios isotópicos que abarcaron todos los individuos de la Isla Grande de Tierra del Fuego no hallaron diferencias significativas en la dieta entre mujeres y hombres (Schinder et al. 2003). Ya que el número de individuos se amplía significativamente en esta tesis, se reanalizarán los patrones dietarios en relación con el sexo y la edad.

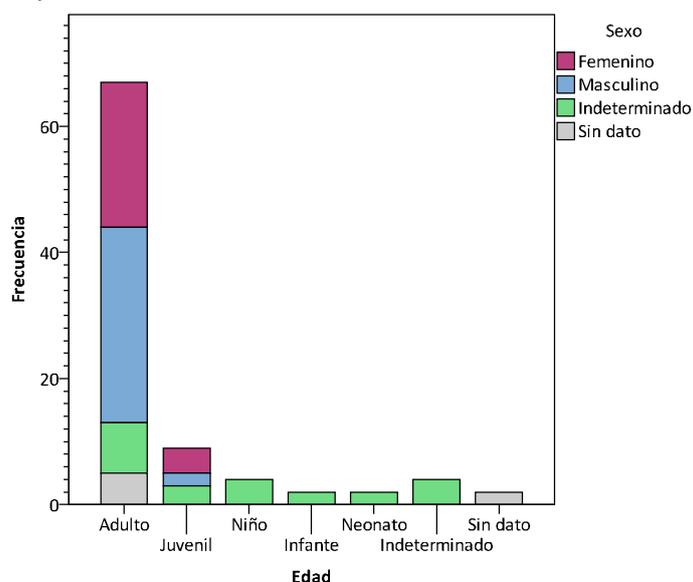


Figura 6.1. Estructura de sexo y edad de la muestra de restos humanos.

⁴⁹ Las determinaciones de sexo y estimaciones de edad fueron realizadas por el equipo del Dr. Ricardo Guichón.

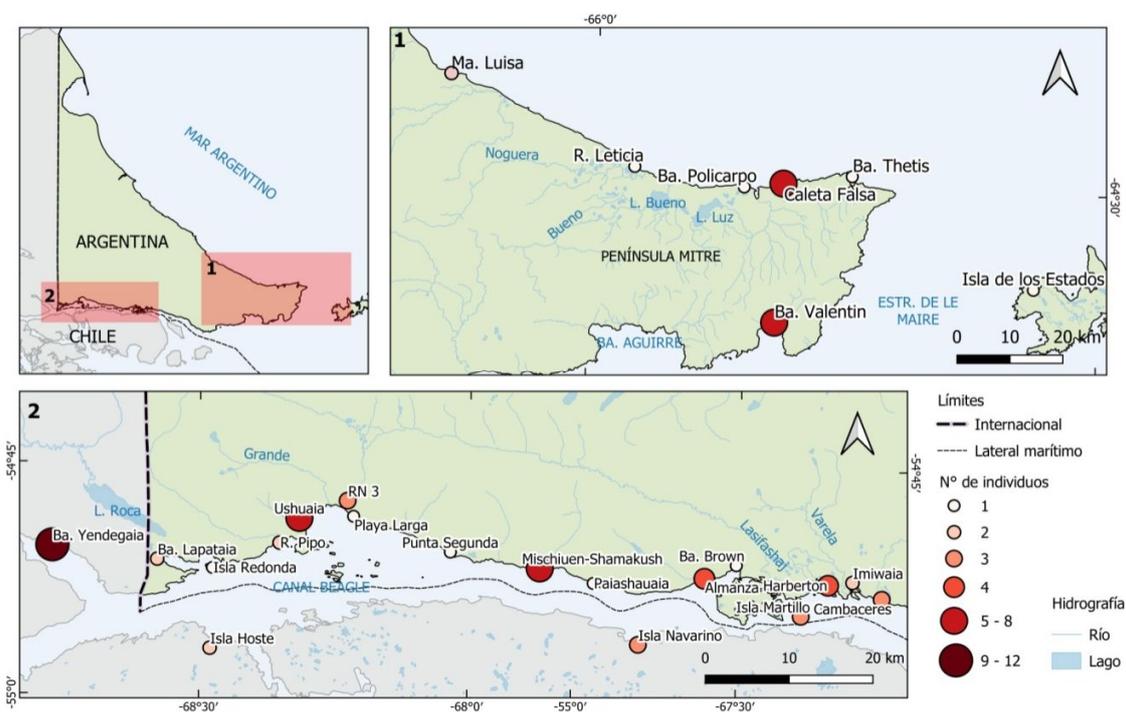


Figura 6.2. Distribución de los sitios y localidades con restos humanos en el canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados.

Con respecto a la compilación de los datos isotópicos publicados, las diferencias de protocolos entre los laboratorios no introducen sesgos significativos en los análisis sobre colágeno (Pestle et al. 2014). Este aspecto es más problemático en los análisis isotópicos sobre la bioapatita ósea (Pellegrini y Snoeck 2016). No obstante, el mayor volumen de los datos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$ se genera consistentemente con un mismo protocolo (ver sección 6.4.1).

6.1.1 Restos humanos depositados en museos

En esta sección se incluyen los restos humanos que forman parte de las colecciones bioarqueológicas a partir de hallazgos fortuitos y otras vías de ingreso. Al haber sido recuperados sin métodos arqueológicos, la cantidad y calidad de información disponible sobre el contexto es muy escasa. Los que analizaron Yesner et al. (1991; 2003) están depositados en el Museo Etnográfico de Buenos Aires (ver capítulo 4). Aquí se detallan los individuos del Museo del Fin del Mundo (Ushuaia) que fueron analizados isotópicamente por primera vez en esta tesis, y los del Museo de Antropología de Roma (Tafari et al. 2017) sobre los que se completaron las mediciones de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$. A continuación se detalla la información disponible acerca del contexto y el marco cronológico para algunos casos. Esto último se fundamenta en los objetos asociados, como los botones (Venocevs 2013).

6.1.1.1 Museo del Fin del Mundo (MFM, Ushuaia)

Su fundación atravesó múltiples dificultades hasta contar con un edificio propio en 1979, y la Dirección Provincial de Museos y Patrimonio Cultural de la provincia de Tierra del Fuego se creó en 2008 (Museo del Fin del Mundo 2019). Estas condiciones explicarían en parte que los restos humanos con fecha de ingreso entre los años 1960 y 2000 tengan un registro muy escueto acerca de su contexto. Actualmente, el repositorio del MFM incluye tanto los individuos recuperados de manera asistemática, como los que proceden de excavaciones arqueológicas. En esta sección sólo se presentan los primeros casos, específicamente los que tienen información cronológica disponible. La información sobre el sexo y la edad de los individuos forma parte de la base de datos del MFM.

La mayoría de los restos humanos que proceden del área urbana y periurbana de Ushuaia (Figura 6.2, Figura 6.3 y Tabla 6.1) fueron hallados durante la ejecución de obras y construcciones (ver Anexo para más detalles). Una nota posterior al hallazgo de una adulta (MFM 25) durante la preparación del estacionamiento de bahía Lapataia informa que el individuo estaba asociado a botones. Estos parecen de marfil vegetal o un sustituto del marfil (ver Anexo). En el primer caso se puede asignar una cronología relativa posterior a 1860 (Barford 1989), mientras que los diversos sustitutos del marfil son patentados en las últimas décadas del siglo XIX (Bortolaso 2008). En ambos casos, eran botones elaborados industrialmente y poco costosos, muy utilizados hasta la Segunda Guerra Mundial y la llegada de la era del plástico. El resto de los individuos de la zona urbana de Ushuaia no presenta información asociada, que nos permita determinar su cronología relativa.

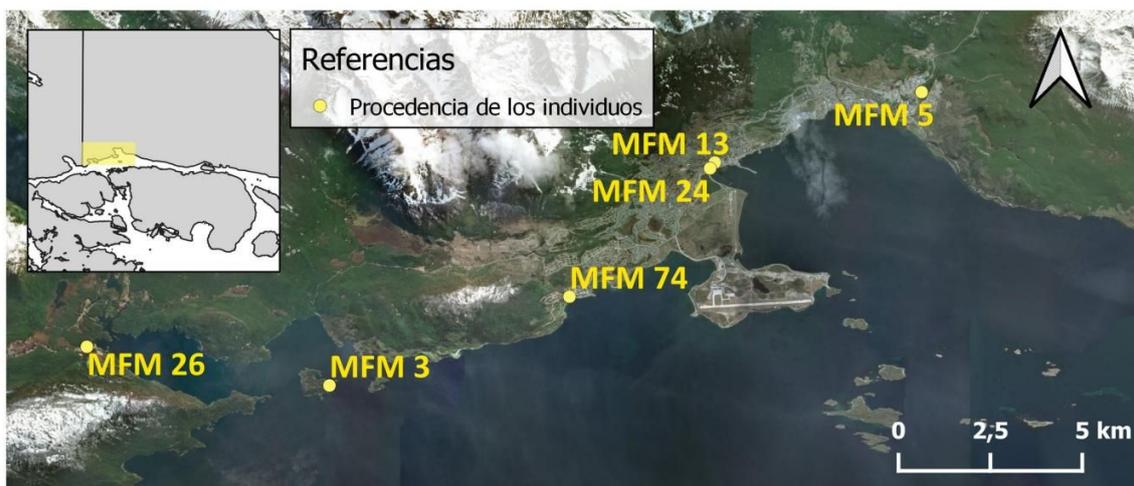


Figura 6.3. Localizaciones aproximadas de los individuos procedentes de Ushuaia y alrededores, depositados en el Museo del Fin del Mundo.

Ushuaia				
Código	Procedencia	Edad	Sexo	Cronología
MFM 3	Isla Redonda	Niño	Indet.	Sin dato
MFM 4	Playa de YPF	Juvenil	Indet.	
MFM 5	Ruta 3	Adulto	Femenino	
MFM 6	Playa de YPF	Indet.	Indet.	
MFM 12	Río Pipo	Adulto	Masculino	
MFM 13	Piedrabuena y San Martín	Adulto	Masculino	
MFM 24	Maipú y Sarmiento	Adulto	Femenino	
MFM 25	Final de la RN3	Adulto	Femenino	Postcontacto Fines S.XIX
MFM 26	Final de la RN3	Adulto	Masculino	Sin dato
MFM 33	Bahía Ushuaia	Adulto	Masculino	
MFM 37	Zona industrial	Adulto	Masculino	
MFM 38	Maipú n°63	Adulto	Femenino	
MFM 74	Los Cauquenes	Adulto	Femenino	

Tabla 6.1. Información asociada a los individuos procedentes de Ushuaia y alrededores, depositados en el Museo del Fin del Mundo.

En cuanto a los restos humanos del tramo central del canal Beagle (Tabla 6.2), hay un niño de sexo indeterminado (MFM 36) asociado a botones en la colección del Museo (100-0 años cal. AP en Nakatsuka et al. 2020; ver Anexo) y un neonato que fue entregado con lana, paja y ramas (MFM 07). Ambos proceden de la estancia Harberton. En contextos históricos europeos, los botones de hueso más tempranos fueron confeccionados en el siglo XVIII, y fueron populares hasta la primera mitad del siglo XIX (Venocevs 2013). Por otra parte, en el conjunto se observan botones de cerámica muy parecidos a los botones Prosser (Sprague 2002), los cuales tienen una fecha mínima de 1840; son muy frecuentes en contextos arqueológicos a partir de 1850 y son populares hasta 1920 (Venocevs 2013). Sobre la lana y la paja, el estado de conservación sugiere una cronología reciente para el neonato, aunque desconocemos su relación exacta con el entierro.



Figura 6.4. Localizaciones aproximadas de los individuos procedentes de la costa norte del canal Beagle, depositados en el Museo del Fin del Mundo.

Tramo central del canal Beagle				
Código	Procedencia	Edad	Sexo	Cronología
MFM 11	Punta Segunda	Adulto	Masculino	Sin dato
MFM 43	Ea. Remolino	Adulto	Masculino	
MFM 2	Zona Almanza Ruta "J"	Adulto	Masculino	
MFM 75	Almanza	Sin dato	Sin dato	
MFM 41	Almanza	Niño	Indet.	
MFM 49	Bahía Brown	Adulto	Femenino	
MFM 40	Punta Guanaco	Adulto	Masculino	
MFM 42	Cambaceres desembocadura	Adulto	Masculino	
MFM 36	Acatushún	Niño	Indet.	Postcontacto 490 ± 25 BP
MFM 07	Harberton	Neonato	Indet.	¿Postcontacto?
Península Mitre				
MFM 9	Bahía Valentín	Adulto	Indet.	Sin dato
MFM 53	María Luisa	Adulto	Indet.	Sin dato

Tabla 6.2. Información asociada a los individuos procedentes de la costa norte del canal Beagle y Península Mitre, depositados en el Museo del Fin del Mundo.

Finalmente, se incluyen dos individuos registrados como procedentes de Península Mitre. El adulto indeterminado de Bahía Valentín (MFM 9) está representado sólo por un cráneo, y el individuo de María Luisa (MFM 53) por fragmentos de cráneo.

6.1.1.2 Museo de Antropología de Roma

Tal como desarrollamos en el capítulo “Antecedentes” (Tabla 4.1), los esqueletos de individuos reunidos por Giacomo Bove durante su segunda expedición (1883-1884) y los dos esqueletos donados por un doctor uruguayo a la colección romana son sumamente difíciles de contextualizar (Marangoni et al. 2011). Giuseppe Sergi, uno de los primeros investigadores que estudió este conjunto, señalaba que:

“Lamentablemente el capitán Bove no hizo ninguna nota; solo una escasa indicación de cuántos hombres y mujeres, y el nombre de la tribu a la que pertenecen. Estas simples indicaciones señalan, 11 personas como “Jagan” y 2 como “Alacaluf”; de los 11, 6 se indican como hombres y 5 como mujeres, ambos “Alacaluf” son hombres; serían 8 hombres y 5 mujeres, pero del examen resulta que 5 son hombres y 8 mujeres.

Cuáles esqueletos corresponden a “Alacaluf” y cuáles a “Jagan”, es imposible decirlo; también aquí el capitán Bove no dejó rastro obvio. Debería haber marcado en cada esqueleto el sexo y el nombre de la tribu al menos, o un número correspondiente al rótulo. Los números que llevan actualmente son los del catálogo del Gabinete Antropológico al que pertenecen.” (Sergi 1886-1887: 43; traducción por Francisco Zangrando).

Para el análisis sostenemos que estos restos habrían sido recolectados con la misma metodología que el primer viaje, y una cronología poscontacto similar: mediados del siglo XIX, o un poco más tarde. Con respecto a la procedencia, se informa que Bove llegó a Ushuaia el 15 de febrero de 1884 y el 25 de mayo ya estaba en Punta Arenas (Pérez 1952). Los restos originalmente habrían sido depositados en alguna localidad intermedia entre estos lugares; los isótopos de oxígeno podrían detectar observaciones atípicas si algunos restos proceden de las islas más exteriores del archipiélago, donde aumenta el gradiente de precipitaciones.

6.1.2 Restos humanos hallados durante prospecciones y excavaciones arqueológicas

6.1.2.1 Mischiuen III

Esta inhumación con dos individuos se encuentra bajo un alero a unos 290 m de la costa (Tessone 2003; Piana et al. 2006). En trabajos anteriores se analizó isotópicamente el individuo subadulto A, en posición primaria y con un fechado de 625 ± 25 AP⁵⁰. En esta tesis incluimos al segundo individuo B, representado por muy pocos elementos. Excepto por un peroné que estaba junto al cráneo del individuo A, los escasos elementos hallados se encontraban dispersos sobre la pendiente del alero (Figura 6.5).

⁵⁰ En esta sección se presentan las edades radiocarbónicas y sus calibraciones se reportan en forma conjunta en la sección 6.1.3 (Calibración de los fechados radiocarbónicos).



Figura 6.5. Contexto de excavación del individuo B en el sitio Mischiuen III.

6.1.2.2 Shamakush Entierro

Este enterratorio se ubica bajo un alero a 670 m de la costa y a 300 m del otro contexto funerario, Mischiuen III (Figura 6.6; Tessone 2003). En trabajos anteriores se ha analizado isotópicamente el individuo SHE 6 asociado a un ajuar y en contacto con la roca de caja subyacente (Panarello et al. 2006). En esta oportunidad se incluye a otros tres individuos adultos hallados entre la superficie y la capa A: SHE 1, SHE 2 y SHE 3 (Álvarez et al. 2008). Por el momento no se ha podido establecer la relación temporal entre la depositación de estos individuos con SHE 6, el cual está fechado en 1536 ± 46 AP y es uno de los más antiguos de la región (Suby et al. 2011).



Figura 6.6. Shamakush Entierro.

6.1.2.3 Imiwaia Entierro 2

La inhumación se ubica a 68 m de la costa y a unos 53 metros de Imiwaia Entierro 1, ambos dentro del bosque (Tessone 2003; Piana et al. 2006). La porción superior del

esqueleto de un individuo de sexo indeterminado –cuya edad se ubica entre el nacimiento y los seis meses posteriores– se halló en posición anatómicamente articulada bajo un pequeño abrigo rocoso (Figura 6.7). Actualmente se encuentra depositado en el Museo del Fin del Mundo con el código MFM 50.

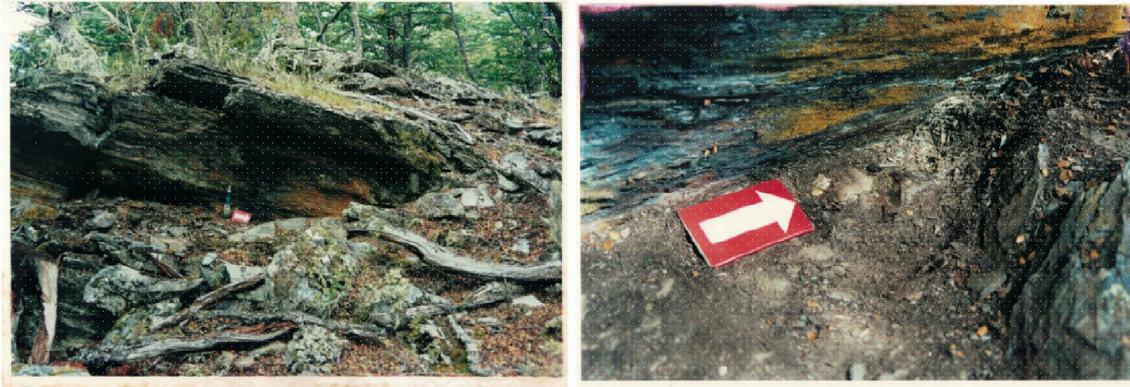


Figura 6.7. Imiwaia Entierro 2.

6.1.2.4 Bahía Cambaceres

Durante una prospección de la bahía en el año 2002, el Dr. Hein Bjerck halló un fragmento de cráneo de un niño de sexo indeterminado en superficie de altura, sobre el drenaje que separa bahía Cambaceres interior de bahía Cambaceres exterior (Figura 6.8). Se realizó una excavación en el lugar de hallazgo, pero no se encontraron otros elementos óseos. Está depositado en el Museo del Fin del Mundo con el código MFM 39.



Figura 6.8. Contexto de hallazgo del individuo MFM 39 en bahía Cambaceres.

6.1.2.5 Isla Martillo

Este caso se enmarca en el estudio arqueológico de espacios insulares en el canal Beagle, el cual explora el rol de las islas pequeñas en la dinámica de poblamiento de la región (Tivoli et al. 2022). Por otra parte, los análisis de los registros escritos sobre las

conductas mortuorias han identificado estos ámbitos como lugares de depositación de los cuerpos (Tessone 2003, 2014). La isla Martillo tiene una superficie de 0,36 km² y se localiza en el tramo central del canal Beagle (Figura 6.2). Actualmente alberga la colonia más austral de pingüinos magallánicos en la Argentina, registrándose su ocupación desde 1976 (Schiavini y Yorio 1995). Su nidificación impacta en una concentración de concheros sobre una terraza abierta con matas negras y pastos, lo que ocasionó la exposición de restos humanos (Foto 6.4, 6.6). En el 2015 se recuperaron elementos óseos en superficie (Foto 6.), de los que dieron aviso los biólogos del CADIC. Con el consentimiento informado por la Comunidad Yagan Paiakoala, en 2019 y 2020 se efectuaron excavaciones para rescatar dichos restos. El sitio corresponde a un entierro múltiple, compuesto por 4 individuos.



Figura 6.9. Nido de pingüino sobre el sector de conchero excavado en isla Martillo.

En 2019, en la ubicación del cráneo en superficie, se excavaron tres cuadros con un total de 3 m². La estratigrafía comprende una matriz de conchero (capa C), cuyo espesor varía entre 35 y 50 cm intercalado entre dos suelos. La parte superior del depósito está significativamente impactada por la actividad de los pingüinos y allí se hallaron elementos óseos sueltos. Los restos humanos se encuentran contenidos en la base del conchero que apoya en el suelo turboso. La mayor parte mantenía su posición articulada (Figura 6.10). No obstante, el desplazamiento de huesos por la actividad de pingüinos es registrado en toda el área excavada.

Dos esqueletos estaban articulados en posición extendida, y los miembros inferiores de un tercer individuo entre ellos. Este último individuo estaba orientado en sentido opuesto a los otros dos esqueletos. Una porción de la pelvis y la epífisis distal del fémur del individuo 3, así como la tibia y el peroné del individuo 1 asomaban en el perfil oeste del cuadro 3 y 4. Por falta de tiempo se dejaron estos restos para retomar el rescate en el verano siguiente.

En 2020 se excavaron dos cuadros de 2 m² en total contiguos al perfil oeste, exponiendo el resto del esqueleto articulado del individuo 3, los miembros inferiores del individuo 1 y individuo 2. Se encontró un fragmento de cráneo de un neonato en el límite del cuadro 5, casi sobre el perfil W y un fémur probablemente del mismo individuo en zaranda.

Se hallaron varios elementos asociados a los esqueletos: botones, cuentas de vidrio, fragmentos de ropa y tela. Hay botones de hueso similares a los ya mencionados de la colección del Museo del Fin del Mundo. Otro botón blanco y pequeño parece de valva. La producción europea de estos botones –con centro en Birmingham– comienza en torno a 1820, pero se producen masivamente a mediados del siglo XIX en Estados Unidos hasta 1950 (Claasen 1994; Venocevs 2013).

La mayor cantidad de cuentas⁵¹ se halló cerca de los huesos de la mano del individuo 2. En general, las cuentas venecianas se distribuyen en un período más extenso que los botones, abarcando desde los siglos XVI hasta el XIX (Flensburg y Wagner 2015). Por otra parte, Tapia y Pineau (2011) señalan que el mayor número de hallazgo de cuentas vítreas se ha registrado en enterratorios aborígenes de los siglos XVI-XVIII. Para el siglo XIX prácticamente no se han encontrado en este tipo de contextos⁵², coincidiendo con la disminución demográfica de la población nativa y la conflictividad interétnica con el Estado argentino (Tapia y Pineau 2011). La asociación de las cuentas con los botones, como marcadores cronológicos más tardíos, sugiere un posible reciclado de las cuentas. También podría interpretarse como un ejemplo de la particularidad del proceso

⁵¹ Son todas de color rojo translúcido sobre blanco, con un diámetro aproximado de 4 mm. Su forma se asemeja a la descripción de Ross (1990) para las cuentas “cilíndricas” cortas. En Tierra del Fuego se conocen cuentas de vidrio de dos contextos arqueológicos: un sitio en Península Mitre, siendo posiblemente cuentas venecianas del siglo XVII-XVIII (comunicación personal F. Zangrando), y la Misión Anglicana de Ushuaia (Weissel 2014). Estas últimas son de vidrio y cerámica, bastante distintas a las halladas en isla Martillo. Las referencias etnográficas escritas de la región son inespecíficas sobre las características de las cuentas intercambiadas o regaladas (Forster 1771: 501; Hakesworth 1773: 44, 59; Snow 1857: 327; Webster 1834; Hyades y Deniker 1891: 299). Pero por otra parte, hay abundantes registros fotográficos sobre Yámanas utilizando collares y pulseras de cuentas autóctonas y de vidrio (Fiore y Varela 2009). En Patagonia austral, Prieto y Schidlowsky (1992) reportaron sobre la presencia de cuentas de vidrio de color rojo con interior blanco, como parte del ajuar mortuario de una niña aónikenk (Laguna Sota, provincia de Magallanes, Chile). Además de las cuentas, hay un collar de monedas chilenas acuñadas entre 1855 y 1859 que informan sobre la fecha mínima del entierro. El entierro de Laguna Sota nos sugiere una posible cronología de las cuentas de isla Martillo en torno a mediados del siglo XIX. Si bien es preciso determinar su técnica de manufactura, las cuentas de color rojo sobre blanco fabricadas por estiramiento (*drawn*) se conocen en la literatura como *coraline d’Aleppo* (Billeck 2009). Son marcadores cronológicos típicos del siglo XIX en la costa noroeste del Pacífico (Ross 1990), la región del oeste (Motz et al. 1986) y de las Llanuras en Estados Unidos (Billeck 2008).

⁵² A excepción de los casos de Norpatagonia (Flensburg y Wagner 2015; Prates et al. 2016).

postcontacto para las poblaciones nativas de Patagonia austral, en comparación con regiones septentrionales.

Los análisis isotópicos se realizaron sobre el vómer del cráneo del individuo 2, y los restos recolectados en otra ubicación: un fémur y una mandíbula.

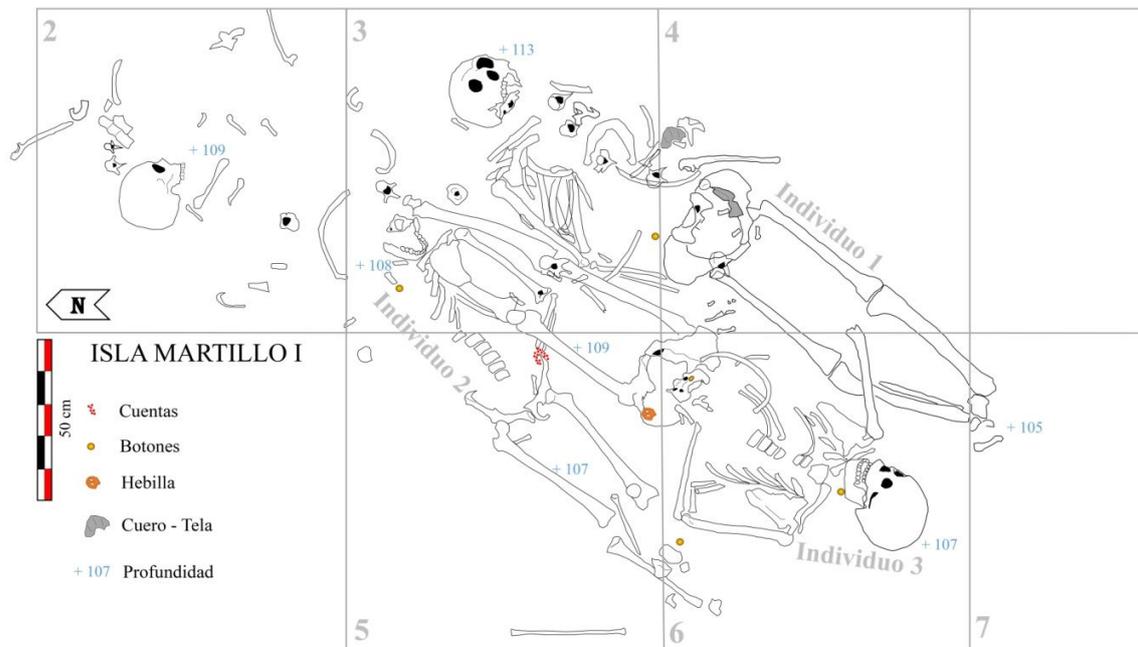


Figura 6.10. Entierro múltiple en isla Martillo.

El Individuo 2 Isla Martillo se estima que es juvenil por la fusión incompleta de la sincondrosis esfeno-occipital, con presencia de los alveolos correspondientes al 3er molar cuyas piezas se perdieron postmortem (Figura 6.10, 6.11). La fusión de la sincondrosis esfeno-occipital ocurre entre los 11-16 años en las mujeres y entre 13-18 años en los varones (Scheuer y Black 2004). La determinación de sexo como probablemente masculino⁵³ se realizó a partir del coxal (Buikstra y Ubelaker 1994). Se retiró un fragmento del vómer.

⁵³ No se observan ni arco ventral ni concavidad subpúbica. El aspecto medial de la rama isquiopúbica es relativamente fina pero con una superficie plana. Sin embargo, la escotadura ciática correspondería a un grado 2. En el cráneo se observa una cresta nugal, una glabella y procesos mastoideos muy poco pronunciados (grado 1). Los rasgos pueden estar atenuados por el proceso de desarrollo, y los cráneos de los individuos de sexo masculino pueden retener una apariencia grácil durante la adolescencia (Buikstra y Ubelaker 1994).



Figura 6.11. Cráneo del individuo 2 *in situ* (izq.) y vista inferior del cráneo (der.).

De otro sector de la isla se analizan isotópicamente dos individuos. La mandíbula (Figura 6.12) correspondería a otro individuo juvenil de 15 ± 3 años por la presencia del 3° molar en cripta, con la corona visible (Scheuer y Black 2004). Se seccionó un fragmento de la apófisis coronoides izquierda.



Figura 6.12. Vista superior de la mandíbula del individuo 6 de isla Martillo.

El fémur correspondería a un niño de sexo indeterminado (individuo 7), de entre 2 a 2,5 años de edad. Su edad se estimó a partir de la longitud del hueso y los manuales de referencia (Schaefer *et al.* 2008). Mide aproximadamente 18,7 cm, con fusión incompleta de las epífisis ausentes (Figura 6.13). A falta de una tabla osteométrica puede aumentar el error relativo de la medición. Se seccionó un fragmento de la epífisis distal.



Figura 6.13. Vista anterior del fémur izquierdo del individuo 7 de isla Martillo.

6.1.2.6 Caleta Falsa

En 1970, Anne Chapman recuperó restos de un individuo adulto femenino en posición extendida, en un montículo a 20 m de la costa (Guichón y Suby 2011). Los análisis bioarqueológicos no registraron lesiones, aunque los elementos recuperados son muy pocos (MNE=4, op.cit.). Actualmente se encuentra depositado en el Museo del Fin del Mundo con el código MFM 59, identificador S7 s/n.

6.1.2.7 Río Leticia

En 2015, el Sr. Silvio Ojeda entregó al Centro Austral de Investigaciones Científicas un cráneo humano, una breve filmación sobre el contexto de hallazgo en el litoral norte de Península Mitre y la ubicación del mismo con coordenadas. En el 2017, en el marco de una campaña arqueológica en bahía Thetis, otros restos humanos depositados en superficie fueron visualizados y recuperados por Martín Vázquez y Francisco Zangrando sobre el corte de un médano, también a una corta distancia de la desembocadura del río Leticia (Figura 6.14). Estos restos se localizaban a solo ocho metros con respecto al cráneo recuperado por el Sr. Ojeda, resultando ser el mismo contexto de hallazgo.



Figura 6.14. Contexto de hallazgo del individuo en río Leticia, Península Mitre.
Foto: Martín Vázquez.

El elevado avance de la meteorización y la exposición al pisoteo de los animales indicaban la necesidad de su recolección; pero sin el tiempo suficiente para efectuar una recolección exhaustiva, se recuperaron solo los restos humanos expuestos en superficie. Estos se encontraban disperso en un radio de aproximadamente cinco metros. No se hallaron huesos articulados.

Los 16 elementos óseos representan a un solo individuo. Se estima que es un adulto a partir de los alveolos correspondientes para el tercer molar –aunque hay pérdida de las piezas postmortem– y la sutura de la sincondrosis esfeno-occipital (Scheuer y Black 2004). La determinación del sexo como masculino se basa en la escotadura ciática cerrada (grado 4, Buikstra y Ubelaker 1994). En el cráneo se observa una cresta nugal extremadamente pronunciada (grado 5), mientras que la glabella y el proceso mastoideo están menos marcados.

6.1.2.8 Bahía Crossley I

El único elemento óseo humano hallado en Isla de los Estados es una hemimandíbula derecha, en la capa III de la cuadrícula J6 del sitio Bahía Crossley I (Horwitz 1990). Se hipotetiza que formaba parte de un entierro secundario o un descarte y en algún momento se disoció del resto del esqueleto. Por los fechados sobre las muestras de carbón de las capas supra y subyacentes, se estima la cronología de su depositación entre 2480 y 2000 AP (Horwitz y Weissel 2011). Los análisis de ADNmt indican que este individuo comparte los mismos linajes maternos que los habitantes del canal Beagle y Península Mitre (Crespo et al. 2020).



Figura 6.15. Hemimandíbula del sitio Bahía Crossley I.

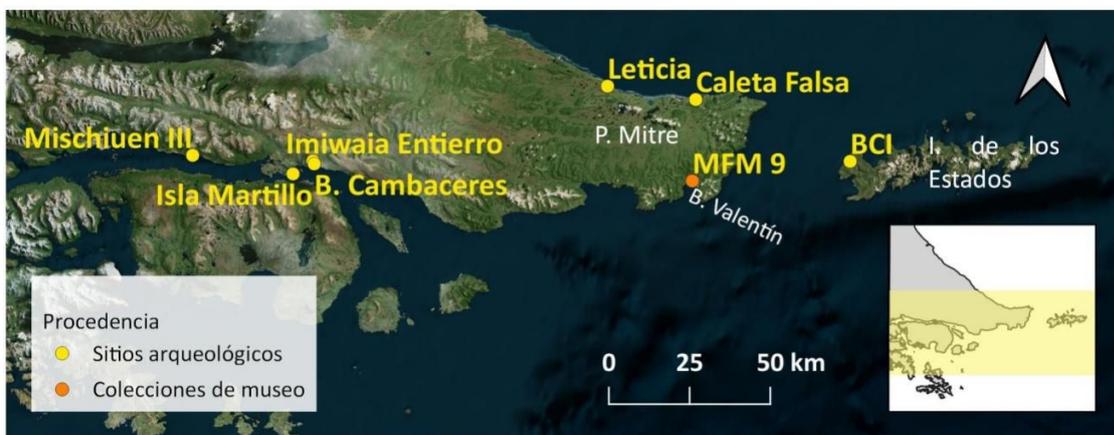


Figura 6.16. Localizaciones de los individuos procedentes de la costa norte del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados.

Individuos recuperados en excavaciones y prospecciones arqueológicas				
Canal Beagle				
Identificador	Procedencia	Edad	Sexo	Cronología
Individuo B	Mischiuen III	Indet.	Indet.	Sin dato
SHE 1	Shamakush Entierro	Adulto	Femenino	Sin dato
SHE 2		Adulto	Femenino	Sin dato
SHE 3		Adulto	Masculino	Sin dato
MFM 50	Imiwaia Entierro 2	Neonato	Indet.	Sin dato
MFM 39	Bahía Cambaceres	Niño	Indet.	Sin dato

Individuo 2	Isla Martillo	Juvenil	Probablemente masculino	Postcontacto
Individuo 6		Juvenil	Indet.	Sin dato
Individuo 7		Niño	Indet.	Sin dato
Península Mitre e Isla de los Estados				
MFM 59 S7 s/n	Caleta Falsa	Adulto	Femenino	Sin dato
	Bahía Crossley I	Adulto	Indet.	Precontacto 2480-2000 AP
	Río Leticia	Adulto	Masculino	Sin dato

Tabla 6.3. Información asociada a los individuos de la costa norte del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados, recuperados durante prospecciones y excavaciones arqueológicas.

6.1.3 Calibración de los fechados radiocarbónicos

En el capítulo 2 hemos explicado que los materiales como las valvas y el colágeno de los individuos que consumieron recursos marinos aparecen como más antiguos que las muestras contemporáneas de origen terrestre. Cuando se ingresan los años ^{14}C en programas como CALIB (Stuiver y Reimer 1993) u OxCal (Bronk Ramsey 2009), en la calibración “mixta” está contemplada una **edad del reservorio global de la capa mixta del océano** y sus variaciones en el tiempo, denominado con la letra *R* (Hughen et al. 2004). Luego se requiere el ingreso de un dato adicional, que es el *offset* o la **compensación regional adicional (ΔR)**. Es la diferencia entre la edad modelada del reservorio marino global y la edad del reservorio regional (Alves et al. 2018).

Para la calibración de los fechados medidos sobre los restos humanos, recalculamos la compensación regional adicional (ΔR) con los datos publicados por Alberio et al. (1986; Tabla 6.4) para la capa D7 del sitio Túnel I correspondiente al Holoceno medio, y datos de Orquera y Piana (2020) sobre sitios del Holoceno tardío. Este procedimiento se justifica por varios motivos. Actualmente se dispone de curvas de calibración revisadas, SHCal20 (Hogg et al. 2020) y Marine20 (Heaton et al. 2020); nuevos métodos de estimación de ΔR entre pares contemporáneos de muestras terrestres y marinas (Reimer y Reimer et al. 2016) y estimación de su incerteza (Ascough et al. 2007; Cook et al. 2015; Rusell et al. 2011; Martindale et al. 2018). El resultado tiene la ventaja de ser una estimación local de ΔR . Se debe aclarar que excepto para Túnel I, el cálculo de ΔR en otros sitios se basa en un único par fechado de muestras marinas vs. terrestres. Asimismo, el margen de imprecisión era más amplio para las técnicas de datación disponibles en la época (Orquera y Piana 2020). Estos factores influyen en la estimación de la incerteza de la media ponderada de ΔR en el sector del canal Beagle.

Sitio	N° de muestra	Material	Taxón	Edad ¹⁴ C	1 σ
Túnel I ¹	AC-0683	Carbón	<i>Nothofagus</i> sp.	5630	100
	AC-0703	Colágeno	<i>L. guanicoe</i>	5280	120
	AC-0693	Valva	<i>Nacella</i> sp.	6220	120
	AC-0697		<i>Fisurella</i> sp.	6340	130
	AC-0695		<i>Balanus</i> sp.	5110	130
	AC-0694		<i>Mytilus</i> sp.	6180	120
	AC-0696		<i>Aulacomyas</i> sp.	6290	120
	AC-0676		<i>Trophon</i> sp.	5720	120
	AC-0698	Colágeno	<i>A. australis</i>	6220	140
Túnel II ²	AC 824	Carbón		1120	90
	AC 1046	Valva	<i>Mytilus</i> sp.	1670	90
Imiwaia I ²	AC 1580	Carbón		3340	150
	AC 1581	Valva	<i>Mytilus</i> sp.	3620	160
Shamakush I ²	AC 827	Carbón		1220	110
	AC 878	Valva	<i>Mytilus</i> sp.	1280	100
Shamakush II ²	AC 826	Carbón		1100	120
	AC 877	Valva	<i>Mytilus</i> sp.	1320	100
Shamakush IV ²	AC 829	Carbón		310	100
	AC 880	Valva	<i>Mytilus</i> sp.	450	100
Shamakush IX ²	AC 830	Carbón		940	100
	AC 881	Valva	<i>Mytilus</i> sp.	960	100

Tabla 6.4. Materiales marinos y terrestres fechados, procedentes de sitios arqueológicos del canal Beagle. Referencias: 1-Albero et al. (1986: Tabla 1). Edades normalizadas a $\delta^{13}\text{C} = -25$ ‰. 2-Orquera y Piana (2020).

En el caso de Túnel I, si se toma solamente al carbón vegetal como representativo de las muestras terrestres (Albero et al. 1986), el procedimiento para la estimación de ΔR con múltiples pares (Cook et al. 2015) requiere evaluar la consistencia de la muestra de ejemplares marinos entre sí con un test de χ^2 (ver Anexo).

Luego se calculan valores de ΔR pareando la muestra de carbón con las diferentes valvas, mediante el programa Deltar (Reimer y Reimer et al. 2016). Este método utiliza las funciones de densidad de probabilidades de las edades calibradas para obtener más exactitud con las incertezas en la estimación de ΔR (Figura 6.17). Los métodos anteriores se basaban en la intersección promediada de la media de la edad radiocarbónica con la curva de calibración, y son menos robustos (Telford et al. 2004).

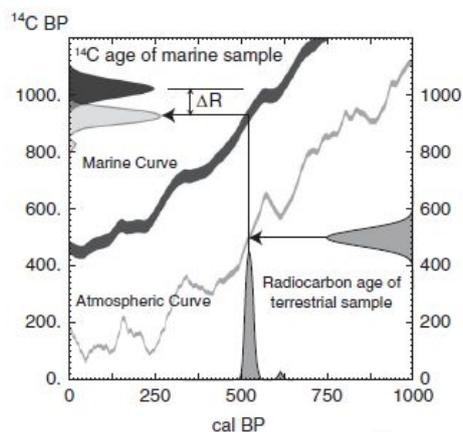


Figura 6.17. Ilustración del cálculo de ΔR con un par de muestras marinas y terrestres contemporáneas. Tomado de Reimer y Reimer (2016: Figura 3).

Se calcula la media ponderada de los valores de ΔR . Con el error estándar y el desvío estándar de la media ponderada se obtiene un **error estándar revisado**, que incluye la variabilidad en las futuras mediciones de ΔR (Russell et al. 2012). x es el error de la media ponderada, y es la desviación estándar de los valores ΔR :

$$\sigma = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Esta medida de incerteza de ΔR genera un rango más amplio de edades calibradas, pero más exacto (Cook et al. 2015). El resultado final a partir de los datos del sitio Túnel I es $\Delta R = 79 \pm 101$ años. Este valor tiene coherencia con el ΔR obtenido en el sitio Túnel II capa B, fechado durante el Holoceno tardío (Figura 6.18; Orquera y Piana 2020); e incluso con el ΔR regional más reciente para el sector del archipiélago fueguino sobre el Océano Pacífico (Merino-Campos et al. 2018). Pero los valores de ΔR de la localidad Shamakush son consistentemente más bajos que los de la localidad Túnel e Imiwaia. Es pertinente mencionar que Túnel no está en las cercanías de la desembocadura de un río, pero sí Shamakush e Imiwaia; por lo que las valvas recolectadas en estos sitios no recibirían el mismo aporte de materia orgánica terrestre (Orquera y Piana 2020). Por otra parte, descartamos el ΔR calculado para el sitio Imiwaia I para los análisis subsiguientes, ya que su incerteza es considerablemente más amplia que el resto de los sitios y podría indicar el apareado de muestras que no son contemporáneas (Cook et al. 2015).

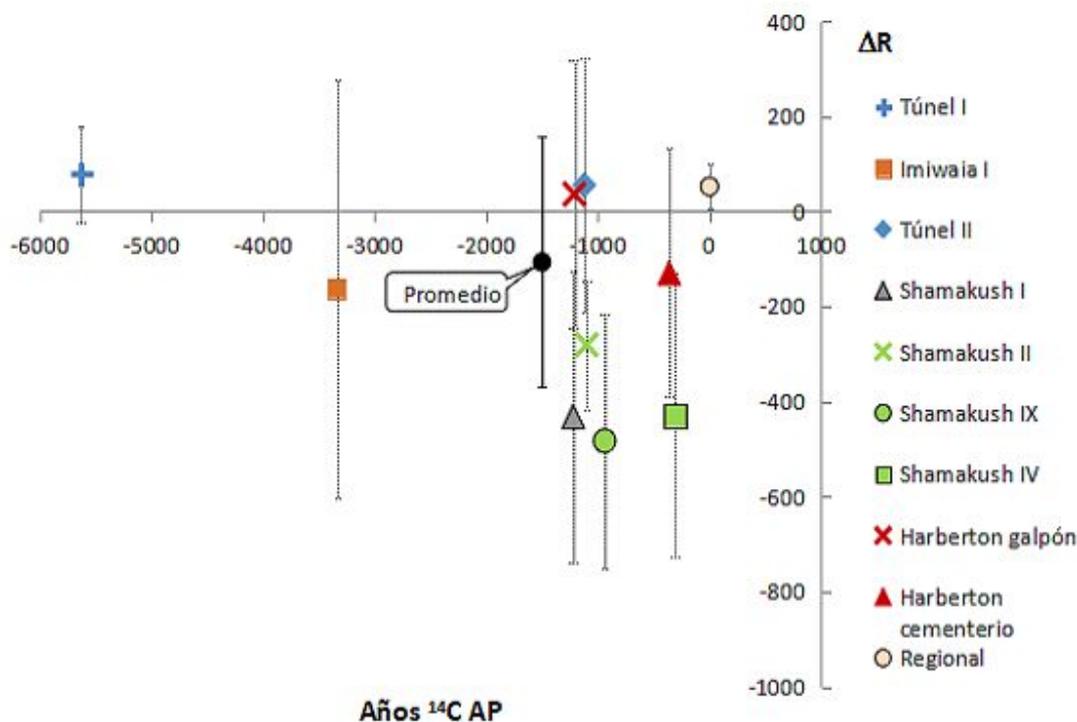


Figura 6.18. Comparación de los ΔR calculados para los sitios del canal Beagle. El ΔR regional (círculo naranja) corresponde a la magnitud publicada para el sector del archipiélago fueguino sobre el Océano Pacífico (Merino-Campos et al. 2018).

Como se postula un modelo de alta movilidad residencial y redundancia en la ocupación del espacio para los individuos del canal Beagle (Tessone 2003; Breivik et al. 2016), consideramos que es más adecuado utilizar un promedio de ΔR y no un solo valor correspondiente a una única localidad. Un último cálculo de la media ponderada y el error estándar revisado con todos los sitios arqueológicos resulta en $\Delta R = -107 \pm 247$ años. Utilizamos esta compensación regional adicional en el programa OxCal 4.4 (Bronk Ramsey 2009) con una curva de calibración “mixta” para los fechados sobre los restos humanos, considerando el aporte de carbono de dos reservorios diferentes: el marino y el atmosférico en el hemisferio sur. Dichas curvas corresponden a Marine20 (Heaton et al. 2020) y SHCal20 (Hogg et al. 2020), respectivamente. El porcentaje de carbono marino en cada individuo y su incerteza fueron estimados mediante modelos de mezcla bayesianos para reconstrucciones paleodietarias (Kochi 2017).

Con respecto a los restos humanos que provienen de la costa norte de Península Mitre, Nakatsuka et al. (2020) calibraron los fechados con un valor $\Delta R = 220 \pm 46$ años, correspondiente a Puerto Natales (Merino-Campos et al. 2020). Si bien incluimos en el análisis esta información, la compararemos con una calibración en base al ΔR calculado para este trabajo. Consideramos que las condiciones oceanográficas en Puerto Natales

son muy diferentes a las localidades arqueológicas más expuestas en la costa atlántica, y es más prudente utilizar un valor de ΔR local más cercano. Aún así, no sería el procedimiento óptimo, ya que la costa atlántica fueguina recibe la influencia del frente de Península Valdés además del frente patagónico estuarino frío (Acha et al. 2004).

La figura 6.19 muestra las distribuciones de la función de densidad de probabilidades de los fechados calibrados. Se pueden distinguir al menos tres grupos de individuos: los más tempranos precontacto, un subgrupo intermedio, y los individuos más tardíos cuyo intervalo puede extenderse más allá de la curva de calibración (en torno a 1950). La tabla 6.5 ordena los años calendáricos correspondientes al intervalo con 95,4 % de probabilidades; la media con 1σ ; y la mediana. Utilizamos la mediana como estimador del punto central de la fecha calibrada (Telford et al. 2004). A diferencia de una función, un valor puntual no describe adecuadamente una forma tan compleja. Pero la mediana es uno de los estimadores más robustos de la tendencia central que nos permite clasificar a los individuos en los bloques propuestos en esta tesis (Tabla 6.5).

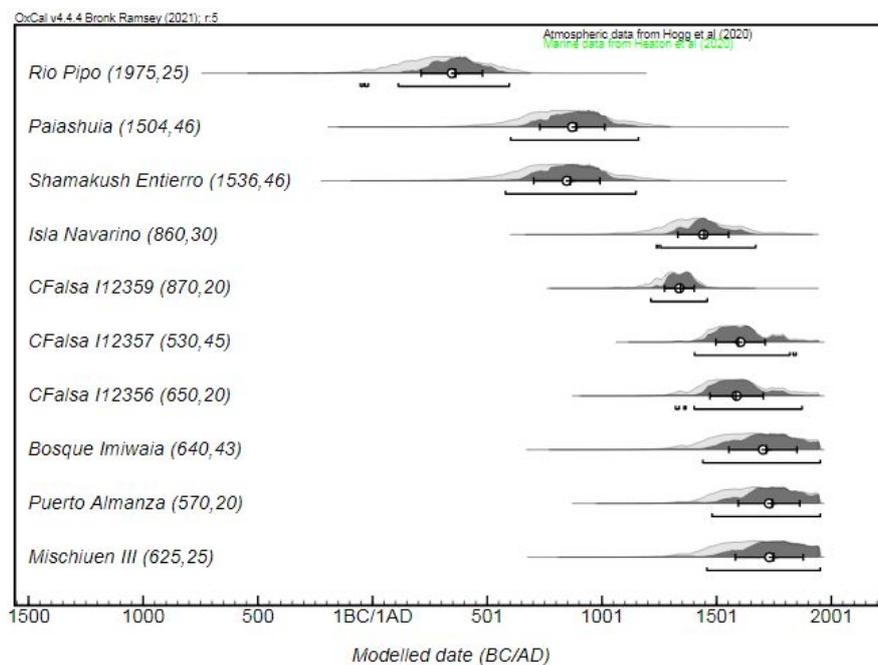


Figura 6.19. Distribución de los fechados calibrados, medidos sobre restos humanos del canal Beagle y Península Mitre.

Cronología	Individuos	Años calibrados (95,4 % probabilidades)	$\mu \pm \sigma$	Mediana (AD)
	Río Pipo	117 -593	350 ± 125	363
Precontacto	Shamakush Entierro	610-1141	851 ± 135	863
	Paishuaia	637-1157	875 ± 133	889

	Caleta Falsa I12359	1223-1456	1341 ± 61	1345
	I. Navarino	1274-1667	1445 ± 104	1447
	BCI	Entre capas fechadas en 2480 ± 60 y 2000 ± 60 AP		
1580-1855	Caleta Falsa I 12356	1404-1864	1590 ± 112	1585
	Caleta Falsa I12357	1411-1846	1606 ± 105	1595
	Bosque Imiwaia	1464-1953	1705 ± 141	1717
	Puerto Almanza	1501-1953	1732 ± 128	1742
	Mischiuen III	1484-1953	1734 ± 140	1748
Cronología	Individuos	Material asociado/Fuentes		
1856 en adelante	MFM 25	Botón de marfil vegetal o sustituto de marfil		
	MFM 36 ⁵⁴	Botones de cerámica y hueso		
	Colección Florencia	Aprox. 1850, hasta 1882		
	Colección Roma	Aprox. 1850, hasta 1884		
	I. Martillo juvenil	Ropa y botones de hueso		
	Estancia Harberton	Vidrio tallado		
	Acatushun	Botones		

Tabla 6.5. Clasificación de los individuos con fechados calibrados y relativos en bloques temporales.

Tomamos como inicio del contacto en la Isla Grande de Tierra del Fuego, el desembarco de Sarmiento de Gamboa en 1580 en la Bahía Gente Grande (Manzi 1996). Dicha fecha es el límite entre el bloque que agrupa a los individuos precontacto y el bloque denominado postcontacto inicial. Este segundo bloque finaliza a mediados del siglo XIX, en referencia a la inauguración de la estación Cranmer en la isla Vigía/Keppel en el año 1854. El tercer bloque, postcontacto tardío, inicia en 1856. Consideramos que a partir de las “misiones flotantes” implementada por la Patagonian Missionary Society, la circulación y el consumo de alimentos foráneos era cada vez más frecuente; aunque sea por períodos acotados. Es en este bloque donde se hipotetiza que se detectan los mayores cambios paleodietarios.

6.2 Muestras zooarqueológicas y modernas de fauna

Para la ecología isotópica se compilan datos publicados de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ sobre muestras faunísticas de conjuntos arqueológicos del Holoceno tardío final (Zangrando et al. 2014, 2016; Kochi et al. 2018, 2020; Nye et al. 2020). Las muestras proceden de colecciones generadas a partir de excavaciones y prospecciones en el canal Beagle (Orquera y Piana 1999a), Moat (Zangrando 2010), Península Mitre (Vidal 1985; Vázquez et

⁵⁴ Si bien este individuo cuenta con un fechado radiocarbónico de 490 ± 25 BP (Nakatsuka et al. 2020), se decidió clasificarlo cronológicamente también en base a los objetos asociados y no aplicar una calibración sin su estimación paleodietaria correspondiente.

al. 2011) e Isla de los Estados (Horwitz 1990). Para los recursos cuyos tejidos orgánicos presentan un baja o nula preservación, como el caso de moluscos y plantas, se utilizan mediciones sobre ejemplares modernos procedentes en el canal Beagle (Kochi et al. 2018). Finalmente, se incluyen nuevas mediciones isotópicas sobre guanacos arqueológicos del canal Beagle y Península Mitre.

El principal criterio de selección es la inclusión de los recursos faunísticos más representados en el registro arqueológico del Holoceno tardío en la región, porque solo los grupos de recursos regularmente consumidos son detectables en las reconstrucciones paleodietarias. En todos los casos se siguieron criterios estratigráficos y de lateralidad para no repetir mediciones sobre un mismo individuo. Las tablas con información complementaria de las muestras se encuentran en el Anexo del Capítulo 7.

6.2.1 Ambiente terrestre

6.2.1.1 Guanacos (*Lama guanicoe*)

Para esta tesis se analizaron 17 individuos nuevos de guanaco. Los especímenes están seleccionados según las unidades anatómicas y su lateralidad. Junto con los datos estratigráficos, estos criterios evitan el repetir el muestreo sobre un mismo individuo. Asimismo, se incluyen todos los ejemplares publicados, procedentes de la costa sur de Tierra del Fuego, que cuenten con mediciones de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$. La muestra total de guanacos es de 37 individuos.

Hasta el momento para el canal Beagle se contaba con valores para un solo guanaco del Holoceno tardío del sitio Imiwaia I (Kochi et al. 2018; Anexo del Capítulo 7). Para esta tesis se amplía la muestra incluyendo 5 ejemplares de la capa X del Cuarto Componente del sitio Túnel I (Orquera y Piana 1999a, Tabla 6.6). Asimismo, no se contaba con información sobre los guanacos de Península Mitre, por lo que incluimos 7 ejemplares de la localidad bahía Valentín. Estos son del Bloque Tardío del sitio BVS11 y BVS42 (Vidal 1985; Vázquez et al. 2011). De la localidad Heshkaia –sitios 28, 30, 34, 35– en Moat hay mayor cantidad de datos publicados (n=15; Zangrando 2010; Kochi et al. 2020), así como mediciones sobre muestras modernas (n=3; Tabla 6). Sumamos 4 nuevos ejemplares del sitio Heshkaia 34 y 2 individuos modernos recuperados durante las prospecciones (Alunni et al. 2021). Los fechados de los diferentes sitios abarcan los últimos 1000 años cal AP. En el Anexo se especifican los casos individuales con la información asociada al sitio.

Taxón	Localidad	Sitio	Capa	Cronología (cal. AP)	n	Referencias	
<i>Lama guanicoe</i>	Túnel	Túnel I	X	2950-2409	5	Orquera y Piana (1999a)	
	Moat	Heshkaia 34	C	925-769	1	Alunni y Zangrando (2011), Alunni (2018)	
			F		3		
	Transecta	Superficial	Moderno	2			
	Bahía Valentín	BV S42			926-786	4	Vázquez et al. (2007)
		BVS11		H	Entre 1529-1362 (capa capa J) y 1313-1178 (capa C15)	1	Zangrando et al. (2009)
J				1529-1362	1		

Tabla 6.6. Información asociada a los individuos de guanaco analizados para esta tesis.

6.2.1.2 Plantas

Las muestras modernas del canal Beagle y Moat se clasifican en dos grupos diferenciados: pastos y arbustos C_3 , por un lado, y los líquenes por el otro (Kochi et al. 2018). Estos últimos presentan valores de $\delta^{15}N$ extremadamente bajos en comparación con las plantas C_3 , pero son más positivos en $\delta^{13}C$; esta es una tendencia que se ha observado también en muestras de la estepa del norte de la Isla Grande (Kochi et al. 2020). Si bien solo el calafate y *Azorella* sp. son mencionados como comestibles en las fuentes etnográficas, es posible que en las observaciones no se haya registrado la totalidad del conocimiento acerca de la variedad de especies comestibles (Kuhnlein y Receveur 1996). Asimismo, las pautas de consumo de recursos vegetales en momentos históricos podrían diferir de otros momentos del Holoceno tardío. Se prefiere tomar un criterio amplio para evaluar el rango posible de valores isotópicos para estos recursos y utilizamos los datos previamente publicados (Kochi et al. 2018, 2020).

6.2.2 Ambiente marino

6.2.2.1 Pinnípedos

Compilamos datos sobre pinnípedos del trabajo de Zangrando et al. (2014) y Nye et al. (2020). La contrastación de la hipótesis 1c, acerca de la variabilidad isotópica que introduce el conjunto de las presas marinas en comparación con los recursos terrestres, implica el agrupamiento *a priori* de múltiples taxones (Phillips et al. 2005). Por lo tanto, priorizamos la subdivisión de la muestra por criterios cronológicos, dejando de lado la

variación interespecífica entre las dos especies más representativas: los lobos marinos de dos pelos (*Arctocephalus australis*) y de un pelo (*Otaria flavescens*). La subdivisión cronológica también responde a la mayor variación en el nicho isotópico de los pinnípedos luego de la explotación industrial, en comparación con el período previo de la explotación de subsistencia (Vázquez et al. 2019; Nye et al. 2020).

Taxón	Localidad	Sitio	Capa	Cronología (cal. AP)	n	Referencias
Preindustrial						
Pinnípedos: <i>O. flavescens</i> y <i>A. australis</i>	Túnel	Túnel I	C1	2140-1690	18	Orquera y Piana (1999a)
			α	2950-2409	1	Orquera y Piana (1999a)
	Ushuaia	Ajej I	C	1430-780	6	Piana et al. (2008)
		Kaiyawoteha II	N1	680-560	7	Vázquez et al. (2018)
	Shamakush-Mischiuen	Shamakush I	D-F	1100-1000	4	Orquera y Piana (2020)
	Moat	Heshkaia 28	C	660-550	4	Alunni y Zangrando (2011)
	Bahía Valentín	BVS11	J-C15	1500-1120	2	Vidal (1985), Zangrando et al. (2009)
	Isla de los Estados	Bahía Crossley I	II-VI	3060-1310	4	Chapman (1987), Horwitz (1990)
Industrial						
<i>A. australis</i>	Túnel	Túnel VII	B	1835~1898	11	Zangrando et al. (2009)
<i>O. flavescens</i>	Bahía Thetis	Factoría Bahía Thetis	Sup.	1940~1948	109	Vázquez et al. (2019)

Tabla 6.7. Sitio y cronología de los datos isotópicos de pinnípedos compilados para esta tesis. Las referencias remiten a la publicación original sobre el sitio arqueológico.

Con respecto a las muestras previas a la explotación industrial, en el subgrupo del canal Beagle se incluyeron los siguientes sitios: Túnel I (Orquera y Piana 1999a), Ajej I (Piana et al. 2008), Kaiyawoteha II (Orquera y Piana et al. 2020) y Shamakush I (Orquera y Piana 1996). De la localidad Moat, se analizaron muestras del sitio Heshkaia 28

(Zangrando 2010). Para Península Mitre, se cuenta con ejemplares de BVS11 Bloque Tardío (Vidal 1985, Martinoli 2018). Del sitio BCI en isla de los Estados se incluyen ejemplares de la capa II y VI (Chapman 1987; Horwitz 1990).

Túnel VII cuenta con un fechado radiocarbónico y determinaciones dendrocronológicas que lo ubican hacia 1835 o 1898 (Orquera y Piana 1999a), y los análisis isotópicos se focalizaron en los lobos marinos de dos pelos (Zangrando et al. 2014). La factoría de bahía Thetis estuvo en funcionamiento entre los años 1940 y 1948. Las actividades de matanza y procesamiento, y posteriormente la acción de las mareas, generaron densas capas de huesos en los que predominan los lobos marinos de un pelo (Vázquez et al. 2019; Nye et al. 2020).

6.2.2.2 Aves

En este grupo se analizan cormoranes (*Phalacrocorax* sp.), albatros (Diomedidae) y pingüinos (*Spheniscus magellanicus*) de sitios del canal Beagle (Orquera y Piana 1999a; Tabla 6.8). Estos son Túnel II; Shamakush I; Shamakush X; Imiwaia I y Mischiuen I, de los cuales se muestrearon individuos de las capas fechadas en los últimos 2000 cal AP. Entre los tres taxones mencionados no hay diferencias significativas en los valores de $\delta^{13}\text{C}$, pero sí en $\delta^{15}\text{N}$ (Kochi et al. 2018). En reconstrucciones paleodietarias previas, se ha podido identificar la proporción de consumo de albatros en intervalos suficientemente acotados (Kochi 2017).

Taxón	Localidad	Sitio	Capa	Cronología (cal. AP)	n	Referencias
<i>Phalacrocorax</i> sp.	Túnel	Túnel II	B	1184-786	8	Orquera y Piana (1999a)
	Shamakush-Mischiuen	Shamakush I	D	2101-1538	3	
<i>Spheniscus magellanicus</i>	Shamakush-Mischiuen	Mischiuen I	C (superior e inferior)	932-649	5	
		Shamakush I	D	2101-1538 y 1303-905 (techo capa D)	3	
		Shamakush X	E	1433-970	2	
Diomedidae	Imiwaia	Imiwaia I	B	1582-1179	4	
	Shamakush-Mischiuen	Shamakush I	C-D		3	

Tabla 6.8. Sitio y cronología de los datos isotópicos de aves compilados para esta tesis. Las referencias remiten a la publicación original sobre el sitio arqueológico.

6.2.2.3 Peces

Las muestras analizadas por Zangrando et al. (2016) y Nye et al. (2020) corresponden a merluzas de cola (*Macruronus magellanicus*), peces sierra (*Thyrssites atun*) y sardinas (*Sprattus fuegensis*) y *Merluccius* sp. Estas son especies pelágicas o demersales que provienen de los sitios Túnel I, Imiwaia I y Shamakush I (Tabla 6.9). Como referencias de especies litorales se incluyen doraditos (*Paranotothenia magellanica*) y *Patagonotothen* sp., procedentes del sitio Shamakush I.

Los individuos de *Merluccius* sp. son del Holoceno medio, pero son incluidos para el análisis ya que no se detectaron diferencias isotópicas significativas en comparación con los especímenes modernos (Zangrando et al. 2016).

Taxón	Localidad	Sitio	Capa	Cronología (cal. AP)	n	Referencias
<i>Macruronus magellanicus</i>	Túnel	Túnel I	C	4987-4566 a 2013-1691	2	Orquera y Piana (1999a)
<i>Thyrssites atun</i>	Shamakush-Mischiuen	Shamakush	D y sondeo 6	2101-1538	2	
	Imiwaia	Imiwaia I	B	1582-1179	9	
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia	Imiwaia I	D		4	
					15	

Tabla 6.9. Sitio y cronología de los datos isotópicos de peces compilados para esta tesis.

Las referencias remiten a la publicación original sobre el sitio arqueológico.

6.2.5 Moluscos

La única especie de molusco que se incluye es el mejillón (*Mytilus edulis*). Hay 15 especímenes modernos procedentes de tres sectores costeros de la Estancia Túnel: a) 54°48'23.25"S 68°13'10.07"O, b) 54°49'7.13"S 68°11'6.60"O y c) 54°49'1.03"S 68°11'55.37"O (Kochi et al. 2018). Los valores están corregidos por +1,2 ‰ considerando el efecto Suess marino (Misarti et al. 2009). El procedimiento se detalla en la sección correspondiente de "Análisis de isótopos estables".

6.3 Muestras de agua

Se muestrearon diez cursos permanentes de agua del tramo central y oriental de la costa norte del canal Beagle durante el mes de febrero del 2020 (Figura 6.20). Además, en marzo del 2021 se tomó una muestra de un río que desemboca en la caleta Lacroix en Isla de los Estados; en enero del 2022, una muestra de río Bueno sobre la costa norte de Península Mitre. El criterio principal de muestreo fue la accesibilidad a los ríos colectores de cuenca en un sentido longitudinal O-E sobre la costa sur de Tierra del Fuego, como una primera aproximación a la distribución espacial de las relaciones $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ en las fuentes de agua dulce. El segundo criterio fue la selección de ríos con diferencias en su aporte hídrico, los que se resumen en la Tabla 6.10. De manera exploratoria se efectuó un muestreo latitudinal, realizado en julio del 2020 donde se muestrearon los ríos Ewan norte y Chico por ubicarse en áreas separadas por las isohietas con montos progresivamente menores de precipitación a la costa sur de la isla.

Para el muestro se utilizaron botellas plásticas de 100 ml con doble tapa a rosca y presión. Se enjuagó cada botella dos veces sumergiéndola en el cuerpo de agua. Luego se las llenó de agua hasta el tope y se guardaron a temperatura ambiente ($\sim 24\text{ }^{\circ}\text{C}$).

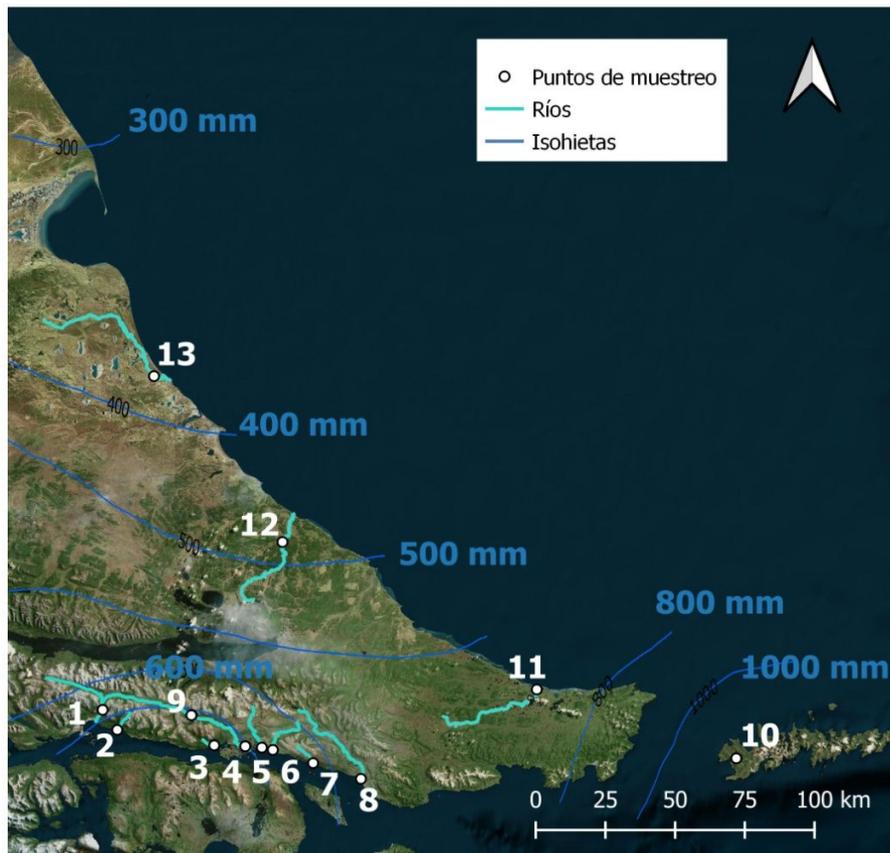


Figura 6.20. Ubicación de los puntos de muestreo de aguas superficiales. Referencias: 1- Río Olivia, 2-Río Encajonado, 3-Río Almanza, 4-Río Lasifashaj, 5- Río Varela, 6-Río

Cambaceres, 7-Río Chico, 8-Río Moat, 9-Laguna Victoria, 10-Isla de los Estados. 11-Río Bueno, 12-Río Ewan, 13-Río Chico.

Río	Aporte
Olivia	Cuencas interiores de la Cordillera Fueguina, con emisarios lacustres y de glaciares de circo.
Encajonado y Almanza	Aporte de las laderas y valles de altura de las Sierras Sorondo.
Lasifashaj, Varela y Cambaceres	Cuencas interiores por valles con numerosas turberas. Aporte de tributarios desde los valles de altura, algunos originados en glaciares de circo.
Chico y Moat	Cuencas ocupadas por extensos y potentes turbales con numerosas charcas superficiales. Recogen el agua de la precipitación y fusión de nieve de la porción más oriental de la Cordillera Fueguina.
Bueno	Las turberas son el principal almacenaje y sistema de regulación.
Río sin nombre en Caleta Lacroix	Aporte de las precipitaciones y el almacenaje de las turberas.
Chico (vertiente atlántica) y Ewan	Carácter alóctono; aportes de las precipitaciones.

Tabla 6.10. Características de los aportes hídricos de los ríos muestreados.

Referencias: Coronato et al. (2017).

6.4 Metodología de análisis de isótopos estables

6.4.1 Extracción de colágeno y bioapatita ósea

En este trabajo se sigue el procedimiento utilizado en investigaciones previas del Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS/CONICET-UBA; Tessone 2010). Este es similar a las técnicas más simples y económicas desarrolladas en otros laboratorios (Lee-Thorp et al. 1989; Schoeninger et al. 1989). Para huesos en buen estado este

protocolo es suficiente, ya que no genera diferencias significativas en las mediciones de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en comparación con otros métodos más demandantes (Sealy et al. 2014).

Para analizar cada espécimen óseo se necesita solo 0,3-0,1 g de muestra, por lo que se emplea una sierra pequeña y un torno con disco cortante para seccionarlos. El paso siguiente en la preparación de las muestras es la limpieza mecánica. Se utilizan un torno con punta abrasiva y papel de lija para remover las sustancias adheridas y el hueso esponjoso, que puede contener residuos en su red trabecular. Cada muestra se coloca en un vaso de precipitados rotulado y se vierte agua destilada para realizar baños de ultrasonido. La muestra se seca en un horno a baja temperatura (<50°C) y luego se pesa cada fragmento con una balanza. Como se desarrollará más adelante, esta variable permite calcular el rendimiento de colágeno, uno de los criterios de control de la muestra (van Klinken 1999). Hasta aquí el procedimiento es el mismo para ambas fracciones: en los pasos siguientes se utilizan reactivos diferentes.

En el caso del colágeno, la desmineralización se realiza con ácido clorhídrico (HCl) muy diluido al 0,5 % (Sealy et al. 2014). El ácido se cambia cada 48 horas unas 17 veces en promedio; como en este paso se elimina la fracción inorgánica del hueso, se puede cortar la muestra con bisturí en fragmentos muy pequeños. Tras enjuagarlos en agua destilada se eliminan compuestos orgánicos postdepositacionales con hidróxido de sodio (NaOH) al 0,125 % durante 24 horas. Se enjuaga una vez más en agua destilada y se seca en un horno a 40°C.

El producto resultante se pesa con la balanza; este peso final es la otra variable con la que se calcula el rendimiento de colágeno. Por último, se coloca un fragmento de colágeno en una cápsula de estaño. Este se pesa con una balanza de precisión, si tiene aproximadamente 400 μg se cierra la cápsula y se concluye la preparación de la muestra.

La extracción de bioapatita ósea fue realizada en el Environmental Isotope Laboratory de la Universidad de Arizona. Los carbonatos diagenéticos y no estructurales se remueven con ácido acético al 0,2 molar durante 2 horas. No se remueve la materia orgánica, ya que no reacciona con el ácido fosfórico.

6.4.2 Preparación de las muestras de agua

Los materiales en suspensión en las botellas de agua se retiraron mediante filtrado con papel. Luego, las aguas se cargaron en viales de vidrio de 2 ml.

6.4.3 Medición de las relaciones isotópicas

Las mediciones de las relaciones isotópicas de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ y $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ en la bioapatita se realizaron en el Environmental Isotope Laboratory de la Universidad de Arizona. Está equipado con un dispositivo para carbonatos KIEL-III acoplado a un espectrómetro de masas de relaciones isotópicas Finnigan MAT 252. Las relaciones $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ y $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ en el

colágeno óseo se analizaron en el INGEIS. Este cuenta con un analizador elemental Carlo Erba EA1108, conectado a un espectrómetro de masas de flujo continuo Thermo Scientific Delta V Advantage a través de una interfaz Thermo Scientific ConFlo IV (Figura 6.20). Finalmente, las relaciones isotópicas de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ en el agua se analizaron en el Laboratorio de Hidrogeoquímica e Hidrología isotópica de la Universidad Nacional de Mar del Plata, con un equipo de espectroscopía láser Liquid–Water Isotope Analyzer DLT-100 LGR. Una sola muestra de agua, del río Bueno, se analizó con un espectroscopio láser Picarro L2130-I recientemente adquirido por el INGEIS.



Figura 6.20. Equipo disponible en INGEIS para la medición de valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en materia orgánica.

Los resultados son expresados como la relación entre el isótopo pesado sobre el liviano — $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ y $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ — en valores de desviación isotópica $\delta\%$ (Bond y Hobson 2012). Este indica en cuánto se desvía la relación entre isótopos pesados y livianos de la muestra analizada (R_{muestra}) con respecto a la misma relación en un estándar internacional previamente definido (R_{standard}). Para el carbono y el oxígeno en carbonatos se utiliza el estándar internacional VPDB; VSMOW para oxígeno en aguas y AIR para el nitrógeno. Siguiendo este tipo de notación, la desviación isotópica se calcula como:

$$\delta^j = \frac{(j\text{X}/i\text{X})_{\text{muestra}}}{(j\text{X}/i\text{X})_{\text{standard}}} - 1$$

iX es el isótopo pesado y jX el isótopo liviano; por ejemplo ^{15}N y ^{14}N , respectivamente (Bond y Hobson 2012).

Sin embargo, la normalización de los valores δ en el laboratorio se realiza con los estándares internos: en el INGEIS se utilizan la cafeína, el azúcar y el colágeno TRACE. La cafeína y el azúcar fueron calibrados para $\delta^{13}C$ con los patrones secundarios L-SVEC, NBS-19 y NBS-22. El colágeno se calibró para $\delta^{15}N$ con los patrones secundarios IAEA N1 y IAEA N2. La incertidumbre de $\pm 0,2$ ‰ se estimó a partir de la desviación estándar histórica (más de 100 valores) de la cafeína y el colágeno TRACE, redondeada a 0,2 como factor de seguridad.

6.4.4 Criterios de control de la muestra

Antes de realizar cualquier interpretación paleodietaria, se debe confirmar que los valores isotópicos sean los primarios y descartar los que hayan sido alterados por procesos postdepositacionales como la contaminación y/o degradación. Para la fracción orgánica, en este trabajo se siguen los criterios generales presentados por van Klinken (1999).

Uno de los indicadores químicos es el peso del colágeno obtenido en relación con el hueso total. Si el rendimiento es menor al 1 %, esto indica una pérdida importante de colágeno y se rechaza la muestra.

Otros parámetros de control son los datos elementales. En colágeno moderno, el contenido de carbono (%C) es de aproximadamente 15,3 % a 47,5 % y entre 5,5 % a 17,3 % de nitrógeno (% N) del peso (Ambrose 1990; Jørkov et al. 2007). Valores superiores indican adición de sustancias orgánicas y si son inferiores, de sustancias inorgánicas. De las variables mencionadas deriva la relación atómica C/N⁵⁵. El rango más usual es entre 2,9-3,6 (DeNiro 1985). Fuera de este intervalo se excluye la muestra analizada.

Los criterios de evaluación de las mediciones isotópicas sobre el carbonato de la bioapatita ósea son sumamente debatidos, pero se concuerda en que no hay una relación unívoca entre procesos diagenéticos y el estado del hueso a nivel molecular (Hedges 2002). En este trabajo se recurre a la coherencia de mediciones isotópicas obtenidas como parte de los criterios de control (Kohn y Cerling 2002), aprovechando también el conocimiento previo del grado de variación de la distribución natural de los isótopos en el área de estudio (Kochi et al. 2018; 2020). Si bien los procesos de diagénesis actúan de forma diferenciada en las fracciones del hueso, los análisis de France et al. (2020) en cierta

⁵⁵ La fórmula se realiza considerando el número másico de los elementos: $C/N = (\%C/12) / (\%N/14)$. En una muestra hipotética con un %C=43 y %N=15, la relación C/N es de 3,3 (Panarello et al. 2021).

medida sustentan el uso de las medidas de preservación de colágeno para descartar muestras óseas con bioapatita muy alterada.

6.4.5 Efecto Suess

Mencionamos que el CO₂ atmosférico tiene un valor promedio de $\delta^{13}\text{C} = -8,4 \text{ ‰}$ desde el 2014 (Keeling et al. 2017) y continúa decreciendo por la adición de productos empobrecidos de la quema de combustibles fósiles. Por este fenómeno, conocido como efecto Suess, las comparaciones entre muestras prehistóricas de fauna y flora terrestre, y las posteriores a la Revolución Industrial (ca. 1850) requieren correcciones en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ (Friedli et al. 1986, Bauska et al. 2015).

Consideramos que los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ de las muestras humanas en el bloque temporal 1500-1850 no requieren ser corregidas por efecto Suess. La mediana de la distribución de los fechados calibrados indica una fecha de muerte previa a 1850, que es cuando inicia el patrón de cambio en la composición isotópica del CO₂ atmosférico (Bauska et al. 2015; Figura 6.21). Asimismo, durante este período, la magnitud del efecto Suess es relativamente baja (Figura 6.21) Lo mismo puede plantearse para el bloque temporal de restos humanos posteriores a 1850, ya que solo a partir del siglo XX el efecto Suess supera al error analítico de medición de las relaciones isotópicas. Pero como algunos individuos están fechados de forma relativa, basados en objetos asociados, incluimos una comparación estadística con el valor $\delta^{13}\text{C}$ corregido en +0,5 ‰ para estos casos. Esto supone la fecha de muerte más reciente y la máxima variación posible en las relaciones isotópicas del carbono en comparación con los individuos prehistóricos.

La situación es diferente para las muestras modernas de plantas y guanacos que fueron recolectadas después de 1960. En estos casos corregimos el valor de $\delta^{13}\text{C}$ de la muestra de acuerdo al año de recolección —o promedio de la década si no se conoce la fecha exacta— a partir de los datos compilados por Keeling et al. (2017).

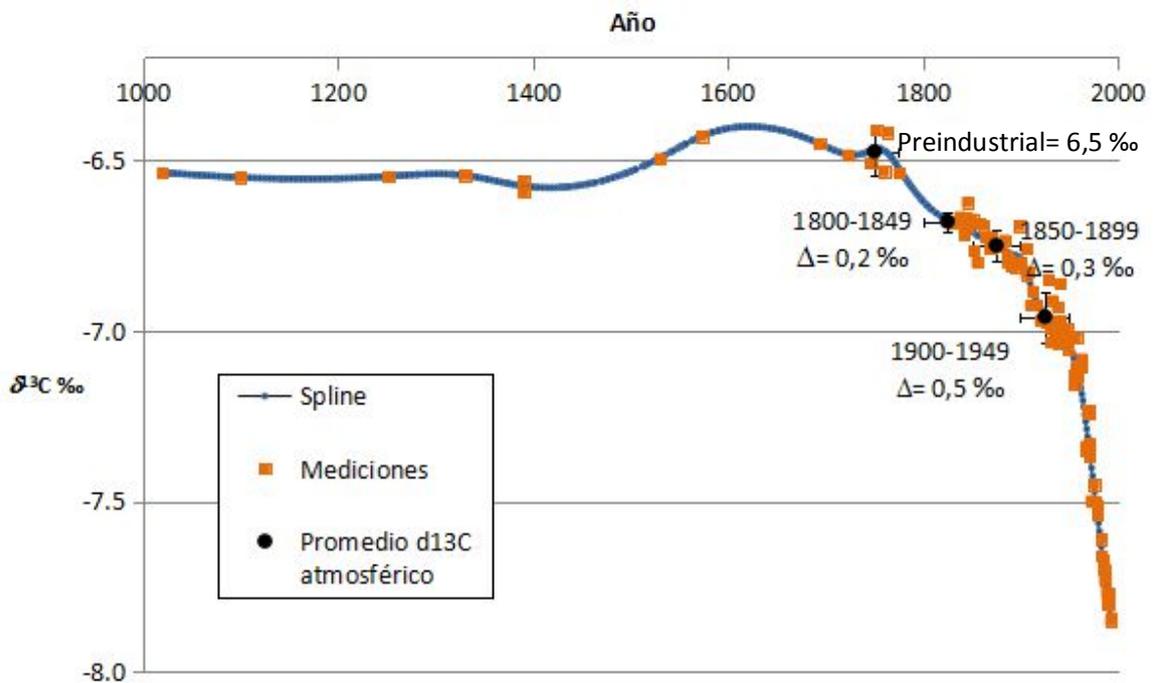


Figura 6.21. $\delta^{13}\text{C}$ ‰ del CO_2 atrapado en núcleos de hielo y firn de Law Dome, Antártida. Referencia: Rubino et al. (2019)

Seguimos una estrategia similar para las muestras marinas. Tomando como referencia el modelo de Misarti et al. (2009), la magnitud del efecto Suess en 1950 es de -0.2 ‰ (Figura 6.22). Esta sería la fecha de muerte más reciente para los lobos marinos de la factoría de bahía Thetis, y si son más antiguos podrían estar aún menos influenciados por el efecto Suess; por lo que no sumamos ningún factor de corrección a los valores de $\delta^{13}\text{C}$. Sí corregimos los valores de $\delta^{13}\text{C}$ medidos sobre el músculo de los mejillones recolectados en el año 2013 con la siguiente ecuación (Misarti et al. 2009: 1143):

$$\text{Factor de corrección} = a * \exp(b * 0.027)$$

La variable $a = -0,015$ ‰ es la máxima tasa anual de decrecimiento de $\delta^{13}\text{C}$ debido al efecto Suess en la zona subantártica (McNeil et al. 2001, Hilton et al. 2006). La variable b deriva del año de muerte del animal menos 1850 (en este caso $b=163$). Entonces, el factor de corrección para los mejillones es $+1,2$ ‰.

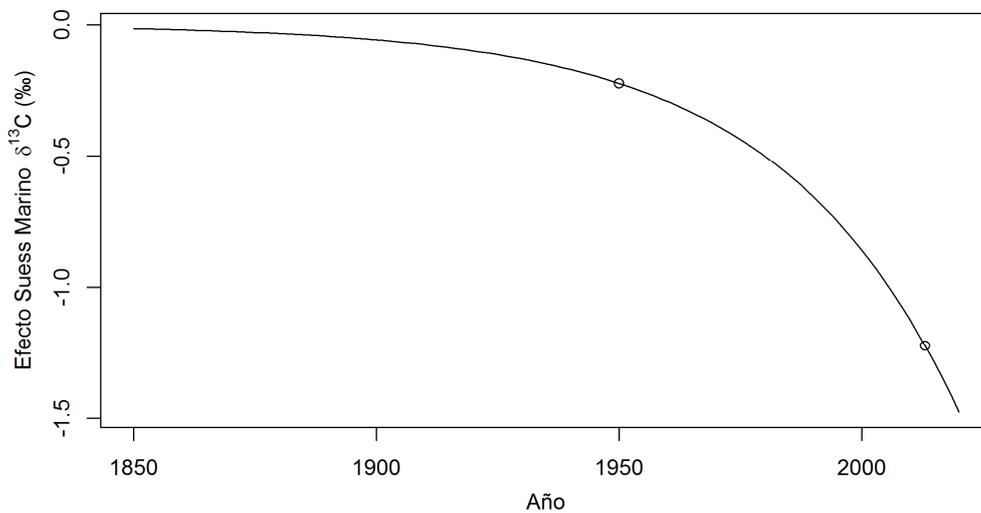


Figura 6.22. Efecto Suess Marino modelado a partir de Misarti et al. (2009). Los puntos corresponden a la fecha de muerte de los animales marinos modernos que se analizaron isotópicamente.

6.4.6 Modelos y programas

Para cada marcador isotópico — $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}$ — se realizan análisis de estadística descriptiva en relación con las variables categóricas relevantes para las hipótesis. Esto permite describir tendencias generales en los datos y excluir observaciones atípicas que pueden sesgar fuertemente los análisis posteriores. Se emplean los programas PAST (Hammer et al. 2001) y R (R Core Team 2020).

6.4.6.1 Ecología isotópica

Las hipótesis 1a y 1b sobre los recursos terrestres se ponen a prueba con un análisis de la varianza de un factor (ANOVA) y prueba de Tukey. El objetivo es determinar si existen diferencias en las medias poblacionales de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de los guanacos que habitaron distintos sectores de la costa sur de Tierra del Fuego. Se tratan como variables independientes a los sectores de procedencia de las muestras de guanacos: canal Beagle, Moat y Península Mitre. Los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas en todos los casos se evalúan con la prueba de Shapiro-Wilks y Levene, respectivamente (Quinn and Keough 2002). El nivel de significación para todas las pruebas se establece en $\alpha = 0,05$. Si bien para las reconstrucciones paleodietarias se agrupan todos los guanacos en una única fuente de presas terrestres, la contrastación de esta hipótesis permite ajustar las interpretaciones en relación con las variaciones en la línea de base terrestre.

Con respecto a la hipótesis 1c, acerca de la variabilidad isotópica en el conjunto de los animales marinos en comparación con los terrestres, utilizamos el nicho isotópico

como herramienta analítica (Newsome et al. 2007). Estos nichos isotópicos se refieren a la posición que ocupan los individuos en un gráfico bivariado con los marcadores isotópicos como ejes —en este caso, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ — y pueden graficarse como elipses estándar corregidas (SEAc) mediante el paquete Stable Isotope Bayesian Ellipses in R (SIBER, Jackson et al. 2011). La representación gráfica con las SEAc abarca aproximadamente al 40 % de las observaciones y corrigen el sesgo relacionado con el tamaño de la muestra (Figura 6.23). El área de las elipses, expresadas en $\% ^2$, cuantifica la amplitud o tamaño de la elipse del conjunto de recursos marinos vs. terrestres. Es una métrica elaborada a partir de datos bivariados, análoga a la desviación estándar para datos univariados (op.cit).

La comparación de la variabilidad isotópica de estos dos grupos de recursos se refuerza a través de las elipses estándar bayesianas (SEAb). Se crean 10000 elipses estándar mediante iteraciones y nos informan sobre sus áreas, asociadas a distribuciones de probabilidades (Figura 6.23; Jackson et al. 2011). Luego, se puede calcular qué proporción de elipses de uno de los grupos —por ejemplo, de los recursos marinos— es más grande que la elipse de los recursos terrestres⁵⁶:

- Si los grupos de recursos tienen una variabilidad isotópica similar, y por ende tamaños similares de elipses, la proporción se acerca a 0,5.
- Si el grupo de recursos marinos siempre tiene un tamaño mayor de elipses que el grupo de recursos, la proporción es 1. En caso contrario, la proporción se acerca a 0.

En términos de Szpak et al. (2019), estas proporciones se interpretan de forma cualitativa, en el sentido de que no son equivalentes al valor p asociado a la contrastación de una hipótesis.

⁵⁶ La suma del n° de casos en los que SEAb de recursos marinos > SEAb de recursos terrestres, dividido por el número de iteraciones. La pregunta se puede invertir cambiando la expresión del numerador (SEAb de recursos marinos < SEAb de recursos terrestres).

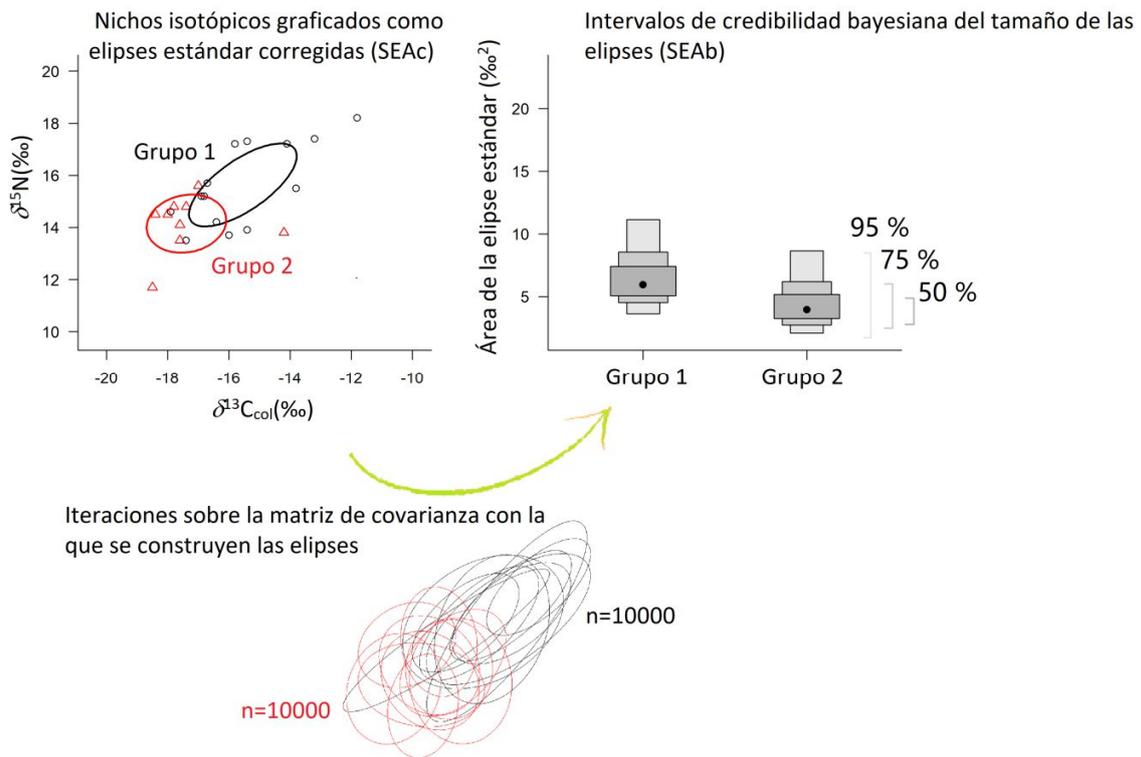


Figura 6.23. Ilustración de las elipses estándar corregidas (SEAc) y los intervalos de credibilidad asociadas a las elipses bayesianas (SEAb). Los diagramas de cajas indican cuál es la probabilidad de que el área (‰^2) de la elipse estándar de un grupo tome un determinado valor.

Los valores de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$ sobre las muestras de agua superficial se comparan con dos sets de datos sobre precipitaciones. Se dispone de la serie de mediciones 1981-2002 de Ushuaia en *Global Network of Isotopes in Precipitation* (IAEA/WMO 2019) y los valores predecidos por el programa *Online Isotopes in Precipitation Calculator* (Bowen 2018). Este procedimiento nos permite evaluar, de manera exploratoria, los aportes a los ríos y las variaciones entre los diferentes cursos. Luego se testea la hipótesis 1d, sobre la relación entre la longitud de la coordenada del punto de muestreo y los valores de $\delta^{18}\text{O}$, con un test de correlación. Los resultados constituirán el marco de referencia para los análisis de $\delta^{18}\text{O}_c$ sobre los restos óseos.

6.4.6.2 Variación intergrupala

Sobre las interacciones de los habitantes con el ambiente, hemos propuesto analizar la variación del nicho isotópico por sector geográfico de procedencia de los restos óseos: el canal Beagle por un lado, y Península Mitre e isla de los Estados como otra

unidad. Para la caracterización de los nichos isotópicos utilizamos tres métricas definidas por Layman et al. (2007):

- El rango $\delta^{15}\text{N}$. Es la distancia entre el valor máximo y mínimo de $\delta^{15}\text{N}$ por grupo. Permite caracterizar la diversidad trófica; en otros términos, si hay mucha diferencia de niveles tróficos entre consumidores que proceden de un mismo sector geográfico.
- El rango $\delta^{13}\text{C}$. Es análogo al anterior, pero en referencia a la diversidad de las fuentes de carbono en la base de la red trófica.
- La extensión total del nicho isotópico. Es un *proxy* de la diversidad total de la red trófica. Asimismo, a partir de su posicionamiento en relación con las elipses definidas por otros grupos, se pueden describir las interacciones intergrupales (Hermes et al. 2018).

Esta última métrica se obtiene a partir de la superficie de una elipse estándar corregida (SEAc), generada mediante el paquete SIBER (ver sección 6.4.6.1; Jackson et al. 2011). Incluye aproximadamente al 40 % de los individuos de cada grupo. Se diagraman sobre el gráfico de dispersión de los datos $\delta\text{‰}$ (también denominado δ -plot; Newsome et al. 2007). Los ejes del gráfico corresponden a las dimensiones de los nichos en los que queremos evaluar la diferenciación: principalmente la dieta total en relación con la macroescala de la movilidad ($\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ vs. $\delta^{18}\text{O}_c$); y esta última también en relación con el nivel trófico ($\delta^{15}\text{N}$ vs. $\delta^{18}\text{O}_c$).

En cuanto a las comparaciones intergrupales, se analiza el tamaño y la superposición entre las elipses estándar bayesianas (SEAb; Jackson et al. 2011). El tamaño se calcula para elipses que abarcan el 40 % de las observaciones de cada grupo, iteradas 10000 veces como se presenta en la figura 6.23. El cálculo para la superposición sigue un procedimiento similar. Pero utilizamos el paquete nicheROVER (Swanson et al. 2015), ya que la interpretación de la superposición de los nichos isotópicos es más sencillo que con el SIBER. El nicho isotópico (o región de nicho, como se denomina en el paquete) es una región específica del espacio con n dimensiones⁵⁷, en donde se encuentra un individuo de la especie A con un 95 % de probabilidades. Si estamos estudiando la superposición del nicho isotópico entre un grupo A y B, la superposición se calcula como la probabilidad de encontrar un individuo A en el nicho del grupo B y viceversa. Como también utiliza el enfoque bayesiano, esta probabilidad se expresa en forma de distribuciones.

⁵⁷ Las dimensiones dependen de la cantidad de marcadores isotópicos utilizados. El SIBER trabaja con 2 dimensiones ya que analiza hasta 2 marcadores isotópicos en simultáneo, mientras que el paquete nicheROVER permite incorporar más marcadores en simultáneo. En cuanto a la sencillez de la interpretación, el SIBER tiene diversas maneras de expresar el área de la superposición de las elipses, según las áreas elegidas como numerador y denominador; este es un aspecto que puede dificultar la comparación entre diferentes trabajos cuando no hay consenso sobre cuál sería la métrica más adecuada.

El conjunto de métricas de rango de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$, tamaño de SEAc, SEAb y superposición nos permiten evaluar la hipótesis 2: que los cazadores-recolectores que habitaron distintos sectores geográficos de la costa meridional de Tierra del Fuego, durante el Holoceno tardío, se diferencian en el uso del hábitat y la macroescala de la movilidad para evitar la competencia por recursos similares.

Finalmente, la hipótesis 3 postula variaciones cronológicas en la dieta no proteica; pero en baja intensidad hasta mediados del siglo XIX, en los individuos hallados en las cercanías de los establecimientos religiosos y ganaderos de la costa sur de Tierra del Fuego. En cambio, las pautas previas de aprovisionamiento y consumo de recursos proteicos entre los individuos prehistóricos y los de momentos postcontacto se mantendrían hasta los inicios del siglo XX. A partir de la consideración de las fuentes escritas, la calibración de los fechados radiocarbónicos y los objetos asociados a los entierros, se clasificaron los individuos en 3 bloques temporales (Tabla 6.5):

- Precontacto (n=6)
- Postcontacto inicial (n=5) entre los años 1580-1855
- Postcontacto tardío (n=31) desde el año 1856 en adelante

Entonces, las tendencias cronológicas en el consumo de recursos proteicos y energéticos se analizan con un ANOVA y prueba de Tukey para cada marcador isotópico entre los 3 bloques temporales mencionados. El objetivo es determinar si existen diferencias en las medias poblacionales de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ entre los diferentes períodos definidos. Se predice que hay variaciones significativas en la dieta total, las que se reflejan en la media poblacional de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ entre los 3 bloques. Esta variación sería de mayor magnitud en el bloque más tardío. En cambio, no se esperan diferencias entre las medias de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$, ya que están más sesgadas hacia el componente proteico de la dieta.

Para complementar los análisis univariados, las tendencias en la dieta no proteica se examinan también con el modelo multivariado propuesto por Froehle et al. (2012). A partir de las mediciones isotópicas de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en 158 individuos de ocho poblaciones prehistóricas, dicho modelo define cinco clusters. Sus composiciones dietarias se conocen por la comparación con datos isotópicos de animales bajo dietas controladas y por otras líneas de evidencia (Kellner y Schoeninger 2007). De esta misma base de datos se generan funciones discriminantes que clasifican nuevos individuos en los cinco grupos. Para cada individuo se obtienen puntajes F1 y F2 reemplazando sus valores isotópicos en las siguientes funciones:

$$F1 = 0,322 \cdot \delta^{13}\text{C}_{\text{apa}} + 0,727 \cdot \delta^{13}\text{C}_{\text{col}} + 0,219 \cdot \delta^{15}\text{N} + 9,354$$

$$F2 = -0,393 \cdot \delta^{13}\text{C}_{\text{apa}} + 0,133 \cdot \delta^{13}\text{C}_{\text{col}} + 0,622 \cdot \delta^{15}\text{N} - 8,703$$

Estos puntajes son las coordenadas de cada individuo en un gráfico bivariado, en donde se clasifican con respecto a “cajas” que delimitan los valores extremos para cada cluster: 1) 100 % proteínas C₃, energía 100 % C₃; 2) > 50 % proteínas C₄, energía 30 % C₃ y 70 % C₄; 3) proteína marina, energía 50 % C₃ y 50 % C₄; 4) ≥ 65 % proteínas C₃, energía 70 % C₃ y 30 % C₄; 5) ≥ 65 % proteínas C₃, energía 30 % C₃ y 70 % C₄ (Froehle et al. 2012). En este contexto, el mayor potencial del modelo estaría en la capacidad de distinguir el aporte cuantitativo entre la energía C₃ y C₄; estas últimas en el contexto se interpretan como correspondientes a las grasas marinas, porque tienden a valores de $\delta^{13}\text{C}$ más altos que los de animales terrestres (Heron et al. 2013).

No obstante, Zhu y Sealy (2019) hacen una crítica acertada cuando señalan que la categoría de “recursos enriquecidos en ^{13}C ” es muy diferente a “recursos C₄”. Este punto es crucial, porque durante el bloque temporal más tardío se espera un consumo frecuente de azúcar. Por ello, prestamos especial atención a los individuos que se ubiquen por fuera de los clusters del modelo multivariado, porque indicarían dietas diferentes a los identificados por Froehle et al. (2012).

6.4.6.3 Variación interindividual

Carbono y nitrógeno

En principio caracterizamos la variación isotópica para cada marcador ($\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$) en los individuos adultos agrupados como masculinos o femeninos. Para ello empleamos medidas de tendencia central, de dispersión y forma de la distribución, así como diagramas de caja e histogramas.

Como el tamaño de la muestra de subadultos es chica (n=9), solo subdividimos la muestra según las categorías de edad mencionadas en la sección 6.1 (Scheuer y Black 2004): neonato, infante, niño y juvenil. Lugo comparamos sus valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$ en relación con la media adulta femenina y masculina (Reynard y Tuross 2015).

Finalmente, la variación interindividual en la dieta para el total de la muestra se analiza a través de la reconstrucción paleodietaria con modelos de mezcla bayesianos, mediante el programa FRUITS (Fernandes et al. 2014). Los parámetros básicos del modelo son los siguientes:

1) Dependiente del factor de discriminación

Las ecuaciones que describen la relación entre la composición isotópica de las fracciones óseas y los macronutrientes de la dieta son las siguientes (Fernandes 2016; Soncin et al. 2021).

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}} = 10,1 + 0,5 \cdot \delta^{13}\text{C}_{\text{proteína dieta}} + 0,5 \cdot \delta^{13}\text{C}_{\text{energía dieta}}, \text{ incerteza } \pm 1,3 \text{ ‰}$$

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}} = 4,8 + (0,74 \pm 0,04) \cdot \delta^{13}\text{C}_{\text{proteína dieta}} + (0,26 \pm 0,04) \cdot \delta^{13}\text{C}_{\text{energía dieta}}, \text{ incerteza } \pm 0,5 \text{ ‰}$$

$$\delta^{15}\text{N}_{\text{colágeno}} = 5,5 + \delta^{15}\text{N}_{\text{proteína dieta}}, \text{ incerteza } \pm 0,5 \text{ ‰}$$

La incerteza para $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ es el desvío estándar de los valores de $\Delta^{13}\text{C}_{\text{apa-dieta total}}$ en cerdos con dietas experimentales (Howland et al. 2003; Warinner y Tuross 2009). Su magnitud es mayor que la observada en los ratones, posiblemente relacionado con un efecto del tamaño del cuerpo (Fernandes 2016). La incerteza para $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ abarca los factores de discriminación de $\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-dieta total}}$ en cerdos, cuya dieta controlada comprende entre un 25 % y 50 % de proteínas de origen marino (Webb et al. 2017). Dicho rango también incluye el promedio de $\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-dieta total}}$ estimado para humanos (Hedges et al. 2009). En este mismo sentido, la incerteza para $\delta^{15}\text{N}_{\text{colágeno}}$ está en consonancia con los factores de discriminación $\Delta^{15}\text{N}_{\text{col-dieta total}}$ observados para humanos (O'Connell et al. 2012; Hedges et al. 2009).

Por otra parte, en los recursos se utilizan los factores de colágeno a músculo para la fauna sugeridos por Fernandes (2016), Fernandes et al. (2014) y Soncin et al. (2021), los que consideramos coherentes con los estudios experimentales y de campo más recientes (Webb et al. 2016, 2017, Bownes et al. 2017). De colágeno a lípidos se aplican factores diferentes según el recurso, considerando que la fauna presenta un contenido variable de grasa en el cuerpo.

$$\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-músculo}} = -2 \text{ ‰}, \Delta^{15}\text{N}_{\text{col-músculo}} = 0 \text{ ‰}$$

$$\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-lípidos}} = -8 \text{ ‰ para herbívoros, aves y pinnípedos}$$

$$\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-lípidos}} = -7 \text{ ‰ para peces y mejillones}$$

$$\Delta^{13}\text{C}_{\text{vegetal total-proteínas}} = -2 \text{ ‰}, \Delta^{13}\text{C}_{\text{vegetal total-carbohidratos}} = +0,5 \text{ ‰}$$

2) Dependiente de las concentraciones

Este parámetro se refiere a la cantidad relativa de proteínas y lípidos en los músculos de los animales, expresado como peso seco normalizado para cada alimento (Fernandes et al. 2015). Las concentraciones (Tabla 6.11) se calculan a partir de tablas nutricionales y mediante las fórmulas⁵⁸ indicadas por Nakamura et al. (1982) y Morrison et al. (2000).

⁵⁸ Wt% proteína = $(0,524 \cdot \text{PRO}) / (0,524 \cdot \text{PRO} + 0,444 \cdot \text{CHO} + 0,768 \cdot \text{LÍP})$

Wt% energía = $(0,444 \cdot \text{CHO} + 0,768 \cdot \text{LÍP}) / (0,524 \cdot \text{PRO} + 0,444 \cdot \text{CHO} + 0,768 \cdot \text{LÍP})$

PRO, LÍP y CHO son los gramos presentes de proteínas, lípidos y carbohidratos en 100 g de un tipo de alimento.

Animal	Peso normalizado (wt%)		Referencias
	Proteína	Energía	
Guanaco	80	20	USDA 35162 Caribou, hind quarter meat, raw
Lobo marino	46	54	USDA 35230 Sea lion, Steller, meat with fat
Aves	88	12	Keene 1985
Peces	80	20	
Mejillón	81	19	Orquera 1999
Plantas	32	68	USDA 35063 Rhubarb, wild, leaves
Marino	74	26	Promedio de los valores para aves, peces, mejillones y lobo marino

Tabla 6.11. Concentraciones de macronutrientes en cada recurso, expresados en peso normalizado.

En el agrupamiento de los recursos se sigue un criterio *a priori* (Phillips et al. 2005), integrando los taxones en cuatro grupos para estimar su consumo: 1) guanacos; 2) plantas (todas las especies de pastos y arbustos excepto líquenes); 3) marinos (pinnípedos, mejillones, pingüinos, cormoranes y peces) y 4) albatros. Este modelo fue utilizado en un trabajo anterior (Kochi 2017) con buenos resultados en la distribución posterior de probabilidades –relativamente acotados e informativos–. Se promedian los recursos similares en sus valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, y como medida de la incerteza se ingresa un desvío estándar. Los recursos no se separan por sector geográfico, a menos que los datos de $\delta^{18}\text{O}_c$ en humanos sugieran lo contrario. Las variaciones en los recursos terrestres, en caso de corroborar las hipótesis 1a y 1b, se consideran en las interpretaciones posteriores. Mantenemos el mismo criterio para la cronología de los materiales faunísticos; en las reconstrucciones paleodietarias promediamos el total de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ disponibles para la fauna, ya que la gran mayoría de los individuos no cuentan con información cronológica. En este escenario, es más parsimonioso considerar la mayor variación isotópica posible en los recursos a estimar.

Oxígeno

En el capítulo 2 señalamos que la comparación entre los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ en hueso y los valores $\delta^{18}\text{O}_w$ de las fuentes de agua disponibles requieren una serie de conversiones. Pero excepto para la relación entre las escalas VPDB y VSMOW (Coplen et al. 1983), hay más de una ecuación publicada para cada conversión: de $\delta^{18}\text{O}_c$ a $\delta^{18}\text{O}_p$ y este último a $\delta^{18}\text{O}_{dw}$. Para el primer paso seleccionamos la ecuación de Chenery et al. (A; 2012) y Iacumin et al. (B; 1996):

$$\text{A) } \delta^{18}\text{O}_p = 1,0322 \cdot \delta^{18}\text{O}_c - 9,6848$$

$$\text{B) } \delta^{18}\text{O}_p = 0,98 \cdot \delta^{18}\text{O}_c - 8,5$$

Para el segundo paso utilizamos las siguientes ecuaciones: C) la de Luz y Kolodny (1985), que ya fue aplicada en otro estudio de Patagonia septentrional (Serna et al. 2020); D) Longinelli (1984) y E) Daux et al. (2008).

$$C) \delta^{18}O_{dw} = (\delta^{18}O_p - 22,70) / 0,78$$

$$D) \delta^{18}O_{dw} = (\delta^{18}O_p - 22,37) / 0,65$$

$$E) \delta^{18}O_{dw} = (\delta^{18}O_p - 21,89) / 0,78$$

La combinación entre las ecuaciones A-E genera un total de 6 valores estimados de $\delta^{18}O_w$ por cada individuo. En la interpretación final consideramos el rango definido por el valor máximo y mínimo de $\delta^{18}O_w$.

Capítulo 7: Resultados

Este capítulo se estructura en dos grandes apartados. Primero, se presentan los resultados sobre la ecología isotópica y luego, los resultados sobre los individuos del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados. Dicho orden se fundamenta en que las características de la ecología isotópica determinan los alcances y las limitaciones de las interpretaciones subsiguientes sobre los datos isotópicos humanos.

El primer apartado abarca las mediciones de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ sobre fauna marina y terrestre, y las de $\delta^{18}\text{O}$ sobre fuentes modernas de agua dulce. El segundo apartado sobre las muestras humanas evalúa, en primer lugar, los criterios de control sobre las mediciones isotópicas. Luego se analizan las variaciones sobre los marcadores paleodietarios por un lado ($\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$) y por el otro, el marcador de movilidad ($\delta^{18}\text{O}_c$). Estos análisis se hacen al nivel de la población representada por la muestra y también por subgrupos de sexo y edad. En la sección siguiente se estudia la relación entre los marcadores paleodietarios y de movilidad. Finalmente, se analizan las variaciones isotópicas en relación con los sectores geográficos y los bloques cronológicos para poner a prueba las hipótesis.

7.1 Ecología isotópica

Los datos isotópicos sobre los consumidores necesitan ser interpretados en relación con otros valores isotópicos: los de los recursos disponibles en el área y potencialmente consumidos. Este conjunto de datos conforma la ecología isotópica local (Barberena y Tessone 2018). Para esta tesis, la ecología isotópica incluye nuevas mediciones de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ sobre los guanacos de la costa sur de Tierra del Fuego, desde el Holoceno tardío hasta la actualidad. Los valores de $\delta^{18}\text{O}$ se obtuvieron sobre fuentes modernas de agua dulce. Para la compilación de datos sobre fauna marina, se analiza la variación isotópica al nivel de comunidad; abarcando diversas especies de aves, peces, mamíferos y moluscos.

7.1.1 Muestras zooarqueológicas y modernas de fauna

7.1.1.1 Recursos terrestres

Guanacos

En el Anexo del capítulo 7 se detallan los datos sobre las muestras de guanaco analizadas en esta tesis. Con respecto a los criterios de control sobre colágeno, se retira un individuo de la localidad Heshkaia (AIE 42144) de los análisis estadísticos subsiguientes, porque presenta contenidos de %C y %N mayores al rango aceptado (%C= 56,1 y %N= 20,1; Figura 7.1).

El resto de los ejemplares presenta resultados dentro del rango aceptado de %C (15,3-47,5 %) y %N (5,5-17,3 %; Ambrose 1990, Jørkov et al. 2007). Asimismo, los valores de la relación C/N se encuentran en el rango aceptado de entre 3,2 y 3,5 (DeNiro 1985; Fig. 7.1 izq.). De acuerdo a estos parámetros, 16 de los 17 nuevos individuos de guanaco analizados no presentan signos de contaminación y/o degradación, y se consideran sus valores isotópicos como primarios. Incluyendo los datos publicados (Kochi et al. 2018, 2020), la muestra analizada cuenta con un total de 36 individuos.

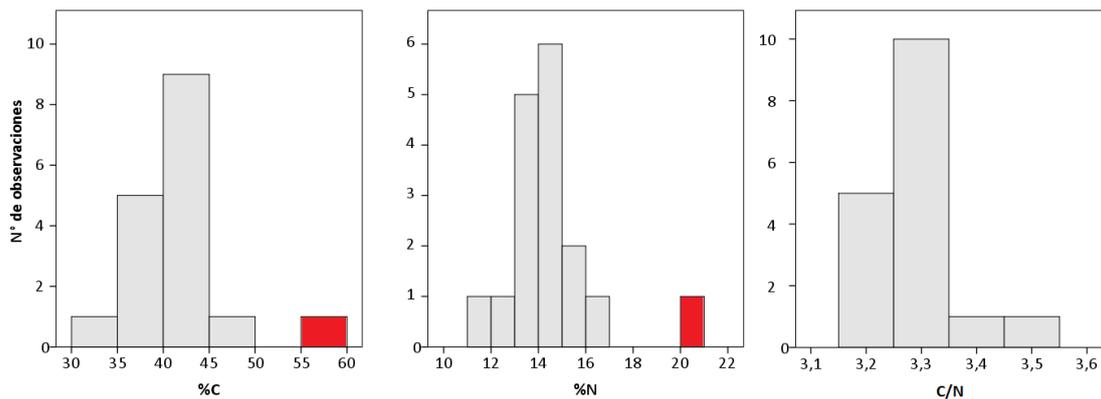


Figura 7.1. Distribución de los parámetros de control de calidad en las muestras analizadas de guanacos: el contenido de carbono (izq.), nitrógeno (centro) y la relación C/N (der.).

En la tabla 7.1 se presenta la estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ sobre restos óseos de guanacos, clasificados por localidad arqueológica; más un conjunto de muestras modernas de la localidad Heshkaia. Estas últimas fueron corregidas por +1,9 ‰ en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ por el efecto Suess⁵⁹, a partir de los datos de Keeling et al. (2017) para el período 2010-2013.

La distribución de $\delta^{13}\text{C}$ tiende hacia la normalidad y la única observación atípica es el ejemplar del sitio Heshkaia 39, con el valor máximo de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -19,6$ ‰ para todo el conjunto de guanacos. Por esta razón, el rango de valores es más amplio en esta localidad (3,9 ‰), seguido por Túnel (2,4 ‰). No obstante, el 50 % central de los casos por localidades presenta una variación de $\delta^{13}\text{C}$ acotada en torno al 1 ‰ (Tabla 7.1; Figura 7.2, Figura 7.3). No hay diferencias significativas entre las varianzas de los grupos (prueba de Levene, valor $P=0,83$) y cumplen con el supuesto de normalidad (prueba de Shapiro, valor $P > 0,05$ para todos los grupos). Los guanacos agrupados por sector no tienen diferencias significativas entre los promedios de $\delta^{13}\text{C}$ (ANOVA: $F_{3,32} = 1,6$; valor $P = 0,21$). El promedio de la localidad Túnel es de $\delta^{13}\text{C} = -22 \pm 0,8$ ‰; $-22,0 \pm 0,9$ ‰ en Heshkaia y $-22,6 \pm 0,6$ ‰ en Bahía Valentín. El conjunto moderno tiene un promedio de $\delta^{13}\text{C} = -22,7 \pm 0,7$ ‰.

⁵⁹ En el Anexo del capítulo 7 se presentan los datos originales de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ sin corregir por efecto Suess.

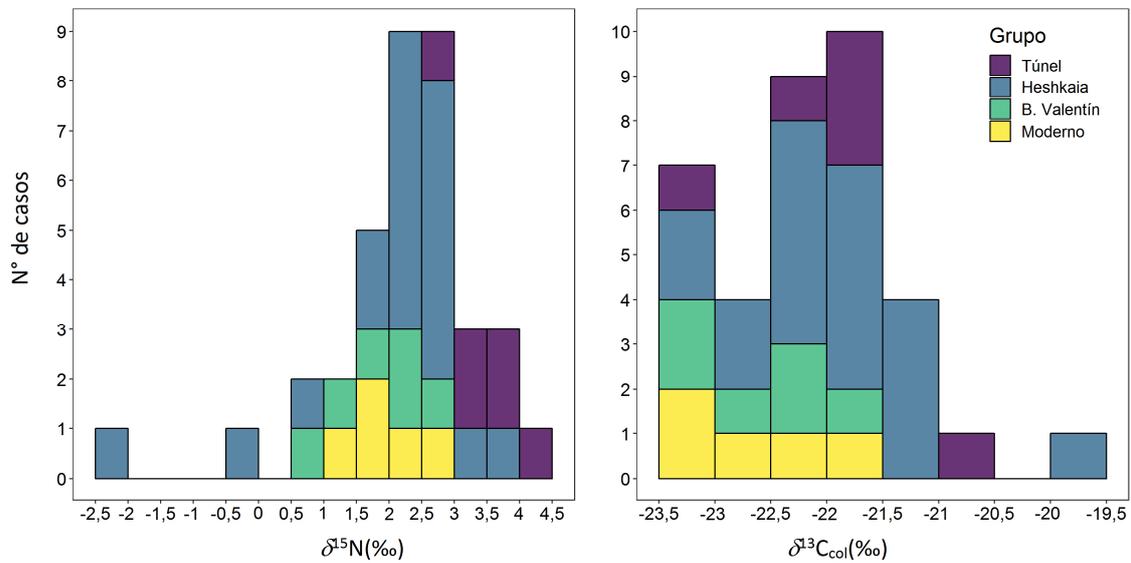


Figura 7.2. Distribución de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (izq.) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (der.) de los guanacos arqueológicos y modernos de la costa sur de Tierra del Fuego.

Localidad	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)				
	Túnel	Heshkaia	B. Valentín	Heshkaia moderno	Total
n	6	19	6	5	36
Mínima	-23,1	-23,5	-23,3	-23,2	-23,5
Máxima	-20,7	-19,6	-22	-21,8	-19,6
Rango	2,4	3,9	1,3	1,4	3,9
Mediana	-21,9	-22	-22,5	-23	-22,2
$\bar{x} \pm s$	-22 ± 0,8	-22,0 ± 0,9	-22,6 ± 0,6	-22,7 ± 0,7	-22,2 ± 0,8
Varianza	0,7	0,8	0,3	0,4	0,7
1er cuartil	-22,5	-22,5	-23,2	-23,2	-22,8
3er cuartil	-21,7	-21,7	-22,1	-22,1	-21,8
Asimetría	0,3	0,9	-0,4	0,7	0,8
Curtosis	-0,6	1,2	-1,9	-1,7	1,2

Tabla 7.1. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (VPDB) en restos óseos de guanacos arqueológicos y modernos, procedentes de localidades de la costa sur de Tierra del Fuego.

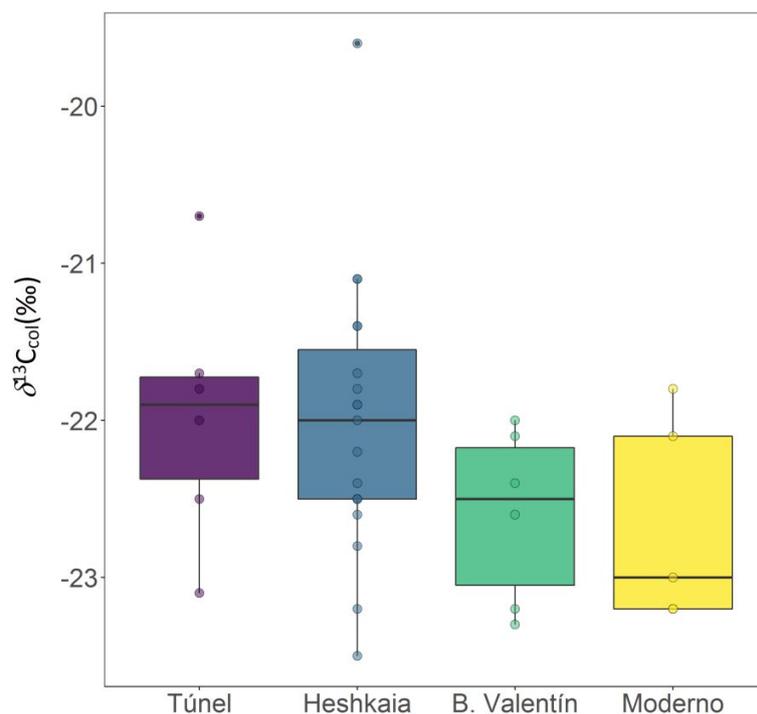


Figura 7.3. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ en restos óseos de guanacos arqueológicos y modernos, procedentes de localidades de la costa sur de Tierra del Fuego.

En cuanto al $\delta^{15}\text{N}$, las distribuciones de los valores por localidad también son relativamente normales (Tabla 7.2). El 50 % de los casos centrales también se encuentra acotado, a una variación de 1,3 ‰. Pero la muestra de la localidad arqueológica Heshkaia destaca por presentar observaciones atípicas y un valor extremo muy negativo de $-2,5$ ‰ (Figura 7.4). Dicho ejemplar es el mismo del sitio Heshkaia 39 con un valor elevado en $\delta^{13}\text{C}$. Esto genera un rango sumamente amplio de 6 ‰ para el grupo de Heshkaia, el equivalente a casi dos niveles tróficos. Excluimos esta observación de los análisis subsiguientes pero lo retomaremos en la discusión.

Los promedios de $\delta^{15}\text{N}$ tienen una diferencia estadísticamente significativa entre sí (MLG: $F_{3, 31} = 5,7$; valor $P = 0,003$. La media en Túnel ($\delta^{15}\text{N} = 3,3 \pm 0,5$ ‰) es más alta que la de Heshkaia ($n=18$; $2,2 \pm 0,9$ ‰), Bahía Valentín ($1,8 \pm 0,8$ ‰) y el conjunto moderno ($1,9 \pm 0,4$ ‰).

Localidad	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$				
	Túnel	Heshkaia	B. Valentín	Heshkaia moderno	Total*
n	6	19	6	5	35
Mínima	2,7	-2,5	0,8	1,3	-0,2
Máxima	4,3	3,5	2,9	2,5	4,3
Rango	1,6	6	2,1	1,2	4,5
Mediana	3,5	2,4	2	1,9	2,4
$\bar{x} \pm s$	3,5 ± 0,6	2 ± 1,4	1,8 ± 0,8	1,9 ± 0,4	2,3 ± 0,9
Varianza	0,3	1,9	0,7	0,2	0,9
1er cuartil	3,1	1,6	1	1,8	1,8
3er cuartil	3,8	2,6	2,3	2	2,9
Asimetría	0,1	2,2	-0,2	0	-0,4
Curtosis	-1,2	3,8	-1,3	0,6	0,5

Tabla 7.2. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (AIR) en restos óseos de guanacos arqueológicos y modernos, procedentes de localidades de la costa sur de Tierra del Fuego. *Se excluye observación extrema negativa para la muestra (Heshkaia 39).

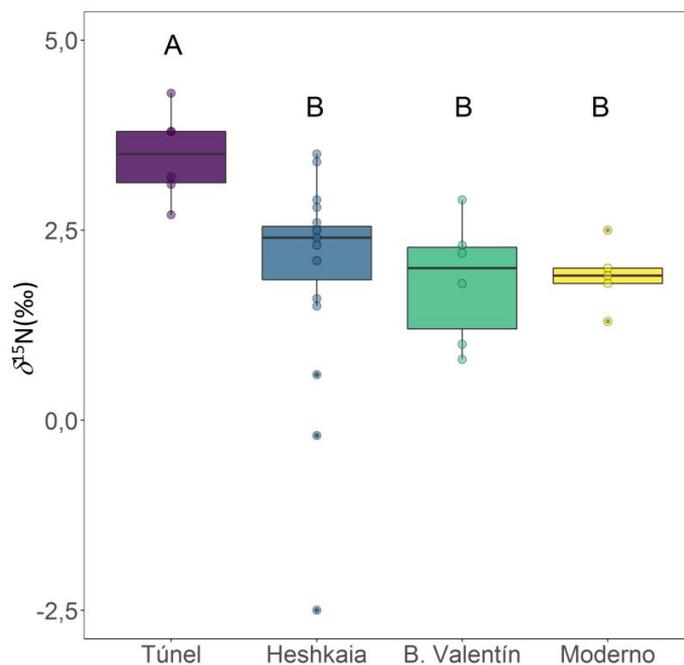


Figura 7.4. Distribución de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en restos óseos de guanacos arqueológicos y modernos, procedentes de localidades de la costa sur de Tierra del Fuego. Las letras (A, B) indican diferencias significativas entre los promedios.

Por último, el diagrama de dispersión de $\delta^{13}\text{C}$ vs. $\delta^{15}\text{N}$ muestra una superposición parcial entre las elipses que representan a las localidades (Figura 7.5). Las muestras arqueológicas de Heshkaia se ubican en una posición intermedia en el espacio- δ entre Túnel y Bahía Valentín. Estas dos últimas no se superponen entre sí. Por otra parte, las áreas de las elipses estándar corregidas (SEAc) son relativamente similares.

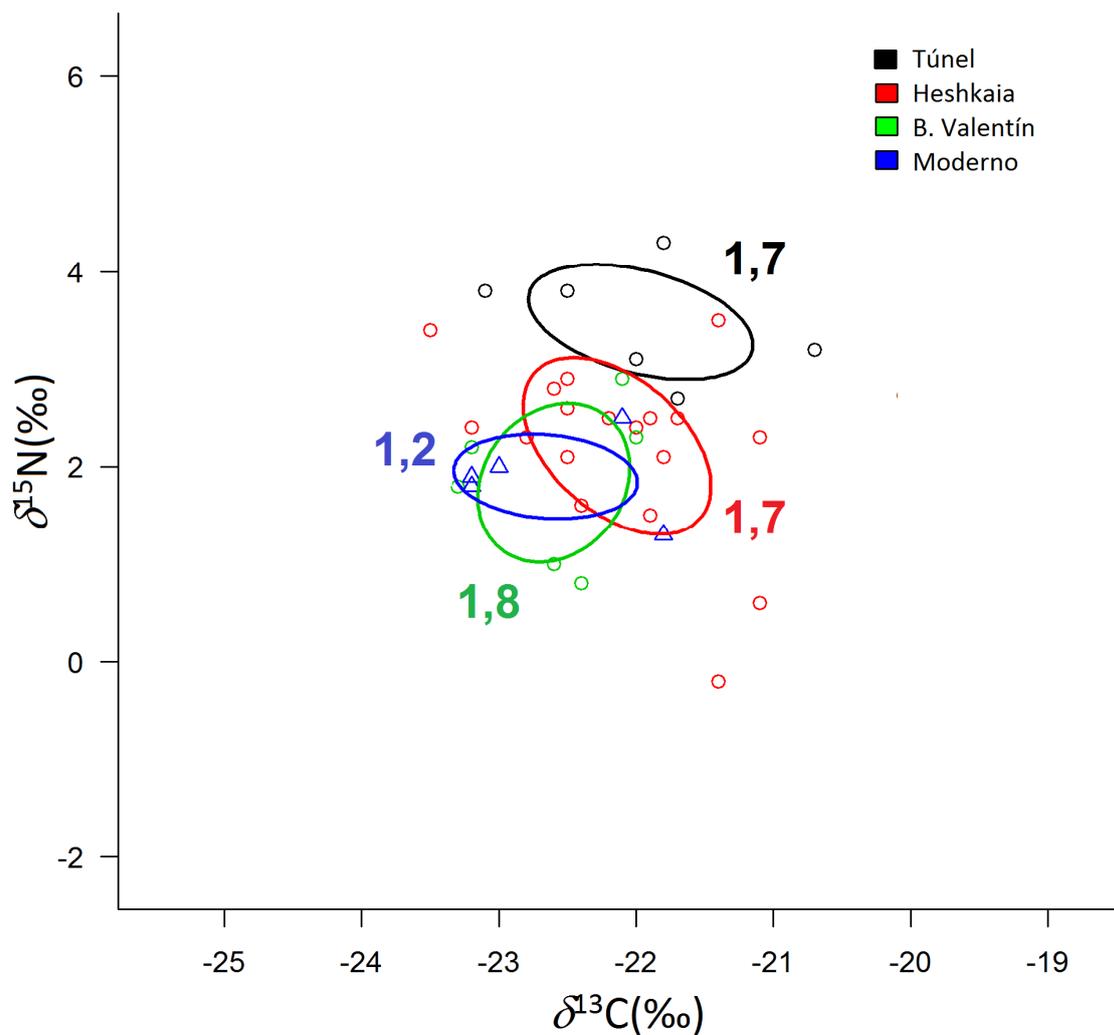


Figura 7.5. Nichos isotópicos de los guanacos del Holoceno tardío y ejemplares modernos de la costa sur de Tierra del Fuego, graficados con elipses estándar corregidas (SEAc). Referencias: los círculos corresponden a las muestras arqueológicas y los triángulos, a las muestras modernas de guanaco. Los números indican las áreas de las elipses ($\% ^2$).

Plantas

La tabla 7.3 contiene la estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ medidos sobre plantas terrestres modernas. Los primeros fueron corregidos por efecto

Suess en +1,9 ‰ a partir de los datos de Keeling et al. (2017). En el Anexo del capítulo 7 se presentan los datos individuales sin corregir.

El conjunto de las plantas C₃ (n=10) presenta un promedio de $\delta^{13}\text{C} = -27,5 \pm 1,1$ ‰ y $\delta^{15}\text{N} = 0,7 \pm 2,4$ ‰, encontrándose dentro del rango esperado para vegetales de esta vía fotosintética en la Patagonia (Tessone et al. 2023). La dispersión en $\delta^{15}\text{N}$ es relativamente amplia si se considera el rango total de 3,6 ‰, ya que casi equivale a un nivel trófico de diferencia en una muestra de productores primarios. Por otra parte, los líquenes se destacan como un subconjunto con diferencias importantes en sus valores isotópicos. Para las interpretaciones paleodietarias se trabajará solo con el subgrupo de plantas C₃, ya que las referencias etnográficas indican usos medicinales y cosméticos para los líquenes (Burkholder et al. 1965).

	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$		$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$	
	Plantas C ₃	Liquen	Plantas C ₃	Liquen
n	10	3	10	3
Mínima	-29,9	-23	-3,6	-17,4
Máxima	-26,3	-20,8	3,3	-14,9
Rango	3,6	2,2	6,9	2,5
Mediana	-27,3	-22,7	1,8	-16,2
$\bar{x} \pm s$	-27,5 ± 1,1	-22,2 ± 1,2	0,7 ± 2,4	-16,2 ± 1,3
Varianza	1,2	1,4	5,9	1,6
1er cuartil	-27,4		-1,2	
3er cuartil	-26,9		2,3	
Asimetría	-1,5		-0,8	
Curtosis	0,4		-0,9	

Tabla 7.3. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ (VPDB) y $\delta^{15}\text{N}$ (AIR) en plantas terrestres modernas, procedentes de localidades de la costa sur de Tierra del Fuego. Valores $\delta^{13}\text{C}$ corregidos por efecto Suess en +1,9 ‰.

En la figura 7.6 se compara la distribución de los valores isotópicos estimados para los recursos terrestres potencialmente consumidos. Para el músculo de los guanacos se aplicó un factor de corrección de $\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-músculo}} = -2$ ‰, mientras que se considera un $\Delta^{15}\text{N}_{\text{col-músculo}} = 0$ ‰. En las plantas, se corrige una diferencia de $\Delta^{13}\text{C}_{\text{vegetal total-proteínas}} = -2$ ‰ (Fernandes 2016; Fernandes et al. 2014, Soncin et al. 2021).

Los vegetales C₃ se encuentran más empobrecidos en carbono-13 en comparación con el músculo de los guanacos y no se solapan en su distribución (Figura 7.6 izq.). Los rangos de $\delta^{15}\text{N}$ sí se superponen, y destaca aún más la variabilidad de las plantas en este marcador isotópico (Figura 7.6 der.).

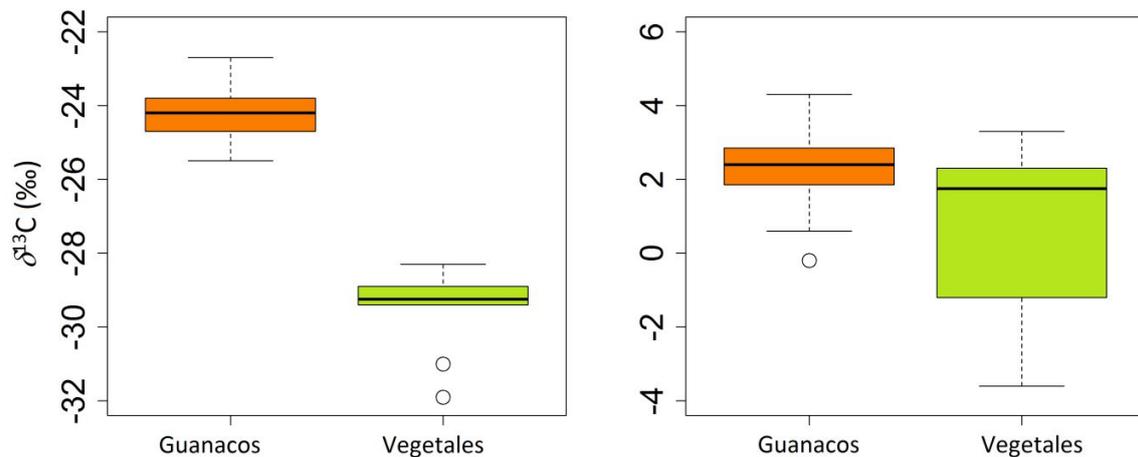


Figura 7.6. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ (izq.) y $\delta^{15}\text{N}$ (der.) en los recursos terrestres de la costa sur de Tierra del Fuego.

7.1.1.2 Fauna marina

La tabla 7.4 contiene la estadística descriptiva de los valores estimados de $\delta^{13}\text{C}_{\text{músculo}}$ de la fauna marina, compilados de publicaciones previas (Zangrando et al. 2014a, 2016; Kochi et al, 2018; Nye et al. 2020). En los restos arqueológicos, se aplicó un factor de corrección de $\Delta^{13}\text{C}_{\text{músculo-colágeno}} = -2$ ‰ (Fernandes 2015); en los especímenes modernos de mejillones, un factor de corrección por efecto Suess oceánico de $+1,2$ ‰ (Misarti et al. 2009). En el Anexo del capítulo 7 se presentan los valores sin correcciones.

La totalidad de la muestra de fauna marina ($n=238$) presenta una distribución normal de valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{músculo}}$ (Shapiro-Wilks, valor $P > 0,05$; Figura 7.7). Los pinnípedos abarcan casi todo el rango de la distribución, mientras que las aves y los peces presentan una variación un poco más acotada. Los mejillones se encuentran hacia el extremo más negativo, pero su rango se superpone en parte con los otros taxones. Los promedios de $\delta^{13}\text{C}_{\text{músculo}}$ difieren significativamente entre los taxones (MLG: $F_{3,234} = 28,4$; valor $P < 0,01$).

La media de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{músculo}}$ es similar entre los pinnípedos ($-14,9 \pm 1$ ‰) y las aves ($-14,9 \pm 0,5$ ‰; Figura 7.8). Son estadísticamente más elevadas que la media de los peces ($-14,3 \pm 1$ ‰) y los mejillones ($-16,2 \pm 0,6$ ‰). El tamaño de la muestra de cada taxón resulta en errores estándar bajos, lo que da una buena precisión en la estimación de los parámetros (Tabla 7.4). La media total de los recursos marinos es de $-14,8 \pm 1$ ‰.

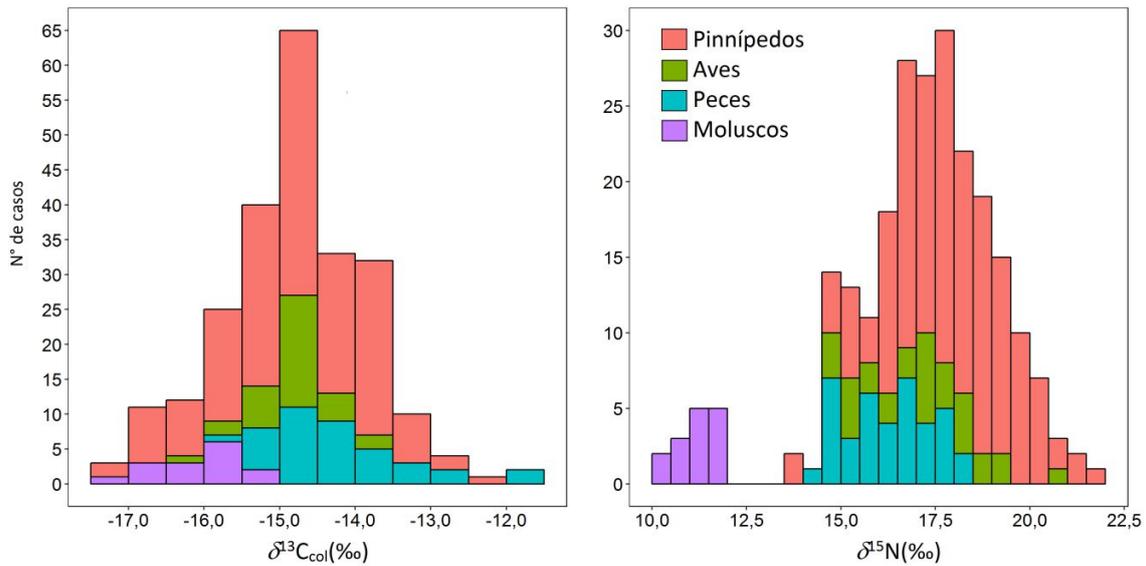


Figura 7.7. Distribución de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (izq.) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (der.) de la fauna marina arqueológica y moderna de la costa sur de Tierra del Fuego. Los valores isotópicos están corregidos por $\Delta^{15}\text{N}_{\text{col-músculo}} = 0 \text{ ‰}$ y $\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-músculo}} = -2 \text{ ‰}$.

Taxón	$\delta^{13}\text{C}_{\text{músculo}} \text{ (‰)}$				
	Pinnípedos	Aves	Peces	Mejillones	Total
n	153	31	39	15	238
Mínima	-17,2	-16,5	-15,7	-17,3	-17,3
Máxima	-12,4	-13,7	-11,5	-15,2	-11,5
Rango	4,8	2,8	4,2	2,1	5,8
Mediana	-14,8	-14,8	-14,5	-16	-14,8
$\bar{x} \pm s$	-14,9 ± 1	-14,9 ± 0,5	-14,3 ± 1	-16,2 ± 0,6	-14,8 ± 1
Error estándar	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
Varianza	0,9	0,3	0,9	0,3	0,9
1er cuartil	-15,4	-15,2	-15	-16,6	-15,4
3er cuartil	-14,2	-14,6	-13,7	-15,7	-14,3
Asimetría	-0,2	-0,6	1,2	-0,4	0,1
Curtosis	-0,1	1,8	1,2	-0,7	0,7

Tabla 7.4. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{músculo}}$ (VPDB) en fauna marina arqueológica y moderna, procedentes de localidades de la costa sur de Tierra del Fuego.

Los valores de $\delta^{15}\text{N}_{\text{colágeno}}$ son equivalentes a los de $\delta^{15}\text{N}_{\text{músculo}}$, ya que no se aplican factores de corrección (Tabla 7.5). Este marcador isotópico tiene una distribución más discontinua y asimétrica en la fauna marina (Figura 7.7, 7.8), con los mejillones en el extremo más negativo. Hay un hiato en el histograma de $\delta^{15}\text{N}_{\text{músculo}}$ entre los 12 a 13 ‰ y el resto de los consumidores marinos se superponen en su rango de valores. Modelando

la variabilidad en las varianzas, se detectan diferencias significativas entre los promedios de $\delta^{15}\text{N}_{\text{músculo}}$ por taxón (MLG: $F_{3, 233} = 458,1$; valor $P < 0,01$).

La prueba de Tukey (valor $P < 0,05$) indica que los pinnípedos presentan la media más elevada: $\delta^{15}\text{N}_{\text{músculo}} = 17,8 \pm 1,5 \text{ ‰}$. En orden descendente siguen las aves ($17 \pm 1,5 \text{ ‰}$), los peces ($16,2 \pm 1,1 \text{ ‰}$) y por último los mejillones ($11,1 \pm 0,5 \text{ ‰}$). El promedio de la muestra total de fauna marina es $17 \pm 2,2 \text{ ‰}$.

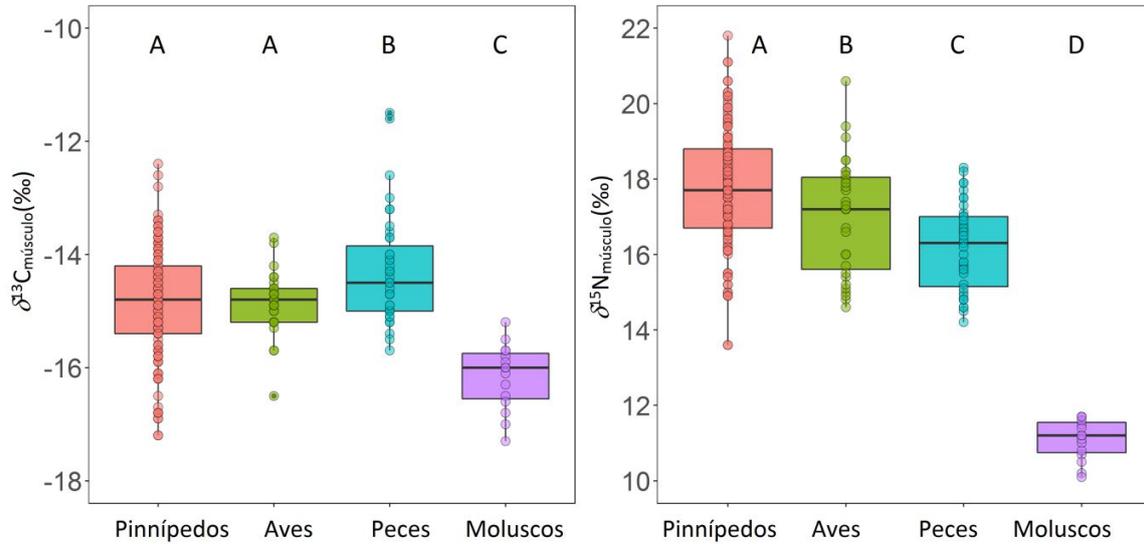


Figura 7.8. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en restos óseos de fauna marina arqueológica y moderna de la costa sur de Tierra del Fuego. Las letras (A, B, C, D) indican diferencias significativas entre los promedios. Los valores isotópicos están corregidos por $\Delta^{15}\text{N}_{\text{col-músculo}} = 0 \text{ ‰}$ y $\Delta^{13}\text{C}_{\text{col-músculo}} = -2 \text{ ‰}$.

Taxón	$\delta^{15}\text{N}_{\text{músculo}} \text{ (‰)}$				
	Pinnípedos	Aves	Peces	Mejillones	Total
n	153	30	39	15	237
Mínima	13,6	14,6	14,2	10,1	10,1
Máxima	21,8	20,6	18,3	11,7	21,8
Rango	8,2	6	4,1	1,6	11,7
Mediana	17,7	17,2	16,3	11,2	17,2
$\bar{x} \pm s$	17,8 ± 1,5	17 ± 1,5	16,2 ± 1,1	11,1 ± 0,5	17 ± 2,2
Error estándar	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1
Varianza	2,4	2,4	1,3	0,3	4,7
1er cuartil	16,7	15,5	15,1	10,7	16
3er cuartil	18,8	18,1	17	11,6	18,3
Asimetría	-0,1	0,2	0,1	-0,6	-1
Curtosis	-0,1	-0,7	-1,1	-0,9	1,4

Tabla 7.5. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{15}\text{N}_{\text{músculo}}$ (AIR) en fauna marina arqueológica y moderna, procedentes de localidades de la costa sur de Tierra del Fuego.

En el diagrama de dispersión de $\delta^{13}\text{C}_{\text{músculo}}$ vs. $\delta^{15}\text{N}_{\text{músculo}}$ se observa el solapamiento de los valores isotópicos entre los pinnípedos, las aves y los peces; mientras que los mejillones forman un grupo separado de estos (Figura 7.9). Los tamaños de las elipses estándar corregidas (SEAc) difieren entre los taxones. La SEAc de los pinnípedos es la más amplia y tiene una forma relativamente circular. En cambio, la elipse correspondiente a las aves se alarga en el eje de $\delta^{15}\text{N}$ y la de los peces, en el eje de $\delta^{13}\text{C}$. La SEAc de los mejillones es la más pequeña y también presenta mayor variación en el eje de $\delta^{13}\text{C}$.

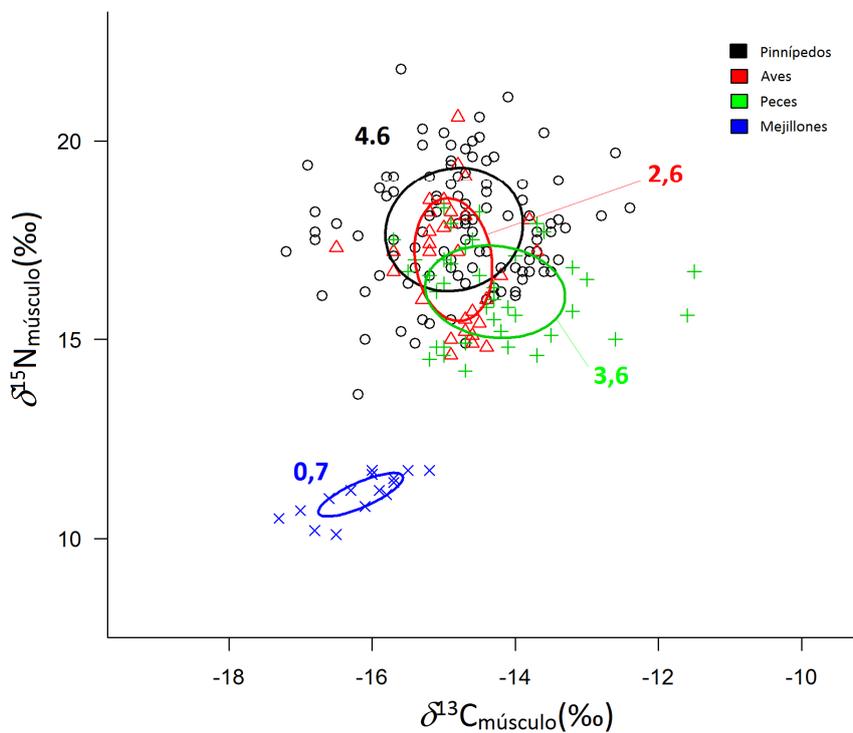


Figura 7.9. Nichos isotópicos de la fauna marina del Holoceno tardío y ejemplares modernos de la costa sur de Tierra del Fuego, graficados con elipses estándar corregidas (SEAc). Los números indican las áreas de las elipses ($\% ^2$).

Finalmente, en la figura 7.10 se compara la variabilidad isotópica entre los diferentes grupos de recursos, tanto marinos como terrestres, a través del área de las elipses estándar bayesianas (SEAb). Las plantas son las que presentan la distribución más amplia con los valores más altos del área de nicho isotópico. El segundo lugar lo ocupan los pinnípedos, seguidos por valores similares en peces y aves. Por último, los guanacos y los mejillones presentan los valores más bajos de SEAb. Si se considera la clasificación por

zonas ecológicas, los recursos terrestres en conjunto son los que introducen mayor variabilidad isotópica en las dietas.

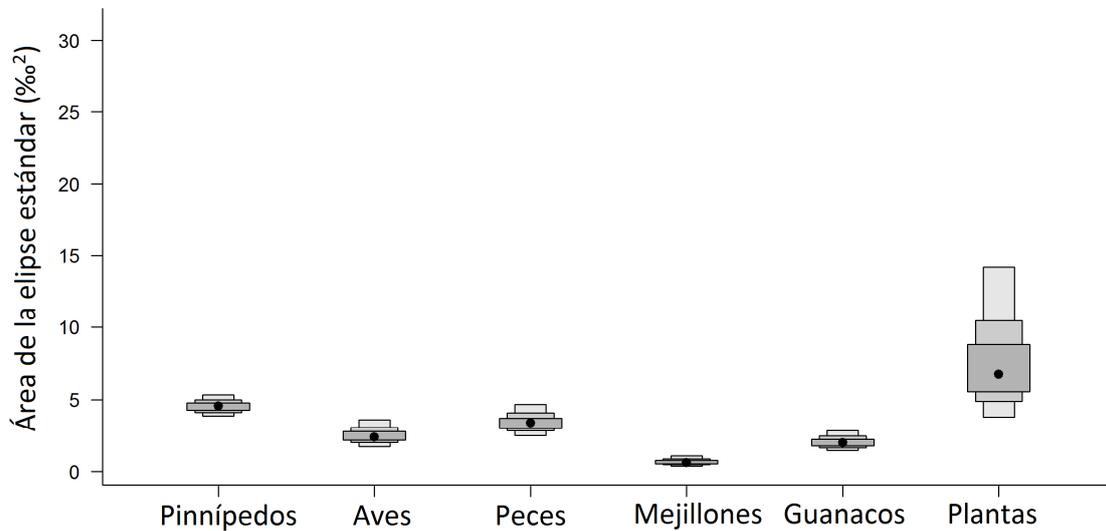


Figura 7.10. Comparación del área de las elipses estándar bayesianas (SEAb) para cada grupo de recursos.

7.1.2 Muestras de agua

En la tabla 7.6 se muestran los valores de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$ medidos sobre once cuerpos de agua en la costa sur de Tierra del Fuego e Isla de los Estados. El promedio de $\delta^{18}\text{O}$ es $-9,84 \pm 1,84 \text{ ‰}$ y para $\delta^2\text{H}$ es de $-72,45 \pm 12,12 \text{ ‰}$. Los coeficientes de variación (CV) indican que la variabilidad relativa en los dos marcadores es similar. Las mediciones tienen una distribución ligeramente asimétrica hacia la izquierda (Figura 7.11), pero no se rechazan las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilks, valor $P > 0,05$). Las muestras de agua del río Bueno en Península Mitre y del río sin nombre en Isla de los Estados tienen valores atípicos, más positivos tanto en $\delta^{18}\text{O}$ como en $\delta^2\text{H}$. Esta última fue la única muestra tomada en marzo. Por otra parte, las dos localidades coinciden con el punto de muestreo más oriental de la región.

	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)
N	11	11
Mínima	-11,82	-86,90
Máxima	-5,3	-44
Rango	6,52	42,9
Mediana	-10,28	-76,2
$\bar{x} \pm s$	$-9,84 \pm 1,84$	$-72,45 \pm 12,22$
Varianza	3,39	149,31
1er cuartil	-11	-79,4
3er cuartil	-9,54	-70,9
Asimetría	1,7	-1,5
Curtosis	1,4	0,9
CV	18,7	16,9

Tabla 7.6. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ (VSMOW) y $\delta^2\text{H}$ en cuerpos de agua de la costa sur de Tierra del Fuego e Isla de los Estados.

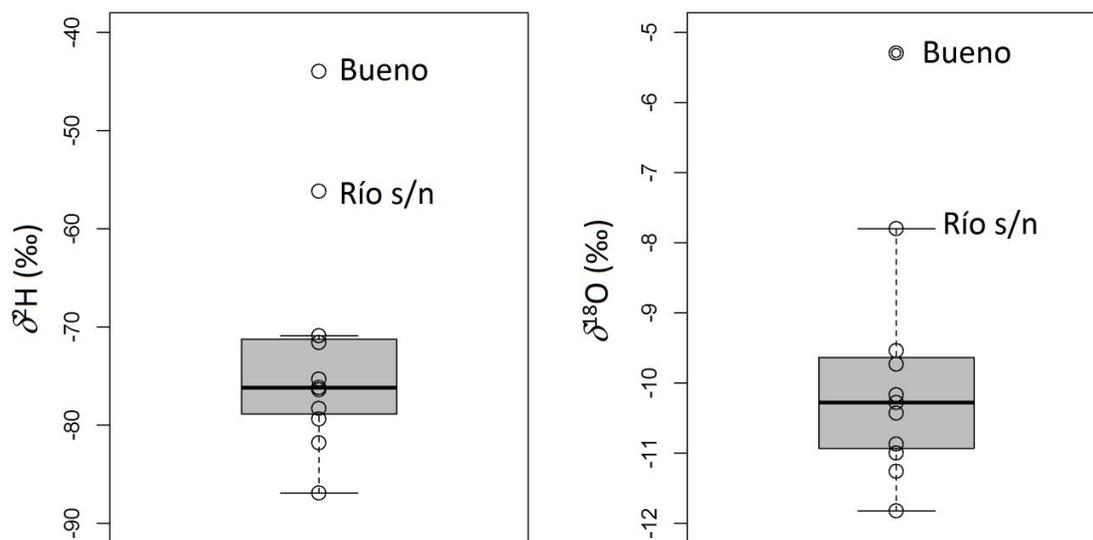


Figura 7.11. Distribución de los valores de $\delta^2\text{H}$ (izq.) y $\delta^{18}\text{O}$ (der.) en cuerpos de agua de la sur de Tierra del Fuego e Isla de los Estados.

En la figura 7.12, se observa que los valores de $\delta^{18}\text{O}$ aumentan significativamente hacia el este (Spearman $r_s=0,85$; valor $P=0,01$). Esta relación también se mantiene en $\delta^2\text{H}$ ($r_s=0,94$; valor $P < 0,001$). Las rectas de regresión estimadas son $\delta^{18}\text{O}= 1,45 * \text{longitud} + 87,42 \text{ ‰}$ y $\delta^2\text{H} = 10,23 * \text{longitud} + 613,85 \text{ ‰}$, respectivamente.

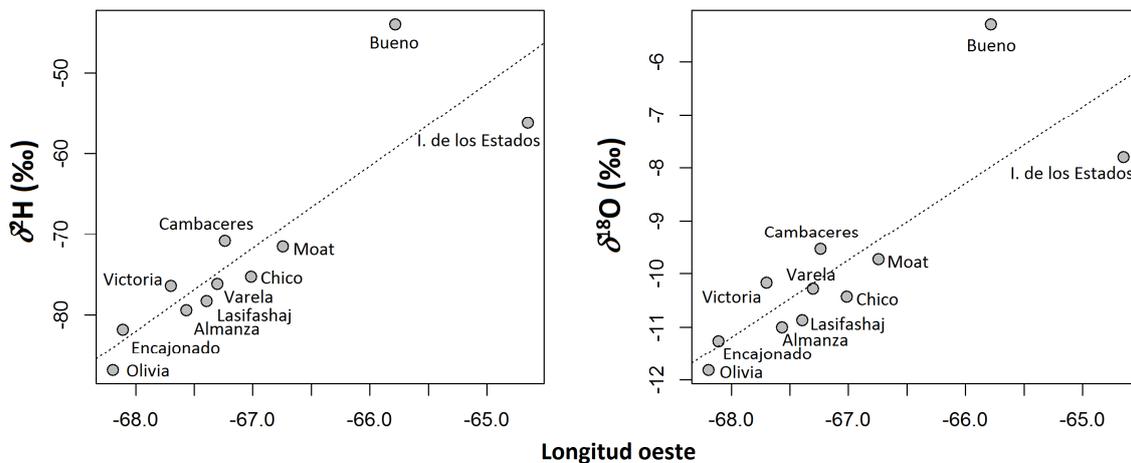


Figura 7.12. Valores de $\delta^2\text{H}$ (izq.) y $\delta^{18}\text{O}$ (der.) medidos en cuerpos de agua, en función de la longitud. Líneas punteadas: rectas de regresión.

7.2 Muestras humanas

7.2.1 Criterios de control

Con respecto a los criterios de control sobre colágeno, se retira el subadulto del sitio Imiwaia Entierro 2 de los análisis subsiguientes, porque presenta una relación $\text{C/N}=3,7$ que es mayor al rango aceptado (2,9-3,6; DeNiro 1985). El resto de los ejemplares tiene valores entre 3,2 y 3,5 (Fig. 7.13 izq.). En cuanto al rendimiento del colágeno (Fig. 7.13 der.), en todas las muestras se recuperó más del 1 % del peso inicial de hueso –lo que se considera el umbral crítico–. La excepción es una muestra de una adulta del sitio Escarpados, en cuyo caso no fue posible recuperar colágeno⁶⁰. El mínimo registrado es de 2,1 % en otra muestra de una adulta, hallada en la calle Maipú n°63 de Ushuaia. Los últimos criterios son los contenidos de % C y % N (Fig. 7.14). Todos los resultados se encuentran dentro de los rangos aceptables. De acuerdo a estos parámetros, 38 de los 40 nuevos individuos analizados no presentan signos de contaminación y/o degradación y se consideran sus valores isotópicos como primarios. Estos mismos criterios se evaluaron en los individuos publicados en trabajos previos (Yesner et al. 1991; Guichón et al. 2001; Tessone et al. 2003; Barberena 2004; Panarello et al. 2006; Tessone et al. 2011; Alfonso-Durruty et al. 2015; Kochi 2017), por lo que se analiza un total de 95 individuos.

⁶⁰ Del individuo de Bahía Crossley I se desconoce su rendimiento de colágeno, pero contamos con más información que nos permite evaluar la preservación de las relaciones isotópicas primarias.

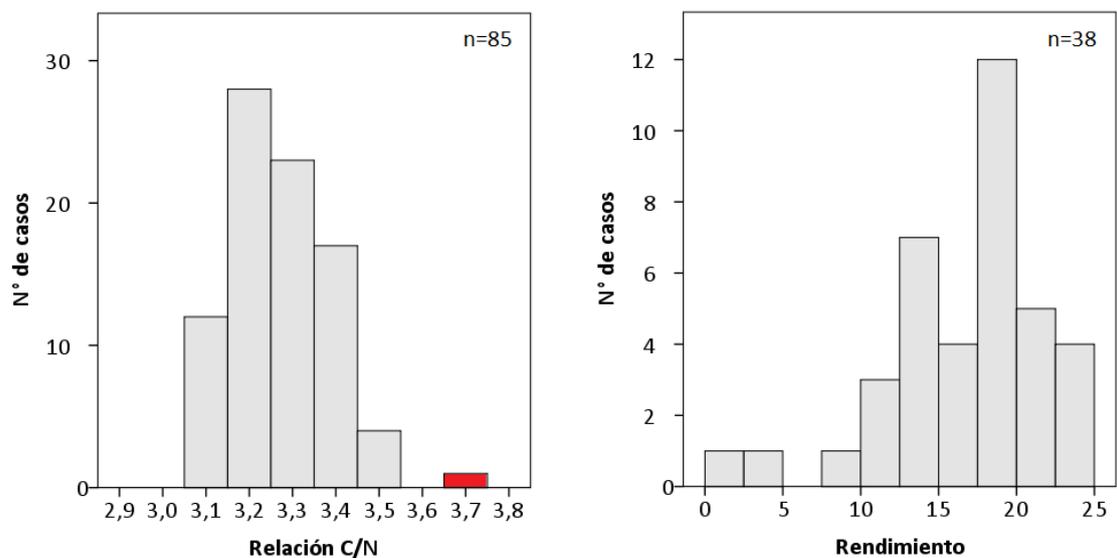


Figura 7.13. Distribución de dos parámetros de control de calidad en las muestras humanas analizadas: la relación C/N (izq.) y el porcentaje de colágeno recuperado en relación al peso inicial de la muestra (der.)

La evaluación de las mediciones de $\delta^{18}\text{O}$ se realiza en conjunto con el marco de referencia de las aguas, en la sección correspondiente.

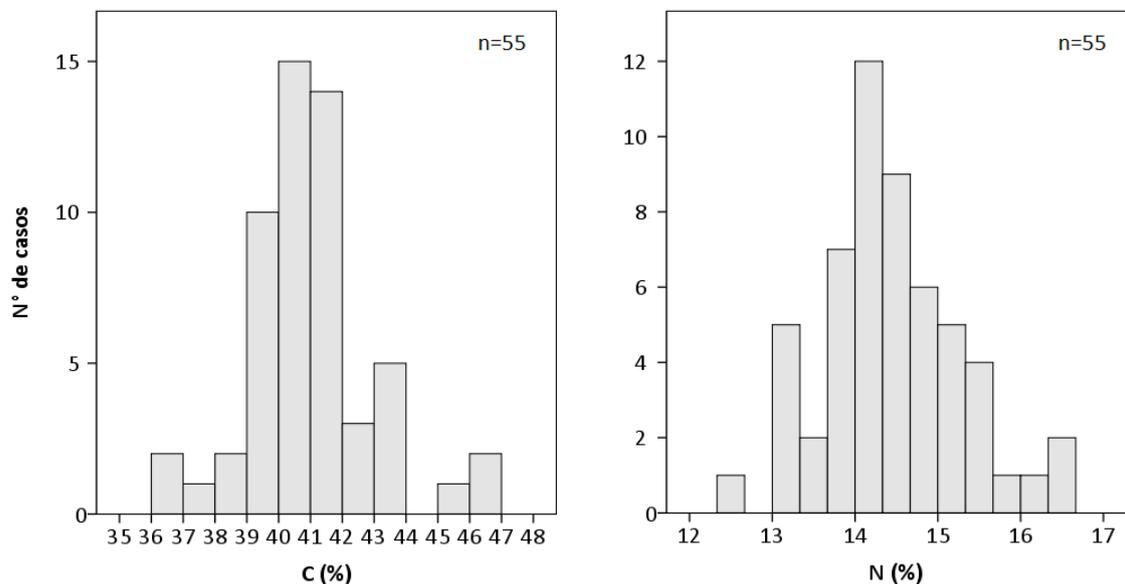


Figura 7.14. Distribución de dos parámetros de control de calidad en las muestras humanas analizadas: el contenido de carbono (izq.) y nitrógeno (der.)

Considerando el número total de la muestra (n=95), 69 individuos cuentan con mediciones de un marcador paleodietario o más ($\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y/o $\delta^{15}\text{N}$) y el marcador de

movilidad ($\delta^{18}\text{O}$). El resto de los 26 individuos cuenta solo con marcadores paleodietarios. Comenzamos con el análisis de las relaciones isotópicas del carbono y nitrógeno que describen a la totalidad de la muestra.

7.2.2 Variación de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{15}\text{N}$

Las distribuciones de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ son unimodales y asimétricas hacia la derecha, con datos atípicos en el extremo más negativo y unos pocos individuos con valores más positivos que la moda (Figura 7.15). La muestra presenta una gran dispersión con rangos muy amplios. Sin embargo, si se consideran los cuartiles 1° y 3° –cuya diferencia resulta en el rango intercuartílico (RIQ)– el 50 % central de los casos se concentra en un rango muy acotado (Tabla 7.7): de 1,4 ‰ en el $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y 1,8 ‰ en el $\delta^{15}\text{N}$. En este sentido, los índices de curtosis⁶¹ positivos señalan que los picos son muy pronunciados en comparación a una distribución normal. En las siguientes secciones, se observará que estas características de la forma de la distribución se repiten en la subdivisión de la muestra total por diferentes criterios –por sexo, procedencia geográfica y cronología–. Se excluye la menor cantidad posible de casos atípicos en las pruebas estadísticas, a menos que generen un sesgo importante que impidan describir adecuadamente al resto de la muestra, o las tendencias generales no puedan ser explicadas por los modelos lineales más sencillos. No obstante, la asimetría de las distribuciones de los valores δ , como una propiedad de la población, se discutirá en profundidad en el siguiente capítulo.

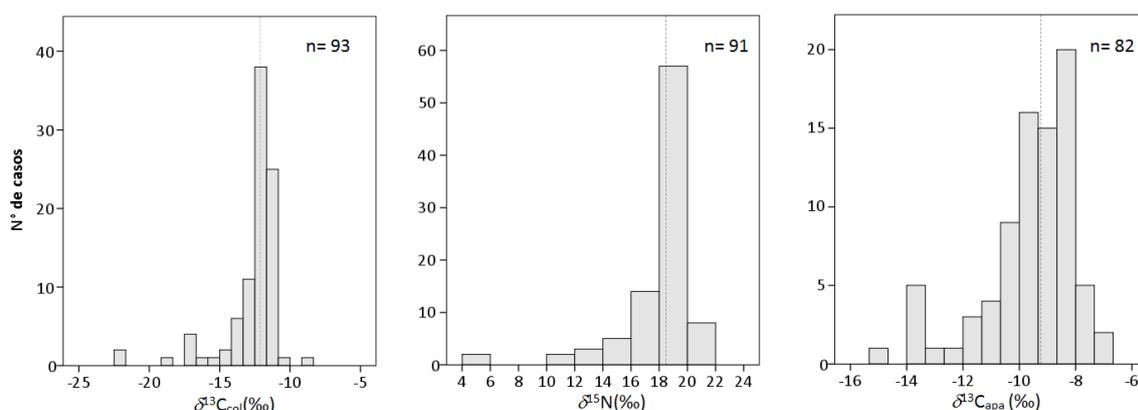


Figura 7.15. Distribución de los valores δ ‰ de los marcadores paleodietarios en la muestra total de individuos la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados. $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (izq.), $\delta^{15}\text{N}$ (centro) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (der.). Las líneas punteadas corresponden al valor de la mediana.

⁶¹ El índice de curtosis es igual a cero en la distribución normal (Hammer 1999-2015). Un valor positivo indica que la distribución de la muestra es leptocúrtica, con un pico más alto que la distribución normal y colas más “gruesas”. Un valor negativo corresponde a una distribución platocúrtica con un pico y colas más achatadas (DeCarlo 1997).

La distribución de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ tiene una forma diferente a los histogramas mencionados (Figura 7.15). También es asimétrica hacia la derecha pero bimodal, con una moda en torno a -8‰ y otro en -14‰ . La distribución de la composición de la dieta total, según lo reflejado por los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, sigue una tendencia diferente a los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ que están más fuertemente relacionados a la composición de la dieta proteica.

	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (‰)
n	92	90	81
Mínima	-22,3	4,4	-15,22
Máxima	-9,1	21,2	-6,97
Rango	13,2	16,8	8,25
Mediana	-12,1	18,5	-9,23
$\bar{x} \pm s$	$-12,7 \pm 2,1$	$17,8 \pm 2,8$	$-9,62 \pm 1,7$
Error estándar	0,2	0,3	0,2
Varianza	4,5	8,1	2,90
CV	16,7	15,9	17,7
1er cuartil	-13	17,5	-10,12
3er cuartil	-11,6	19,3	-8,4
Asimetría	-2,7	-2,8	-1,3
RIQ	1,4	1,8	1,72
Curtosis	8,1	9,2	1,5

Tabla 7.7. Estadística descriptiva de los marcadores paleodietarios para la totalidad de la muestra de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados.

Al relacionar los marcadores paleodietarios entre sí (Figura 7.16), se observan dos individuos con valores de $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ extremadamente atípicos. Sus restos fueron recuperados en el centro de Ushuaia (inventario MFM 13 y 38). Estos casos se excluyen de los análisis estadísticos subsiguientes, pero se los considerará en el capítulo de discusiones. Son adultos cuyos valores isotópicos son mucho más bajos que el promedio.

Gran parte de los individuos forman un grupo muy denso de puntos en el extremo más positivo de la dispersión, especialmente en el gráfico de $\delta^{15}\text{N}$ vs. $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$. Los individuos restantes se orientan de una forma más o menos lineal con los valores más negativos en ambos marcadores. Si se compara con los modelos descritos por Schwarcz (1991) para los gráficos bivariados, los individuos parecen distribuirse en una combinación entre a) en un *cluster* concentrado, con proporciones bastante constantes entre dos grupos de recursos y b) una distribución lineal con proporciones variables de consumo

entre dos recursos. La relación entre $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ es monotónica: a medida que aumentan los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ en los individuos, también se incrementan los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (correlación de Spearman $r_s=0,51$; valor $P < 0,001$).

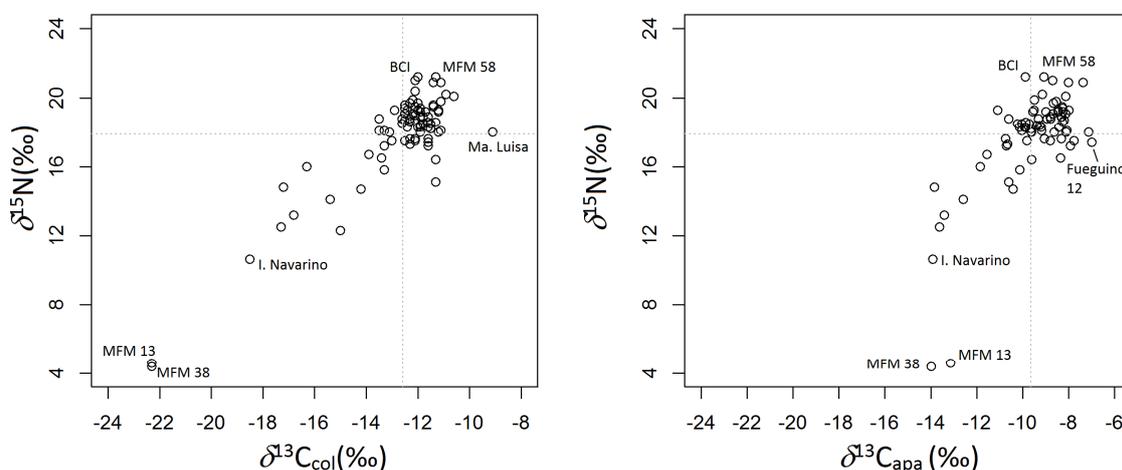


Figura 7.16. Dispersión de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (izq.) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (der.) en individuos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados. Las líneas punteadas indican la media del marcador isotópico correspondiente al eje.

El *cluster* de individuos es un poco más difuso en el caso de la relación entre $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (Fig. 7.16, der.), aunque también es monotónica ($r_s=0,5$; valor $P < 0,001$). Por otra parte, los individuos más alejados del promedio se distribuyen en un rango muy acotado de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ entre -14‰ y -12‰ , pero más variable en $\delta^{15}\text{N}$.

La estadística descriptiva y la distribución de los valores isotópicos, excluyendo a los dos individuos más atípicos, se muestran en la figura 7.17 y tabla 7.8. Este procedimiento resulta en una variabilidad más acotada en comparación con la totalidad de la muestra, lo que se evidencia en magnitudes más chicas del rango y la desviación estándar. El tamaño de la muestra varía según el marcador isotópico considerado, pero el valor promedio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ es de $-12,5 \pm 1,6 \text{‰}$ ($n=90$), $+18,1 \pm 2$ para $\delta^{15}\text{N}$ ($n=88$) y $-9,52 \pm 1,6$ para $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ ($n=79$).

	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (‰)
n	90	88	79
Mínima	-18,5	10,6	-15,22
Máxima	-9,1	21,2	-6,97
Rango	9,4	10,6	8,25
Mediana	-12,1	18,6	-9,18
$\bar{x} \pm s$	$-12,5 \pm 1,6$	$18,1 \pm 2$	$-9,52 \pm 1,6$
Error estándar	0,2	0,2	0,2
Varianza	2,5	4,1	2,56
CV	12,7	11,2	16,8
1er cuartil	-12,6	17,6	-10,03
3er cuartil	-11,6	19,3	-8,34
RIQ	1	1,7	1,69
Asimetría	-1,94	-1,7	-1,5
Curtosis	4,1	3	2,2

Tabla 7.8. Estadística descriptiva de los marcadores paleodietarios para la muestra de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e isla de los Estados. Se excluyen los individuos extremadamente atípicos.

Los diagramas de caja (Figura 7.17) muestran distribuciones más simétricas y más cercanas a una distribución normal si se considera un grupo pequeño de individuos como valores atípicos. Estos proceden tanto de ambos litorales de Península Mitre –por ejemplo, María Luisa, Río Leticia y BVS 11– como del canal Beagle. De la mayoría no se conoce su cronología exacta, pero se puede afirmar que tres de ellos son de momentos postcontacto (MFM 36, Acatushún y TF26).

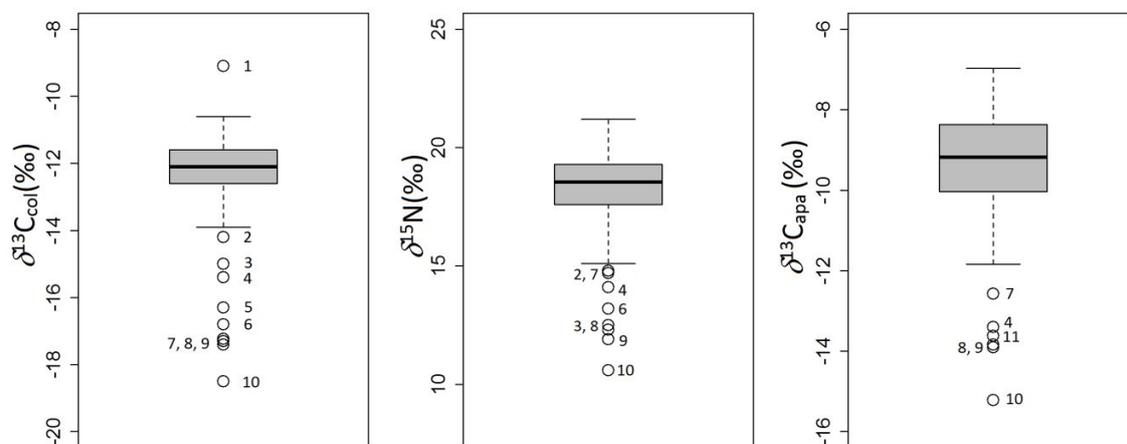


Figura 7.17. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (izq.), $\delta^{15}\text{N}$ (centro) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (der.) en individuos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados. Referencias de los datos atípicos (puntos blancos): 1) María Luisa adulto F 2) María Luisa juvenil 3) TF 26 4) BVS11 5) MFM 36 6) I. Hoste 12590 7) MFM 7 8) Río Leticia 9) María Luisa MFM 53 10) I. Navarino 12588.

7.2.2.1 Distribución por sexo y edad

Al subdividir la muestra de adultos ($n=58$) con sexo determinado, ya sea como femenino ($n=25$) o masculino ($n=33$), se observan diferencias en la mediana y la forma de la distribución de los valores isotópicos (Figura 7.18, 7.19 y 7.20). La muestra de individuos masculinos tiende a ser más asimétrica hacia la izquierda que la muestra femenina, con casos atípicos más negativos en todos los marcadores paleodietarios. Si se retiran dichos individuos, las diferencias en el promedio entre los sexos son significativas en el caso del $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (prueba T, valor $P=0,01$) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (prueba de Mann-Whitney, valor $P=0,01$), pero no en $\delta^{15}\text{N}$ (prueba T, valor $P=0,6$).

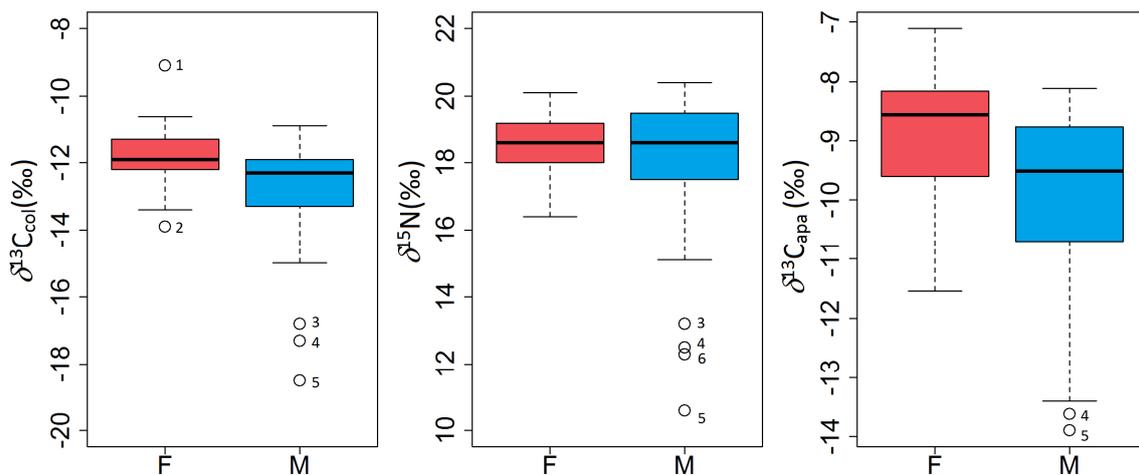


Figura 7.18. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (izq.), $\delta^{15}\text{N}$ (centro) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (der.) en individuos adultos femeninos y masculinos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados. Referencias de los datos atípicos (puntos blancos): 1) María Luisa 2) Acatushún 3) I. Hoste 12590 4) Río Leticia 5) TF26 6) I. Navarino 12588.

En la tabla 7.9 se presenta la estadística descriptiva para la muestra de adultos, dividida por sexo. La asimetría en la distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en la totalidad de la muestra está relacionada, en parte, a los individuos adultos de sexo masculino. Las diferentes medidas de dispersión de esta submuestra indican que es más heterogénea que el grupo femenino. El valor promedio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ en varones es de $-12,8 \pm 1,7$ ‰ ($n=33$), $+17,8 \pm 2,5$ ‰ para $\delta^{15}\text{N}$ ($n=33$) y $-9,95 \pm 1,65$ ‰ para $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ ($n=26$). En el

caso del $\delta^{15}\text{N}$, es notable que el 50 % de los casos centrales se concentren hacia los valores más positivos –entre 17,5 y 19,2 ‰– mientras que el rango total (9,8 ‰) es tan amplio que abarca varios niveles tróficos de diferencia. Hay cuatro individuos con valores atípicos hacia el extremo más negativo de la distribución.

El promedio en la muestra femenina es de $-11,8 \pm 0,9$ ‰ (n=25) para $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $+18,4 \pm 0,9$ ‰ para $\delta^{15}\text{N}$ (n=25) y $-8,86 \pm 1,04$ ‰ para $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (n=24). Este grupo es más homogéneo y tiende a una distribución más simétrica en los tres marcadores paleodietarios. Hay un solo individuo con un valor atípico más negativo en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, la adulta del sitio Acatushún de momentos históricos. El otro individuo atípico, procedente de María Luisa (Yesner et al. 1991), tiene un valor más positivo de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -9,1$ ‰ en comparación con la muestra.

Sexo	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}$ (‰)		$\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (‰)	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
n	25	33	25	33	24	26
Mínima	-13,9	-18,5	16,4	10,6	-11,54	-13,90
Máxima	-9,1	-10,9	20,1	20,4	-7,11	-8,11
Rango	4,8	7,6	3,7	9,8	4,43	5,79
Mediana	-11,9	-12,3	18,6	18,6	-8,55	-9,51
$\bar{x} \pm s$	$-11,8 \pm 0,9$	$-12,8 \pm 1,7$	$18,4 \pm 0,9$	$17,8 \pm 2,5$	$-8,86 \pm 1,02$	$-9,95 \pm 1,65$
Error estándar	0,2	0,3	0,2	0,4	0,21	0,32
Varianza	0,8	3	0,8	6,1	1	2,7
CV	7,7	13,5	4,9	13,9	11,5	16,6
1er cuartil	-12,2	-13,3	18	17,5	-9,61	-10,70
3er cuartil	-11,3	-11,9	19,2	19,5	-8,19	-8,77
RIQ	0,9	1,4	1,2	2	1,42	1,93
Asimetría	0,4	-2,1	-0,5	-1,6	-0,8	-1,3
Curtosis	2,3	3,4	-0,3	1,4	0,3	0,5

Tabla 7.9. Estadística descriptiva de los marcadores paleodietarios para los adultos femeninos y masculinos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados.

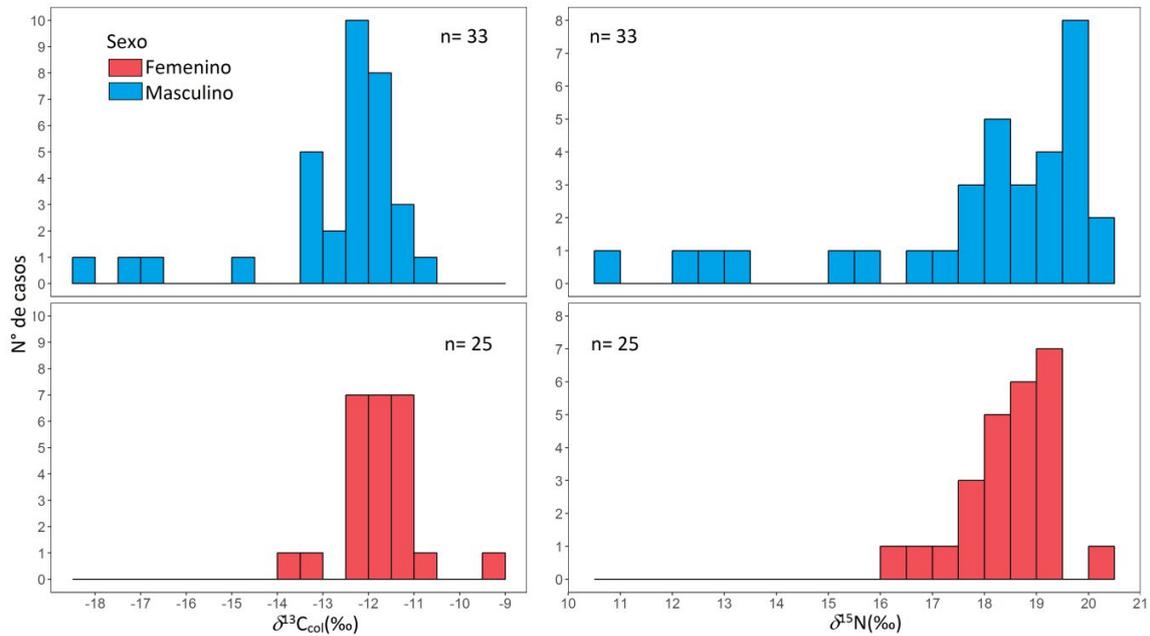


Figura 7.19. Histograma de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (izq.) y $\delta^{15}\text{N}$ (der.) en adultos de sexo femenino o masculino.

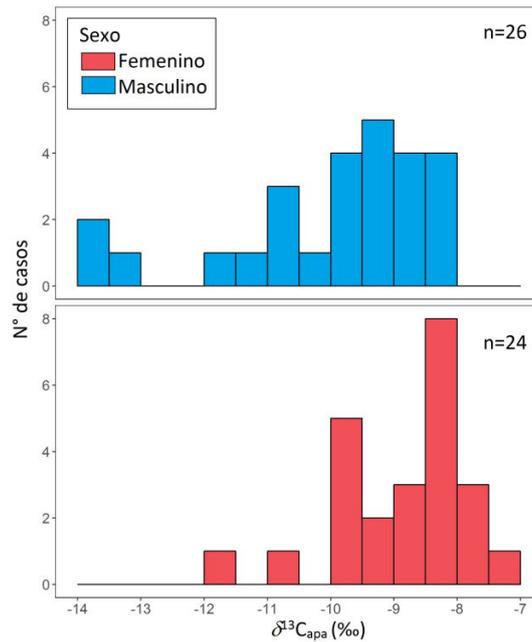


Figura 7.20. Histograma de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ en adultos de sexo femenino o masculino.

En cuanto a los valores isotópicos en los subadultos ($n=17$), las tendencias en relación con los adultos varían según la relación isotópica considerada. En el caso del carbono –tanto en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ como $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ – la mayoría se encuentra dentro del rango de

variación de los adultos, con pocos individuos atípicos (Figura 7.21 y 7.22). MFM 7 y MFM 36 tienen los valores isotópicos más negativos; incluso comparándolos con los adultos masculinos, quienes tienden hacia el extremo más negativo de la distribución de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$.

Las categorías con más individuos son los niños (n=6) y juveniles (n=9). En estos dos grupos, el rango cuartílico (RIQ) se encuentra en torno al 1,4~1,5 ‰. El individuo de María Luisa tiene un valor más bajo de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ en comparación al resto de los juveniles, pero se encuentra dentro del rango de variación esperable para los adultos de sexo masculino. El individuo Fueguino 12 se destaca por un valor más positivo de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}} = -6,97 \pm 0,08$ ‰ y es también el máximo valor observado en la totalidad de la muestra (n=81). El promedio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ en los niños y juveniles es de $-13 \pm 1,9$ ‰ y $-12,1 \pm 0,9$ ‰, respectivamente. El promedio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ es $-9,54 \pm 1,33$ ‰ en niños y $-8,82 \pm 1,02$ ‰ en juveniles.

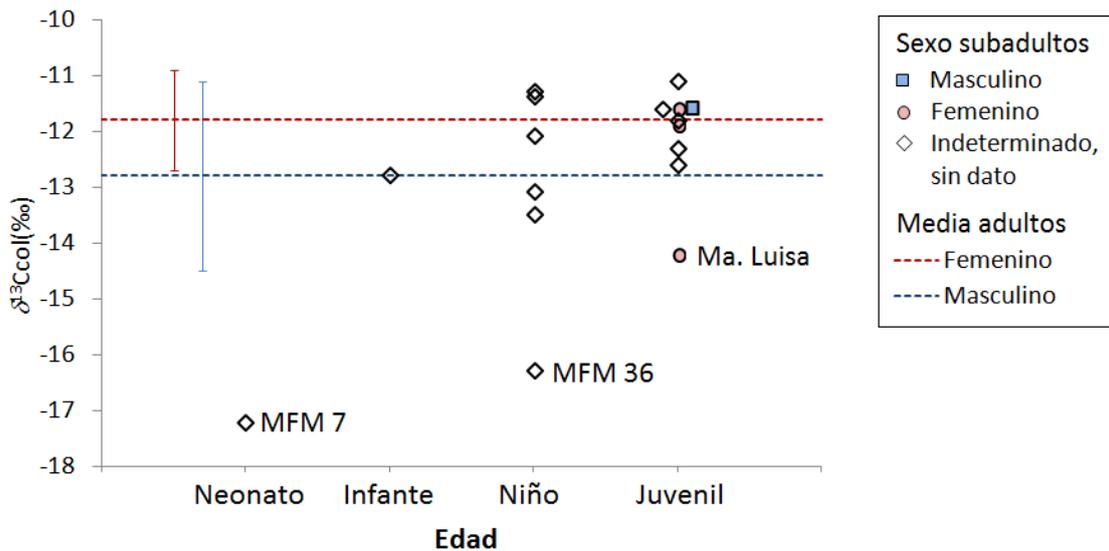


Figura 7.21. Valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ en subadultos, comparados con el promedio en adultos. Las barras verticales corresponden a un desvío estándar en la muestra de adultos.

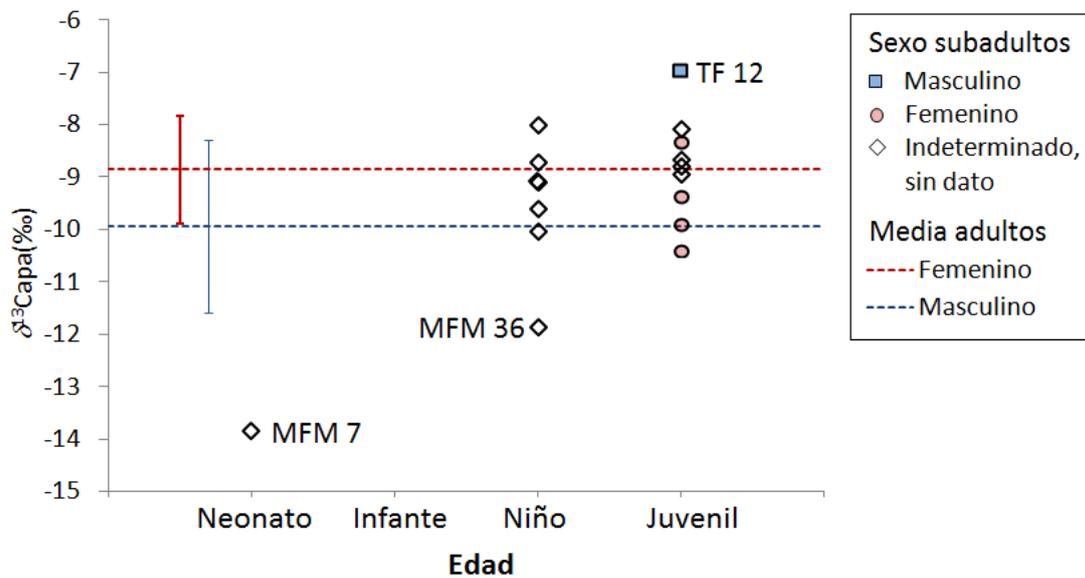


Figura 7.22. Valores de $\delta^{13}C_{apa}$ en subadultos, comparados con el promedio en adultos. Las barras verticales corresponden a un desvío estándar en la muestra de adultos.

En el caso del $\delta^{15}N$ (Figura 7.23), el único neonato analizado (MFM 7) se destaca por estar muy empobrecido en ^{15}N en comparación con el promedio de las adultas. Por otra parte, el niño MFM 58 de Caleta Falsa se encuentra muy enriquecido en ^{15}N . Es uno de los valores máximos de $\delta^{15}N$ incluso para la muestra total de individuos (n=90). Sin embargo, no tiene valores muy positivos de $\delta^{13}C$.

En el grupo de los niños hay una variación interesante. Además del mencionado individuo MFM 58, dos de ellos tienen un valor bastante elevado de $\delta^{15}N$ (I. Martillo individuo 7 y MFM 41). Otros dos individuos se aproximan al valor promedio de $\delta^{15}N$ en adultos (MFM 3 y MFM 39). Por último, el individuo MFM 36 tiene un valor bajo de $\delta^{15}N$ en comparación con las adultas, tal como se observaba en sus valores de $\delta^{13}C$ en ambas fracciones. Esto resulta en un rango total de dispersión de 5,2 ‰ dentro de una misma categoría de edad, un poco más que un nivel trófico de diferencia. La media de $\delta^{15}N$ es de $19,2 \pm 2,2$ ‰.

El rango de dispersión en los juveniles se acota a 2,3 ‰ si se excluye el caso atípico de María Luisa, más negativo en $\delta^{15}N$. El resto de los individuos en esta categoría tiene valores más similares a la tendencia central en los adultos. El promedio de $\delta^{15}N$ es $18 \pm 1,4$ ‰.

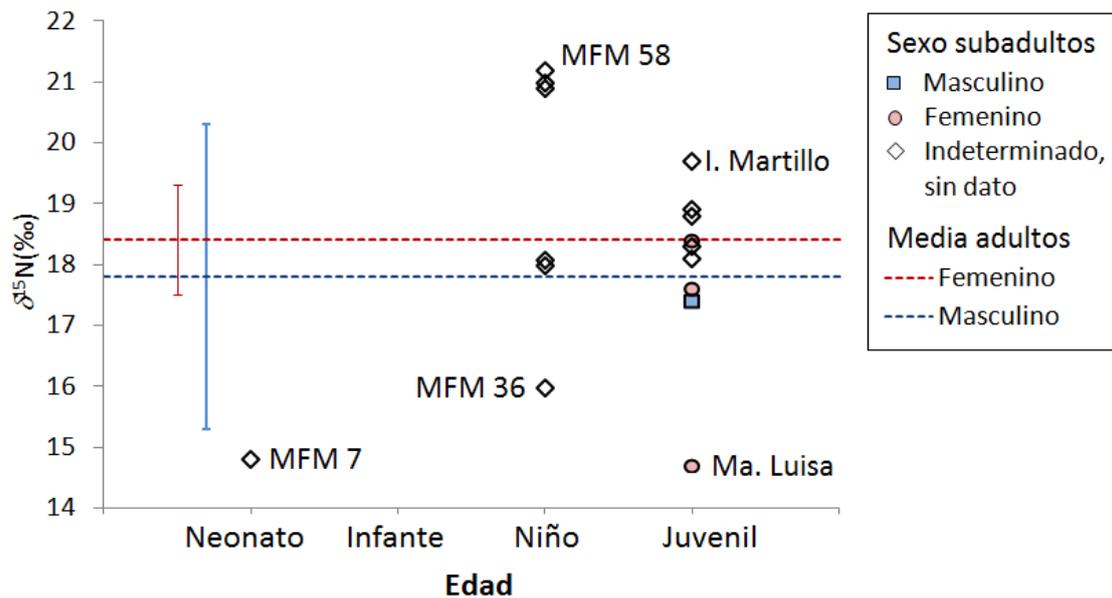


Figura 7.23. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ en subadultos, comparados con el promedio en adultos. Las barras verticales corresponden a un desvío estándar en la muestra de adultos.

7.2.3 Composición de las dietas

Se ha observado que la mayoría de los individuos conforma un agrupamiento bastante denso de valores isotópicos en el espacio- δ , definido por los diferentes ejes de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (sección 7.2.2). Para este *cluster* se realiza una sola reconstrucción paleodietaria con el modelo bayesiano. Utilizamos la mediana de los valores isotópicos y MAD⁶² como medidas de la tendencia central y la dispersión.

Por otra parte, un número menor de individuos presenta valores isotópicos muy positivos, mientras que los casos atípicos más negativo tienen una distribución lineal. Para cada uno de ellos se realiza una reconstrucción paleodietaria, para comparar en cuánto difieren sus dietas de la tendencia general.

7.2.3.1 Modelo 1. Consumo de recursos marinos y guanacos.

En la reconstrucción paleodietaria más simplificada solo estimamos la contribución de las presas marinas y los guanacos, con los valores isotópicos que se modelaron para los músculos y las grasas de estos animales. Su sencillez resulta en distribuciones de porcentajes de recursos más acotadas, que sirven como referencia para comparar con

⁶² La mediana de los desvíos absolutos es menos sensible a los casos atípicos en comparación con la desviación estándar (Quinn y Keough 2002).

otros modelos paleodietarios más complejos. En la tabla 7.10⁶³ se presentan los valores isotópicos de los recursos ingresados al modelo de mezcla bayesiano.

Recursos	n	Fracción	$\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$	s	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$	s	$\delta^{15}\text{N}$	s
Marino	238	Proteína	-14,8	1	-14,8	1	17	2,2
		Energía	-20,7	1,2	-20,7	1,2		
Guanaco	35	Proteína	-24,3	0,7	-24,3	0,7	2,3	0,9
		Energía	-30,3	0,7	-30,3	0,7		

Tabla 7.10. Modelo 1. Valores isotópicos promedio y un desvío estándar (s) en valores ‰, para los recursos marinos y los guanacos.

Los diagramas de caja (Figura 7.24) muestran la contribución estimada de recursos de origen marino y los guanacos —como presa principal del ambiente terrestre— a la dieta total del grupo más representativo, y a la de los individuos con valores isotópicos más atípicos. Cada caja contiene al 68 % de los casos centrales, mientras que los bigotes de los extremos incluyen al 95 %. La línea horizontal continua dentro de cada caja informa sobre el porcentaje promedio, mientras que la línea punteada corresponde a la mediana. Las distribuciones en general son simétricas, con dispersiones acotadas. Esto sería producto de la gran distancia que separa a los promedios de ambos grupos de recursos en los marcadores isotópicos del carbono y del nitrógeno.

Los porcentajes estimados de contribución de cada recurso deben analizarse de forma relativa y no en cifras absolutas, ya que los resultados presentan un rango de variación de acuerdo a los factores de discriminación de dieta a tejido (Bond y Diamond 2011). La tendencia general que se observa en la figura 7.24 es que la gran mayoría de los individuos, representados por la tendencia central, consumieron recursos marinos como el componente principal de la dieta en un porcentaje bastante elevado. Los guanacos se ingirieron de forma complementaria pero regular.

⁶³ La segunda columna se denomina $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$, pero los valores son los inferidos para el tejido muscular de los animales. El programa coloca dicho rótulo porque son los valores isotópicos de los recursos que se reflejan en la fracción orgánica del hueso humano. Lo mismo ocurre con la cuarta columna de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$, en el que se repiten los mismos valores que en $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$. No son mediciones sobre la apatita de la fauna, sino los valores de los músculos y grasas ingeridas que se promedian en la fracción inorgánica.

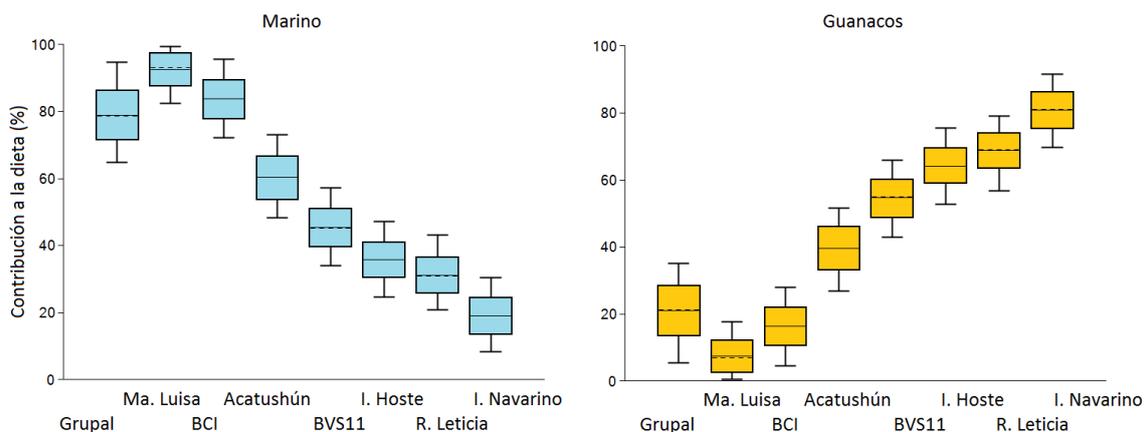


Figura 7.24. Modelo 1. Porcentaje estimado de contribución de recursos de origen marino (izq.) y los guanacos (der.) a la dieta total de los individuos.

Los individuos con valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ más positivos que la mediana, como los de María Luisa y bahía Crossley I, habrían consumido un porcentaje un poco más elevado de recursos marinos. Por otra parte, los individuos con los valores más negativos en los marcadores paleodietarios (Acatushún, I. Hoste, Río Leticia, I. Navarino) habrían consumido una combinación más variable de recursos terrestres y marinos, decreciendo la contribución de este último grupo en forma notoria en el individuo de Isla Navarino.

La distribución de porcentajes estimados de consumo de cada recurso se presenta en la tabla 7.11. A nivel grupal, se estima que la contribución de recursos marinos no es menor al 65 % y llega a un máximo del 95 %. El promedio estimado es de 79 ± 8 %. Los recursos terrestres se consumen de forma complementaria, entre un 5 y 35 %, con un promedio de 21 ± 8 %. Sin embargo, se recuerda que este modelo no incluye a las plantas como un recurso regular en la dieta.

Individuo	Recurso	P. 2,5	Mediana	Media	s	P. 97,5
Grupal	Marino	65	79	79	8	95
	Guanaco	5	21	21	8	35
María Luisa	Marino	82	93	93	5	100
	Guanaco	0	7	7	5	18
BCI	Marino	72	84	84	6	96
	Guanaco	4	16	16	6	28
Acatushún	Marino	48	60	60	6	73
	Guanaco	27	40	40	6	52
BVS11	Marino	34	45	45	6	57
	Guanaco	43	55	55	6	66

I. Hoste	Marino	25	36	36	6	47
	Guanaco	53	64	64	6	75
R. Leticia	Marino	21	31	31	6	43
	Guanaco	57	69	69	6	79
I. Navarino	Marino	8	19	19	6	30
	Guanaco	70	81	81	6	92

Tabla 7.11. Porcentaje de contribución de recursos de origen marino y guanacos a la dieta total de cada individuo, según parámetros del modelo 1. P: percentil; s: desviación estándar.

7.2.3.2 Modelo 2. Consumo de recursos marinos, guanacos y plantas

Este modelo agrega las plantas como un recurso más a ser estimado en la dieta (Tabla 7.12). Es un poco más realista, ya que considerara la variación isotópica total en los recursos terrestres; pero su complejidad también resulta en estimaciones de proporciones dietarias un poco más difusas. Por ejemplo, la proporción estimada de ingesta de guanacos, representada por la caja del 68 % de los casos centrales (Figura 7.25), es un poco más amplia que en el Modelo 1. Dicha incertidumbre se relacionaría con la gran variabilidad detectada entre los productores primarios terrestres y un menor distanciamiento de los valores isotópicos con los herbívoros.

Recursos	n	Fracción	$\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$	s	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$	s	$\delta^{15}\text{N}$	s
Marino	238	Proteína	-14,8	1	-14,8	1	17	2,2
		Energía	-20,7	1,2	-20,7	1,2		
Guanaco	35	Proteína	-24,3	0,7	-24,3	0,7	2,3	0,9
		Energía	-30,3	0,7	-30,3	0,7		
Plantas	10	Proteína	-29,5	1,1	-29,5	1,1	0,7	2,4
		Energía	-27	1,1	-27	1,1		

Tabla 7.12. Modelo 2: valores isotópicos promedio y un desvío estándar (s) en valores ‰, para los recursos marinos, los guanacos y las plantas terrestres.

En comparación con el modelo anterior, en el Modelo 2 disminuye el porcentaje de consumo de los recursos marinos y sobre todo el porcentaje estimado de ingesta de guanaco, ya que se atribuye un porcentaje menor a los vegetales (Figura 7.25). Ambos recursos terrestres tienen un rol complementario en una dieta predominantemente marina, excepto en los individuos de I. Hoste, río Leticia e I. Navarino.

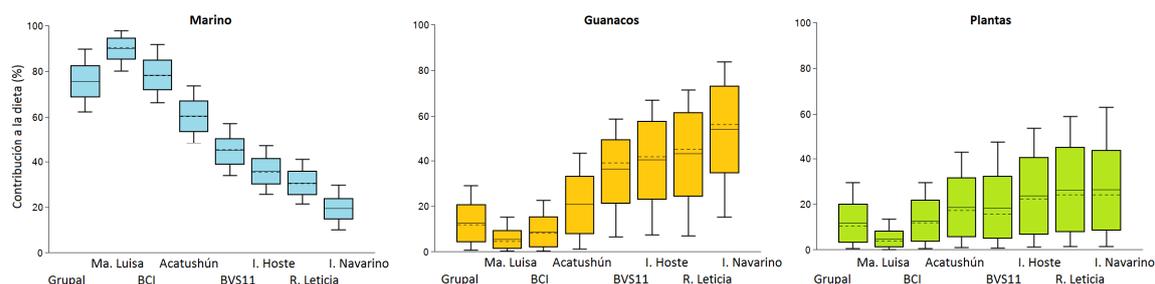


Figura 7.25. Modelo 2. Porcentaje estimado de contribución de recursos de origen marino (izq.) y los guanacos (centro) y las plantas terrestres (der.) a la dieta total de los individuos.

La contribución de recursos marinos al grupo central es entre el 62-90 % (Tabla 7.13). El promedio estimado es de 76 ± 7 %, por lo que no hay una diferencia marcada en comparación con el Modelo 1. El porcentaje de recursos terrestres se distribuye en dos fuentes: los guanacos y las plantas. En este Modelo 2 decrece la contribución de los ungulados, ubicándose entre un 1 y 29 %, con un promedio de 13 ± 8 %. Ese 1 % correspondiente al percentil 2,5 indica que es muy improbable que un recurso no sea consumido de forma regular, aunque sea en mínimas cantidades (Newsome et al. 2004). Para la mediana grupal se estima entre un 0 y un 29 % máximo para la ingesta de plantas, con una media de 12 ± 8 %.

Entre las observaciones atípicas, el individuo de María Luisa muestra la menor contribución de los recursos terrestres, seguido por el individuo de Bahía Crossley I. Para el individuo histórico de Acatushún la dieta sigue siendo predominantemente marina, pero en menor medida que la mediana grupal. Para los individuos de I. Hoste, Río Leticia e I. Navarino, el porcentaje estimado de consumo de los recursos marinos es menor que la de los guanacos. Las plantas terrestres aportan, en promedio, a un cuarto de la dieta total.

Individuo	Recurso	P. 2,5	Mediana	Media	s	P. 97,5
Grupal	Marino	62	76	76	7	90
	Guanaco	1	12	13	8	29
	Plantas	0	10	12	8	29
María Luisa	Marino	80	91	90	5	98
	Guanaco	0	4	5	4	15
	Plantas	0	4	5	4	13
B. Crossley I	Marino	66	78	78	7	92
	Guanaco	0	8	9	6	23
	Plantas	1	12	13	8	30
Acatushún	Marino	48	60	61	7	74
	Guanaco	1	21	21	12	43
	Plantas	1	17	19	12	43

BVS11	Marino	34	45	45	6	57
	Guanaco	6	39	36	14	59
	Plantas	1	16	18	13	48
I. Hoste	Marino	26	35	36	6	47
	Guanaco	7	42	41	16	67
	Plantas	1	22	24	15	54
R. Leticia	Marino	22	30	31	5	41
	Guanaco	7	45	43	18	72
	Plantas	1	24	26	17	59
I. Navarino	Marino	10	19	19	5	30
	Guanaco	15	56	54	18	84
	Plantas	1	24	26	17	63

Tabla 7.13. Porcentaje de contribución de recursos de origen marino y guanacos a la dieta total de cada individuo, según parámetros del modelo 2. P: percentil; s: desviación estándar.

7.2.3.3 Modelo 3 multivariado. Dieta proteica y total

A diferencia de los modelos de mezcla bayesianos, que trabajan con los valores de la ecología isotópica local, el modelo de Froehle et al. (2012) se basa en funciones discriminantes, generadas a partir de datos experimentales y conjuntos de poblaciones arqueológicas. Una de sus propiedades de interés es que evalúa el aporte cuantitativo entre la energía C_3 y C_4 ; estas últimas en este contexto se interpretan como correspondientes a las grasas marinas.

A partir de los puntajes de las funciones discriminantes, la mayor parte de los individuos se clasificaron en el *cluster* 3 del modelo multivariado de Froehle et al. (2012) (Figura 7.26). La dieta de dicho grupo se describe en términos generales como integrada predominantemente por proteínas de origen marino, con un 50 % de energía C_3 y 50 % C_4 . Se reitera que en el ambiente de Patagonia austral se interpreta ese componente C_4 como correspondiente a las grasas de origen marino. No hay diferencias notables entre los que proceden del canal Beagle y Península Mitre.

El *cluster* 1 incluye a los individuos con una dieta monoisotópica, con un consumo de 100 % proteínas C_3 y 100 % de energía C_3 . Además de los adultos de islas Hoste y Navarino que se habían ubicado en el *cluster* 1 (Froehle et al. 2012), se sumaron dos nuevos individuos a este grupo: un neonato (MFM 07) y el adulto de río Leticia. La caracterización de la dieta de este último individuo difiere del modelo de mezcla bayesiano, lo que se retomará en el capítulo de Discusión.

Hay cinco individuos que no se pueden asignar a ningún grupo: BVS 11, Acatushún, Bahía Crossley I, MFM 36 y MFM 58. Los dos últimos son subadultos que presentan

valores atípicos de $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ en su categoría de edad, y el resto son adultos que también tienen valores atípicos en los marcadores paleodietarios.

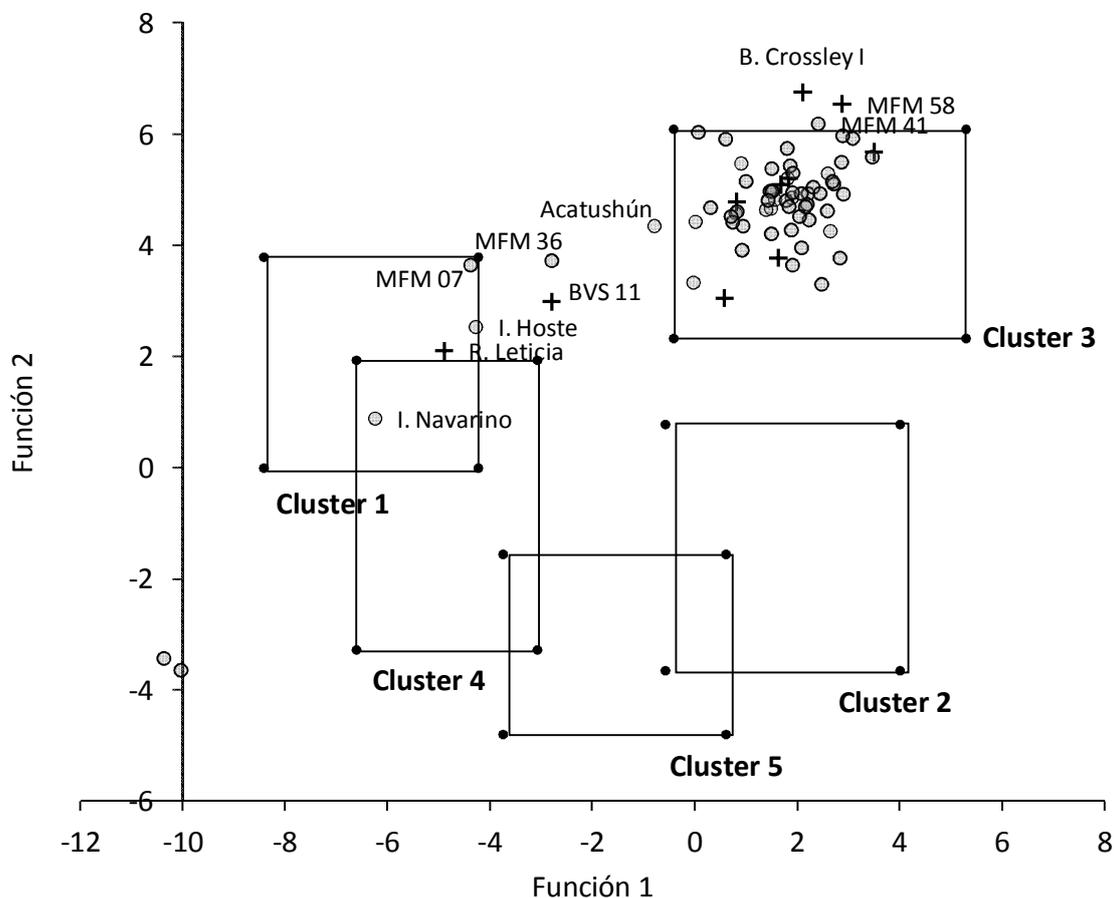


Figura 7.26. Individuos del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados, clasificados en clusters con dietas caracterizadas por Froehle et al. (2012).

7.2.4 Variación de $\delta^{18}\text{O}$

Hay un total de 69 individuos con mediciones de $\delta^{18}\text{O}_c$ óseo, uno de ellos es sobre esmalte (BCI). A diferencia de los marcadores paleodietarios, estos valores siguen una distribución normal; aunque con una moda un poco más alta (Figura 7.27; prueba de Shapiro-Wilks, valor $P > 0,05$). En la tabla 7.14 se muestra la estadística descriptiva correspondiente. También se calcularon medidas de dispersión robustas a datos atípicos (Lightfoot y O'Connell 2016). Estos son el rango intercuartílico (RIQ) y la mediana de los desvíos absolutos con respecto a la mediana (MAD_{norm}).

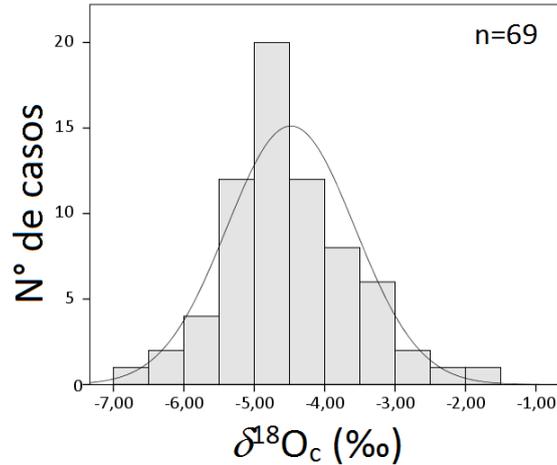


Figura 7.27. Distribución de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ (VPDB) medidos en los individuos. La curva (línea sólida) corresponde a una distribución normal con la misma media y desviación estándar que las de los datos.

El promedio de $\delta^{18}\text{O}_c$ es de $-4,48 \pm 0,91$ ‰. El rango abarca 4,84 ‰. No obstante, una medida de dispersión más robusta como el rango intercuartílico es bastante más acotada (1,14 ‰). Lo mismo sucede con la comparación entre la desviación estándar y MAD_{norm} , con valores de 0,91 y 0,85 respectivamente. Esto indica una muestra relativamente homogénea con baja dispersión.

$\delta^{18}\text{O}_c$ (‰)			
N	69	Rango	4,84
Mínima	-6,74	RIQ	1,14
Máxima	-1,9	MAD_{norm}	0,85
$\bar{x} \pm s$	$-4,48 \pm 0,91$	Varianza	0,82
Mediana	-4,56	CV	20,3
1er cuartil	-5,1	Error estándar	0,1
3er cuartil	-3,97		
Asimetría	0,5		
Curtosis	0,4		

Tabla 7.14. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ (VPDB) para la muestra de individuos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados.

A partir de las medidas de dispersión, se grafican diferentes métodos para identificar individuos con valores atípicos de $\delta^{18}\text{O}_c$ en la muestra (Figura 7.28). Fuera de dos desviaciones estándar de la media (línea con punto y guión), se identifican cuatro

casos atípicos. El número de casos disminuye a uno con el método IQR de Tukey (línea con guión). Con el método más robusto, $3 \cdot \text{MAD}_{\text{norm}} \pm \text{mediana}$ (línea de puntos), no se identifica ningún individuo como atípico.

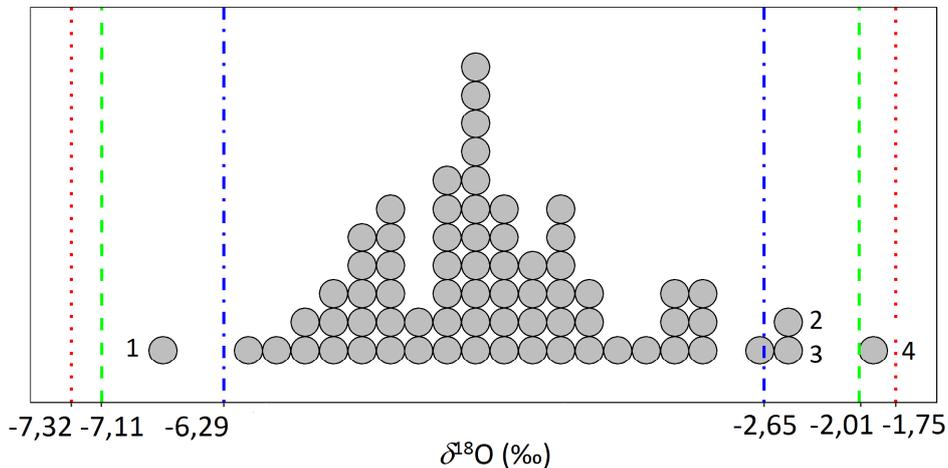


Figura 7.28. Individuos con valores atípicos de $\delta^{18}\text{O}_c$ según diferentes métodos de identificación. Referencias: 1) Ea. Harberton; 2) MFM 74; 3) Niño I. Martillo; 4) MFM 9. Línea con guión y punto: $\bar{x} \pm s \cdot 2$. Línea con guión: método IQR de Tukey con $1,5 \cdot \text{RIQ}$ desde el 1er y 3er cuartil. Línea con puntos: $3 \cdot \text{MAD}_{\text{norm}} \pm \text{mediana}$.

7.2.4.1 Distribución de $\delta^{18}\text{O}_c$ en relación con el sexo y edad

La distribución de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ es muy similar entre los adultos de ambos sexos (Figura 7.29), con forma normal (prueba de Shapiro-Wilks, valor $P > 0,05$). A diferencia de los marcadores paleodietarios, no se observan ni valores atípicos⁶⁴, ni una diferencia significativa entre los sexos en el valor de $\delta^{18}\text{O}_c$ medio (prueba de t , valor $P > 0,05$). La estadística descriptiva se presenta en la tabla 7.15. El promedio de $\delta^{18}\text{O}_c$ en las mujeres ($n=21$) es de $-4,42 \pm 0,9 \text{ ‰}$ y $-4,63 \pm 0,98 \text{ ‰}$ en los varones ($n=22$).

⁶⁴ Los diagramas de caja en R definen los datos atípicos con el método IQR de Tukey.

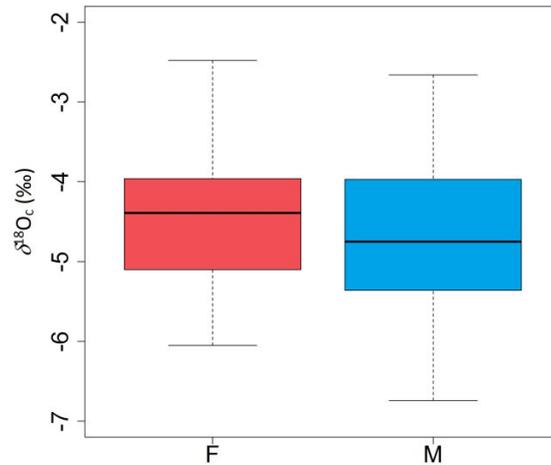


Figura 7.29. Distribución de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ en adultos de sexo femenino (n=21) y masculino (n=22) de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados. Dato atípico (punto blanco): MFM 9.

	$\delta^{18}\text{O}_c$ (‰)	
	Femenino	Masculino
N	21	22
Mínima	-6,05	-6,74
Máxima	-2,48	-2,66
Rango	3,57	4,08
$\bar{x} \pm s$	$-4,42 \pm 0,9$	$-4,63 \pm 0,98$
Varianza	0,81	0,96
Error estándar	0,2	0,2
Mediana	-4,39	-4,75
1er cuartil	-5,1	-5,36
3er cuartil	-3,96	-3,97
RIQ	1,14	1,39
Asimetría	0,1	0,2
Curtosis	-0,2	-0,2
CV	20,4	21,2

Tabla 7.15. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ (VPDB) en adultos de sexo femenino y masculino para la muestra de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados.

Con respecto a los subadultos (n=14), la categoría de los niños tiene la mayor dispersión en $\delta^{18}\text{O}_c$ (Figura 7.30). El individuo de isla Martillo y el individuo S8-5 de Caleta Falsa son los únicos que se alejan de la tendencia central de $\delta^{18}\text{O}_c$ definida en adultos.

Tienen un valor más positivo en comparación con el resto de los niños, aunque no son el máximo observado para la muestra total más amplia.

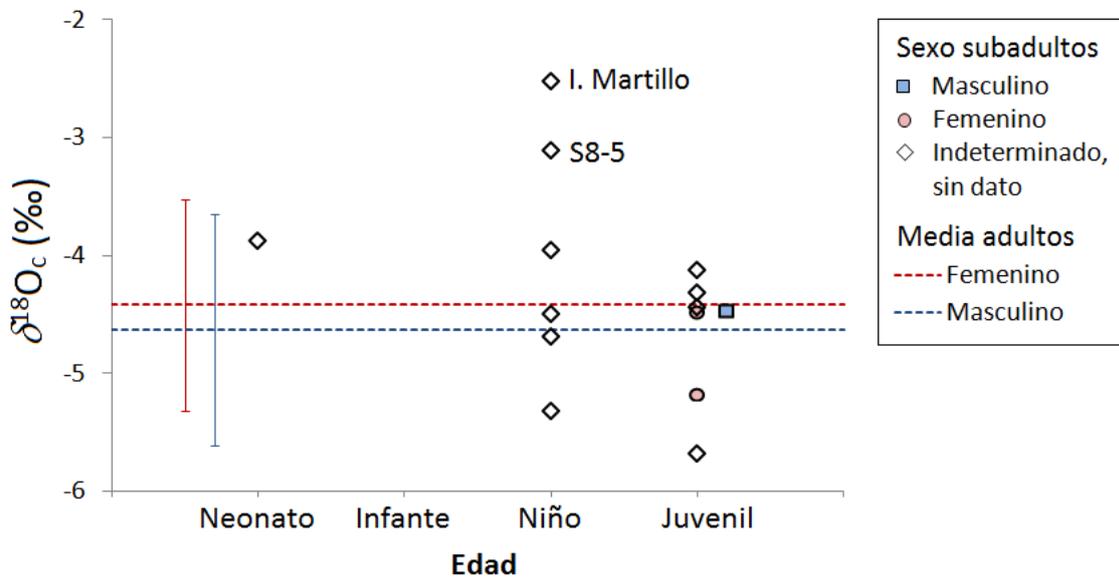


Figura 7.30. Valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ en subadultos, comparados con el promedio en adultos. Las barras verticales corresponden a un desvío estándar en la muestra de adultos.

7.2.5 Relación entre marcadores paleodietarios y de movilidad

Los diagramas de dispersión que relacionan los valores de $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ con los de $\delta^{18}\text{O}_c$ generan nubes de puntos muy difusas (Figura 7.31). En el eje vertical hay individuos que se alejan del grupo más numeroso, con valores de $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y/o $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ más negativos. Estos individuos que ya identificamos en las secciones anteriores no tienen valores atípicos de $\delta^{18}\text{O}_c$, ya que no se alejan demasiado de la línea punteada vertical que marca la media muestral de $\delta^{18}\text{O}_c$. No se observa una relación directa entre cada marcador dietario y el de movilidad.

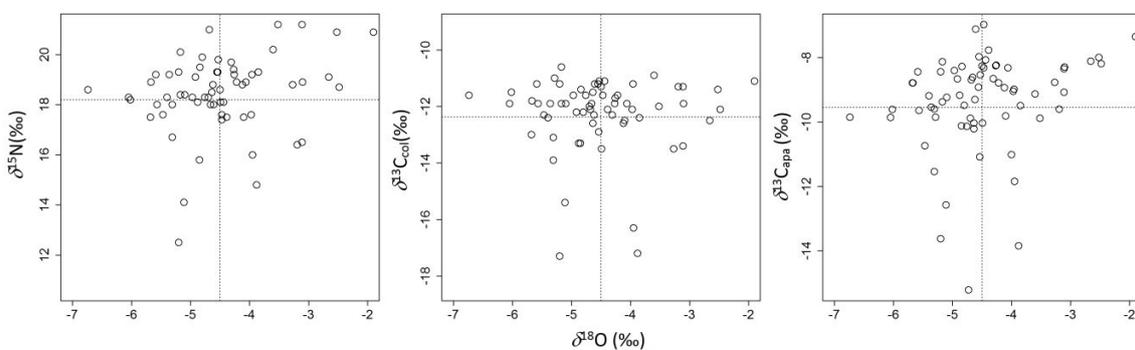


Figura 7.31. Dispersión de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (izq.), $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (centro) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (izq.) en relación con valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ en individuos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados. Las líneas punteadas indican la media del marcador isotópico correspondiente al eje.

7.2.6 Variaciones isotópicas por sectores geográficos

La muestra del canal Beagle comprende a 75 individuos. La muestra de Península Mitre es más acotada, con 19 individuos. A su vez, para cada marcador isotópico varía el tamaño de la muestra (Tabla 7.16).

Con respecto a los marcadores paleodietarios, la muestra del canal Beagle presenta distribuciones similares en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$: es marcadamente asimétrica hacia la izquierda, con picos muy pronunciados (Figura 7.32, Figura 7.33). La mayoría de los individuos se concentra en un rango muy acotado, tal como se observa en el tamaño de las cajas y el rango intercuartílico: la dispersión del 50 % de los casos centrales se limita a un intervalo entre 1 y 1,5 %. La muestra de Península Mitre e Isla de los Estados también tiene una distribución asimétrica hacia la izquierda, pero con colas más cortas y mayor dispersión de los casos centrales en el rango intercuartílico. Específicamente en $\delta^{15}\text{N}$, dicho rango es de 3,8 ‰. Las diferentes medidas de dispersión en los marcadores isotópicos indican que la muestra de Península Mitre e Isla de los Estados es más heterogénea que la del canal Beagle.

Sin excluir los casos atípicos más empobrecidos en el isótopo pesado, los valores promedios son similares entre la muestra del canal Beagle y Península Mitre e Isla de los Estados (Tabla 7.16). Por otra parte, si se consideran las medianas menos influenciadas por los valores atípicos, el grupo del canal tiende hacia valores más positivos en $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ que el grupo de Península Mitre.

Para evaluar los promedios de los valores isotópicos sin los individuos que se identificaron recurrentemente como casos atípicos (Figura 7.32), se los excluye de las pruebas estadísticas. Por la diferencia significativa de las varianzas entre las muestras, se ajustaron modelos lineales generales con modelado de la estructura de varianzas a los datos para la comparación. En estos no se rechazaron los supuestos⁶⁵ de homogeneidad de varianzas (prueba de Levene, $p > 0,05$). Según estos modelos, el promedio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ no es significativamente diferente entre el grupo del canal Beagle y Península Mitre (MLG, $F_{1,77}=0,88$, valor $p = 0,4$), ni el promedio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ ($F_{1,67}=4,03$, valor $p = 0,05$) o $\delta^{15}\text{N}$ ($F_{1,75}=0,34$, valor $p = 0,6$).

⁶⁵ La normalidad de los residuos en no se rechaza en $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (Prueba de Shapiro-Wilks, valor $p > 0,05$) pero sí en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$. No obstante, el cumplimiento de este supuesto en estos modelos no es tan crítico como sí es el de la homocedasticidad (Quinn y Keough 2002).

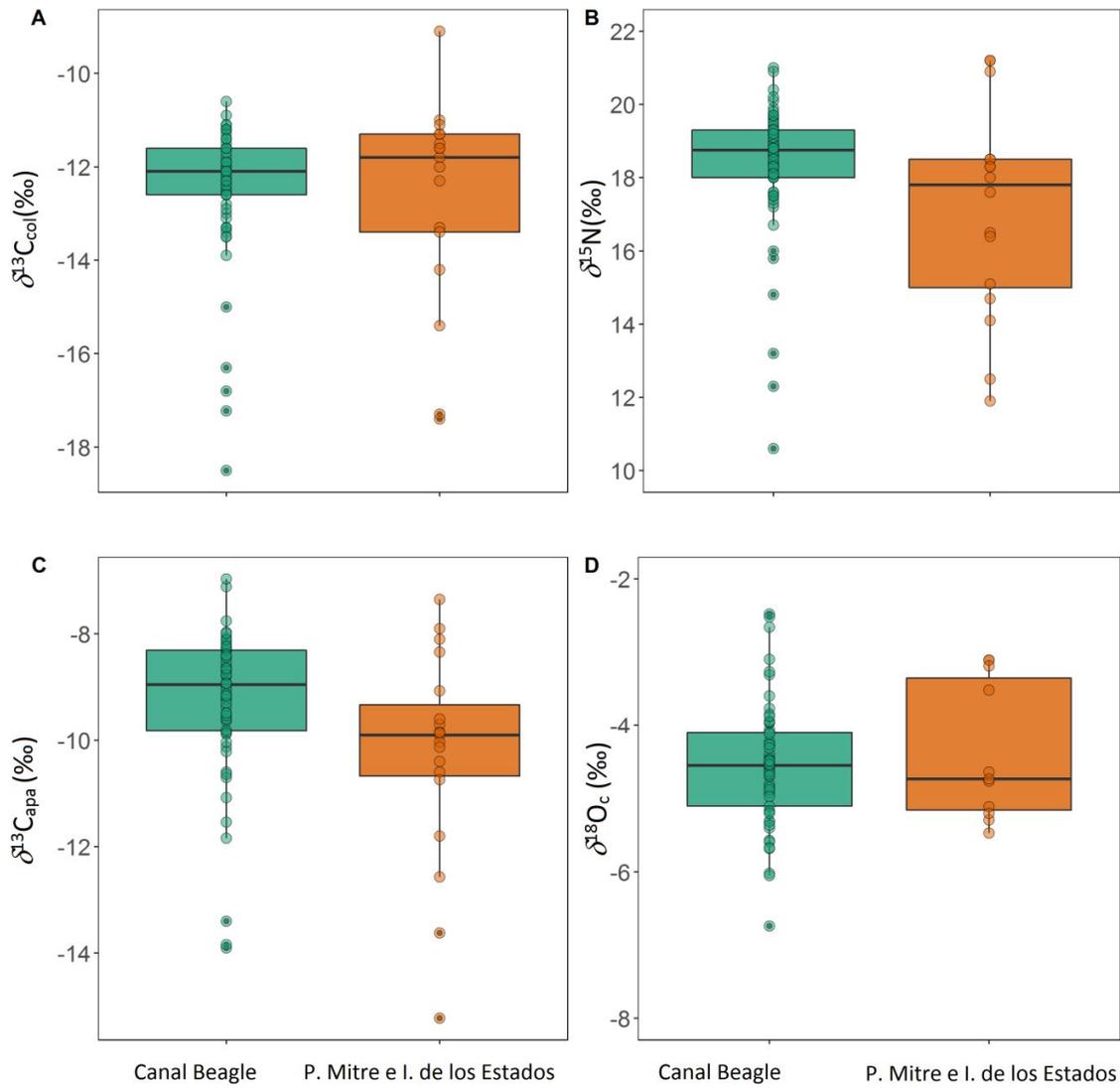


Figura 7.32. Distribución de los valores de $\delta^{13}C_{col}$, $\delta^{15}N$, $\delta^{13}C_{apa}$ y $\delta^{18}O_c$ (‰) en individuos agrupados por sectores: canal Beagle (verde) y Península Mitre e Isla de los Estados (naranja).

Sector	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}$ (‰)		$\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (‰)		$\delta^{18}\text{O}_c$ (‰)	
	CB	PM	CB	PM	CB	PM	CB	PM
N	72	17	71	16	60	19	57	12
Mínima	-18,5	-17,4	10,6	11,9	-13,90	-15,22	-6,74	-5,47
Máxima	-10,6	-9,1	21,0	21,2	-6,97	-7,35	-2,48	-1,90
Rango	7,9	8,3	10,4	9,3	6,93	7,87	4,26	3,57
\bar{x}	-12,4	-12,7	18,4	17,1	-9,29	-10,25	-4,55	-4,17
s	1,4	2,3	1,7	9	1,41	1,96	0,85	1,15
Varianza	2,0	5,1	3,0	8,2	1,99	3,83	0,72	1,32
E.E.	0,2	0,5	0,2	0,7	0,18	0,45	0,11	0,33
Mediana	-12,1	-11,8	18,8	17,8	-8,96	-9,90	-4,55	-4,68
MAD	0,5	0,7	0,6	2	0,67	0,83	0,7	0,7
CV	11,3	17,8	9,5	16,8	15,2	19,1	18,7	27,6
1er cuartil	-12,6	-13,4	18,0	14,7	-9,85	-10,74	-5,15	-5,20
2do cuartil	-11,6	-11,3	19,3	18,5	-8,31	-9,07	-4,11	-3,19
RIQ	1	2,1	1,3	3,8	1,54	1,67	1,04	2,01
Asimetría	-2,5	-1	-2,3	-0,3	-1,6	-1	0,3	0,7
Curtosis	6,5	0,1	6,7	-0,8	2,8	0,63	0,9	-0,9

Tabla 7.16. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$ (‰) en el grupo del canal Beagle (CB) y Península Mitre e Isla de los Estados (PM).

Las formas de las distribuciones de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ son distintas a las de los marcadores paleodietarios (Figura 7.33). El grupo del canal Beagle tiene una forma acampanada y simétrica (Figura 7.33, Tabla 7.16), y los individuos de Península Mitre completan las frecuencias para formar una distribución prácticamente normal. Este último grupo en sí mismo es ligeramente más asimétrico hacia la derecha, sin una moda pronunciada, pero con el valor más positivo de $\delta^{18}\text{O}_c$ para el total de la muestra. Sin necesidad de excluir los casos atípicos –pero modelando las varianzas– no se detectan diferencias significativas entre los promedios de $\delta^{18}\text{O}_c$ del canal Beagle y Península Mitre (MLG; $F_{1,66}=1,29$, valor $p=0,26$).

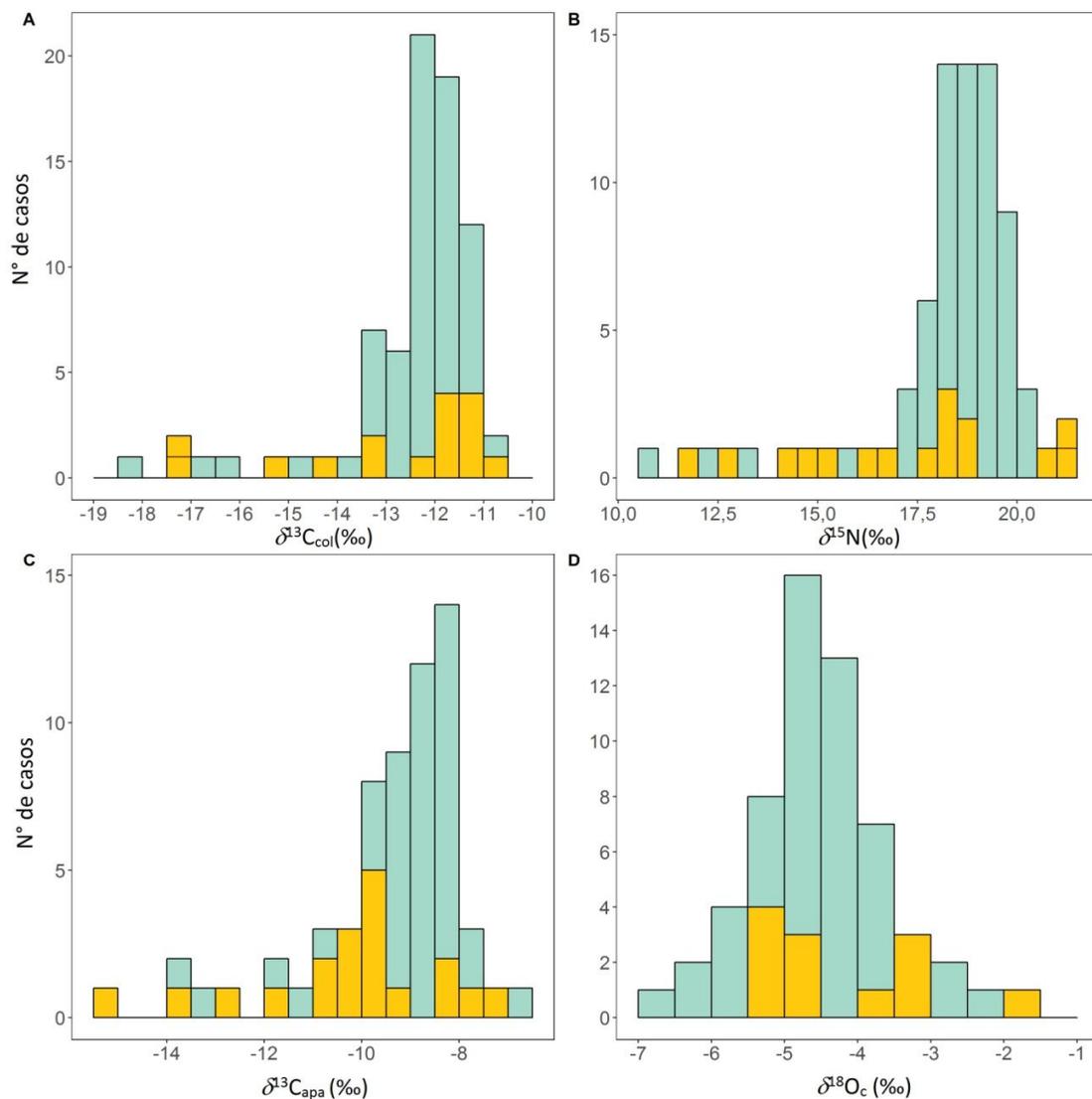


Figura 7.33. Histogramas superpuestos de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$ en individuos agrupados por sectores: Canal Beagle (celeste) y Península Mitre e Isla de los Estados (naranja).

7.2.6.1 Distribución por sexo y edad

Con respecto a los individuos procedentes de Península Mitre, la subdivisión de la muestra por sexo y edad genera grupos muy pequeños ($n < 5$). Si bien se pueden describir tendencias generales, el tamaño de la muestra tiene un efecto importante en la variabilidad de los valores δ observados.

En relación con $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, se puede señalar que el rango de distribución de los valores de los individuos de Península Mitre no es muy diferente a los del canal Beagle (Figura

7.34). En primer lugar, se destaca la adulta de María Luisa con el valor máximo para toda la muestra ($-9,1 \text{ ‰}$). En segundo lugar, la diferencia en la mediana entre los adultos masculinos y femeninos es más pronunciada en Península Mitre (Tabla 7.17). Asimismo, la mediana de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ en los adultos varones es la más negativa de todas las categorías. En el caso del canal Beagle, si se excluyen los tres casos atípicos (TF 26, Isla Hoste e I. Navarino), no hay una diferencia significativa en el promedio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ entre el sexo femenino ($n=22$; $-11,9 \pm 0,8 \text{ ‰}$) y masculino ($n=26$; $-12,2 \pm 0,7 \text{ ‰}$). Prueba de t , valor $P > 0,05$).

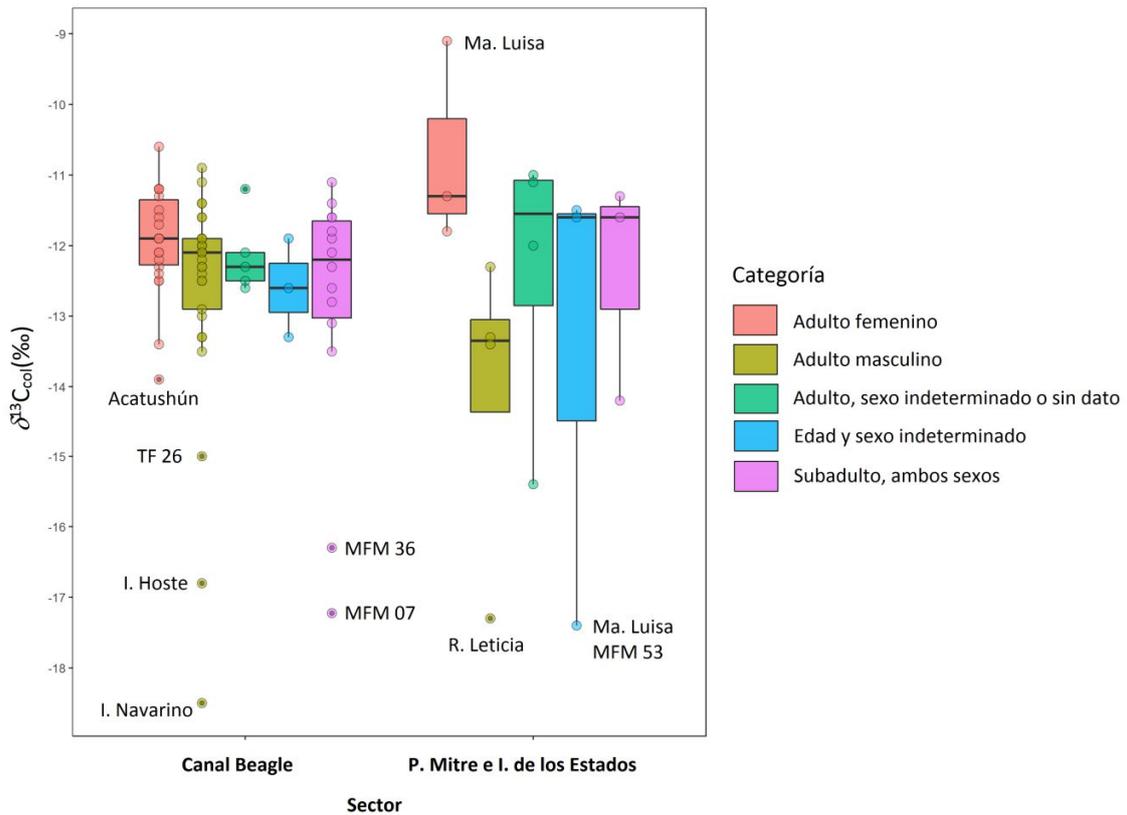


Figura 7.34. Comparación de la distribución de valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, a través de diferentes categorías de sexo y edad.

Sector	Canal Beagle					Península Mitre				
	Indet, s/d	Adulto			Subadulto	Indet, s/d	Adulto			Subadulto
Sexo	Indet, s/d	Indet, s/d	Femenino	Masculino	Ambos sexos	Indet, s/d	Indet, s/d	Femenino	Masculino	Ambos sexos
n	3	5	22	29	14	3	4	3	4	3
Min	-13,3	-12,6	-13,9	-18,5	-17,2	-11,6	-15,4	-11,8	-17,3	-14,2
Max	-11,9	-11,2	-10,6	-10,9	-11,1	-11,5	-11,0	-9,1	-12,3	-11,3
Rango	1,4	1,4	3,3	7,6	6,1	0,1	4,4	2,7	5	2,9
$\bar{x} \pm s$	-12,6 ± 0,7	-12,1 ± 0,6	-11,9 ± 0,8	-12,6 ± 1,6	-12,8 ± 1,8	-13,5 ± 3,4	-12,4 ± 2,1	-10,7 ± 1,4	-14,1 ± 2,2	-12,4 ± 1,6
Varianza		0,3	0,6	2,6	3,3					
Mediana	-12,6	-12,3	-11,9	-12,1	-12,2	-11,6	-11,6	-11,3	-13,4	-11,6
1er cuartil	-13,3	-12,5	-12,3	-13,0	-13,1	-17,4	-15,4	-11,8	-17,3	-14,2
3er cuartil	-11,9	-12,1	-11,3	-11,9	-11,6	-11,5	-11,1	-9,1	-13,3	-11,3
Asimetría		1,6	-0,9	-2,4	-1,7					
Curtosis		0,3	0,8	5,2	1,2					

Tabla 7.17. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, en diferentes categorías de sexo y edad.

En el caso del $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 7.35), los individuos con los valores más altos son tres subadultos de ambos sectores, y dos adultos de sexo indeterminado de Península Mitre: MFM 9 ($\delta^{15}\text{N}= 20,9 \text{ ‰}$) y BCI ($\delta^{15}\text{N}= 21,2\text{‰}$). Por otro lado, los adultos masculinos de Península Mitre tienen la mediana más baja entre todas las categorías ($n=4$; $+15,8 \text{ ‰}$) y los individuos se distribuyen hacia el extremo empobrecido en ^{15}N . Si bien hay un efecto del tamaño de la muestra, los valores máximos y mínimos (Tabla 7.18) y los límites de las cajas en el diagrama (Figura 7.35) indican una dispersión importante de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en Península Mitre. En el canal Beagle se observa una tendencia similar al $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$: si se retiran los tres casos atípicos con los valores más bajos de $\delta^{15}\text{N}$, no hay una diferencia significativa en la media de $\delta^{15}\text{N}$ entre el sexo femenino ($n=22$; $+18,6 \pm 0,9 \text{ ‰}$) y masculino ($n=26$; $+18,8 \pm 1,1 \text{ ‰}$. Prueba de t , valor $P > 0,05$).

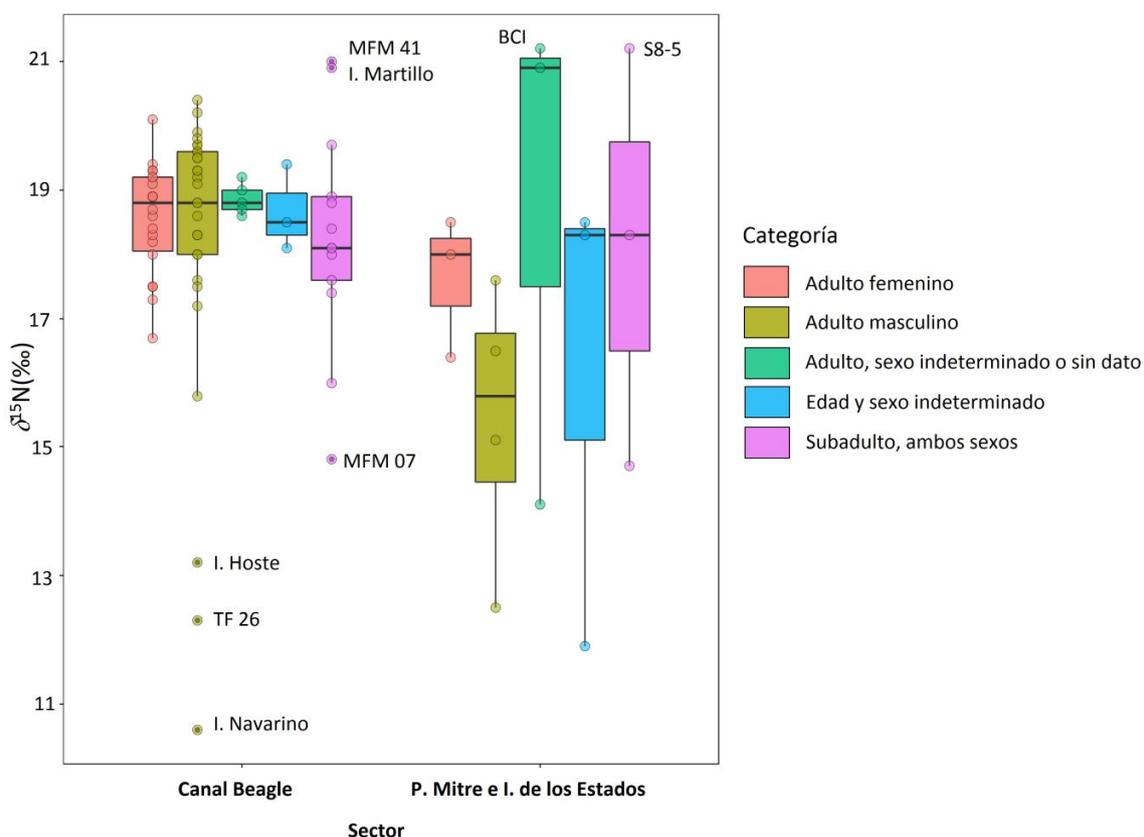


Figura 7.35. Comparación de la distribución de valores de $\delta^{15}\text{N}$ entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, a través de diferentes categorías de sexo y edad.

Sector	Canal Beagle					Península Mitre				
Edad	Indet/ sin dato	Adulto			Subadulto	Indet/ sin dato	Adulto			Subadulto
Sexo	Indet/ sin dato	Indet/ sin dato	Femenino	Masculino	Ambos sexos	Indet/ sin dato	Sexo indet.	Femenino	Masculino	Ambos sexos
n	5	3	22	29	13	3	3	3	4	3
Mínima	18,6	18,1	16,7	10,6	14,8	11,9	14,1	16,4	12,5	14,7
Máxima	19,2	19,4	20,1	20,4	21,0	18,5	21,2	18,5	17,6	21,2
Rango	0,6	1,3	3,4	9,8	6,2	6,6	7,1	2,1	5,1	6,5
$\bar{x} \pm s$	18,9 ± 0,2	18,7 ± 0,7	18,6 ± 0,9	18,1 ± 2,4	18,3 ± 1,7	16,2 ± 3,8	18,7 ± 4	17,6 ± 1,1	15,4 ± 2,2	18,1 ± 3,3
Varianza	0,1	0,1	0,7	5,6	3,0					
Mediana	18,8	18,5	18,8	18,8	18,1	20,9	18,7	18,0	15,8	18,3
1er cuartil	18,7	18,1	18,0	18	17,6	14,1	14,7	16,4	12,5	14,7
3er cuartil	19	19,4	19,2	19,6	18,9	21,2	21,1	18,5	16,5	21,2
Asimetría	0,6		-0,5	-1	-0,2					
Curtosis	-1,2		-0,5	3,1	-0,1					

Tabla 7.18. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, en diferentes categorías de sexo y edad.

En $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, las cajas correspondientes a los individuos de Península Mitre –excepto por las adultas– se encuentran hacia el extremo más negativo, en comparación a los del canal Beagle (Figura 7.36). Ambos sectores presentan una notable dispersión de los valores isotópicos (Tabla 7.19), pero la distribución del 50 % de los casos centrales es más similar entre las categorías del canal. Finalmente, si se exceptúan los casos atípicos entre los adultos (Acatushún, I. Hoste e I. Navarino), el promedio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ del grupo femenino del canal (n=19; $-8,72 \pm 0,87 \text{ ‰}$) no es estadísticamente diferente del masculino (n=19; $-9,28 \pm 0,8 \text{ ‰}$). Prueba *t*, valor *P* = 0,05).

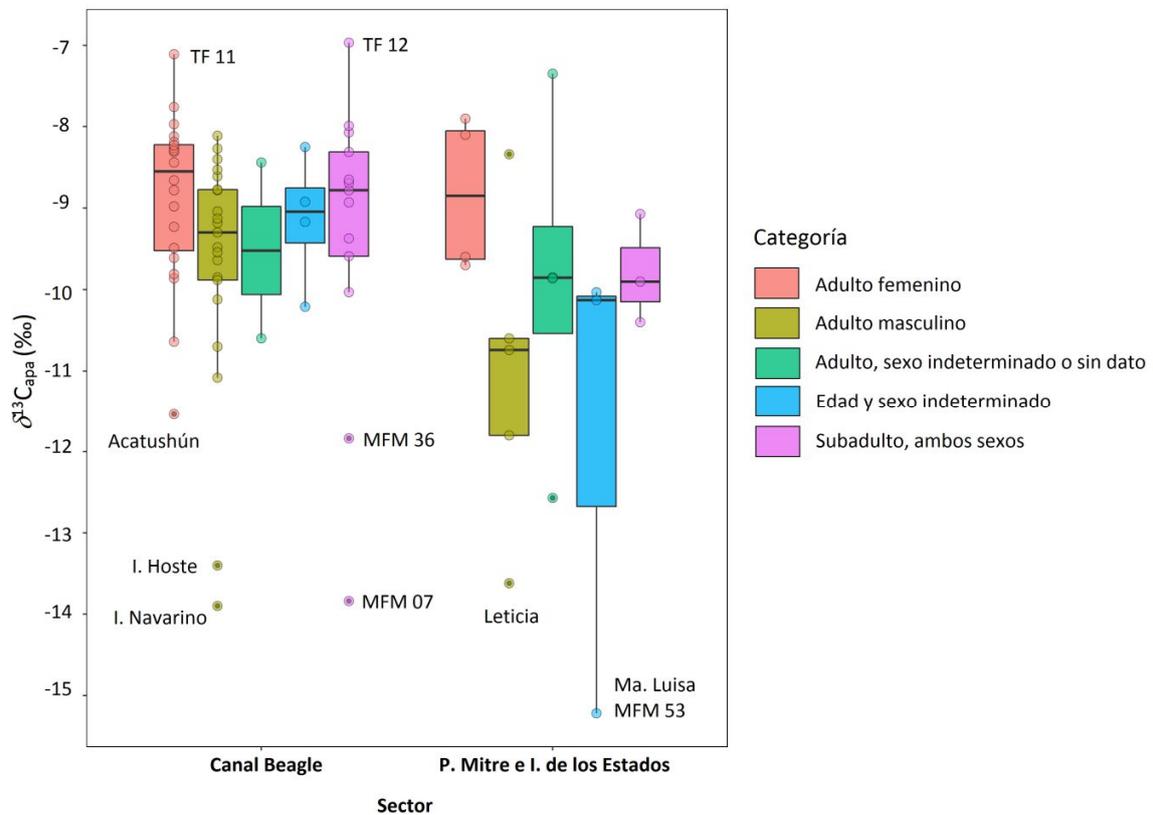


Figura 7.36. Comparación de la distribución de valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (‰) entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, a través de diferentes categorías de sexo y edad.

Sector	Canal Beagle					Península Mitre				
Edad	Indet/ sin dato	Adulto			Subadulto	Indet/ sin dato	Adulto			Subadulto
Sexo	Indet/ sin dato	Indet/ sin dato	Femenino	Masculino	Ambos sexos	Indet/ sin dato	Indet/ Sin dato	Femenino	Masculino	Ambos sexos
n	4	2	20	21	13	3	4	4	5	3
Mínima	-10,21	-10,60	-11,54	-13,9	-13,84	-15,22	-12,57	-9,7	-13,62	-10,4
Máxima	-8,25	-8,44	-7,11	-8,11	-6,97	-10,03	-7,35	-7,9	-8,34	-9,07
Rango	1,96	2,16	4,43	5,79	6,87	5,19	5,22	1,8	5,28	1,33
$\bar{x} \pm s$	-9,14 ± 0,81	-9,52	-8,86 ± 1,05	-9,7 ± 1,52	-9,31 ± 1,79	-11,79 ± 2,97	-9,91 ± 2,13	-8,83 ± 0,96	-11,02 ± 1,92	-9,79 ± 0,67
Varianza			1,11	2,31	3,21		4,55			
Mediana	-9,04		-8,55	-9,3	-8,78	-10,13	-9,85	-8,85	-10,74	-9,9
1er cuartil	-10,21		-9,61	-9,88	-9,54	-15,22	-12,57	-9,7	-11,80	-10,40
2do cuartil	-8,92		-8,23	-8,77	-8,31	-10,03	-9,85	-8,1	-10,60	-9,07
Asimetría			-0,9	-1,79	-1,55		-0,3			
Curtosis			0,4	2,1	1,36		2			

Tabla 7.19. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (‰) entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, en diferentes categorías de sexo y edad.

Con respecto a $\delta^{18}\text{O}_c$, hay un desbalance más marcado entre el tamaño de la muestra del canal Beagle (n=57) y Península Mitre (n=12). De este último sector, hay una sola medición sobre un subadulto (MFM 58 S8-5 de Caleta Falsa, $\delta^{18}\text{O}_c = -3,11 \text{ ‰}$) y un adulto de sexo femenino (MFM 59 de Caleta Falsa S7-s/n, $\delta^{18}\text{O}_c = -3,19 \text{ ‰}$). Esto dificulta la comparación entre los sectores por categorías (Figura 7.37). Pero en términos generales, se puede observar que con la subdivisión de la muestra y el método de Tukey se detectan más individuos atípicos que en la figura 7.24, el cual incluye la totalidad de la muestra. Los límites de las cajas (el primer y tercer cuartil en la tabla 7.20) se encuentran entre $-5,47 \text{ ‰}$ y $-3,11 \text{ ‰}$, por lo que los casos centrales se distribuyen en intervalos relativamente similares. La categoría de adultos de sexo indeterminado de Península Mitre (n=4) es el más disperso: el rango intercuartílico es de $2,36 \text{ ‰}$. También presenta la mediana más positiva de $-4,73 \text{ ‰}$.

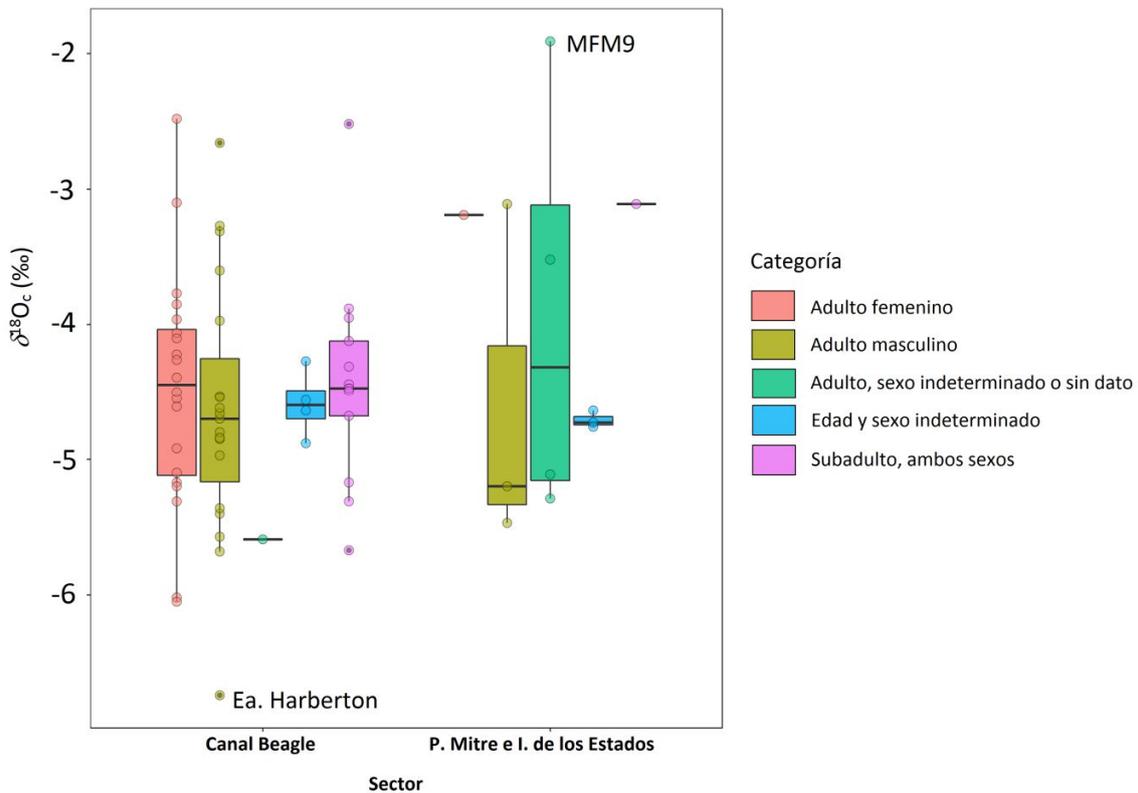


Figura 7.37. Comparación de la distribución de valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, a través de diferentes categorías de sexo y edad.

Sector	Canal Beagle					Península Mitre				
Edad	Indet/ sin dato	Adulto			Subadulto	Indet/sin dato	Adulto			Subadulto
Sexo	Indet/sin dato	Indet/sin dato	Femenino	Masculino	Ambos sexos	Indet/sin dato	Sexo indet.	Femenino	Masculino	Ambos sexos
n	4	1	18	18	13	3	4	1	3	1
Mínimo	-4,88		-6,05	-6,74	-5,67	-4,76	-5,29		-5,47	
Máximo	-4,27		-2,48	-2,66	-2,52	-4,64	-1,91		-3,11	
Rango	0,61		3,57	4,08	3,15	0,12	3,38		2,36	
$\bar{x} \pm s$	-4,59 ± 0,25	-5,59	-4,47 ± 0,89	-4,71 ± 0,94	-4,42 ± 0,78	-4,71 ± 0,06	-3,96 ± 1,58	-3,19	-4,59 ± 1,29	-3,11
Varianza			0,79	0,88	0,60					
Mediana	-4,6		-4,45	-4,75	-4,47	-4,73	-4,31		-4,73	
1er cuartil	-4,88		-5,10	-5,36	-4,47	-4,76	-5,29		-5,47	
3er cuartil	-4,56		-4,06	-4,53	-4,68	-4,64	-3,52		-3,11	
RIQ	0,32		1,04	0,83	0,21	0,12	1,77		2,36	
Asimetría			0,2	0,2	0,86					
Curtosis			0,2	0,45	1,13					

Tabla 7.20. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ entre individuos del canal Beagle y Península Mitre, en diferentes categorías de sexo y edad.

7.2.6.2 Nichos isotópicos

Identificadas las tendencias generales por sexo y edad en cada sector, se describen los nichos isotópicos en términos de grupo con el paquete SIBER (Figura 7.38). Los primeros dos diagramas, generados a partir de los marcadores paleodietarios, muestran una superposición considerable de las elipses estándar corregidas (SEA_c). También tienen orientaciones similares en el espacio- δ ; lo que indica una covariación relativamente similar entre $\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C_{col}$ por un lado (Figura 7.38A), y $\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C_{apa}$ por otro (Figura 7.38B). No obstante, las elipses rojas correspondientes al grupo procedente de Península Mitre e Isla de los Estados se extienden más hacia el extremo negativo y tienen áreas más amplias que el grupo del canal Beagle.

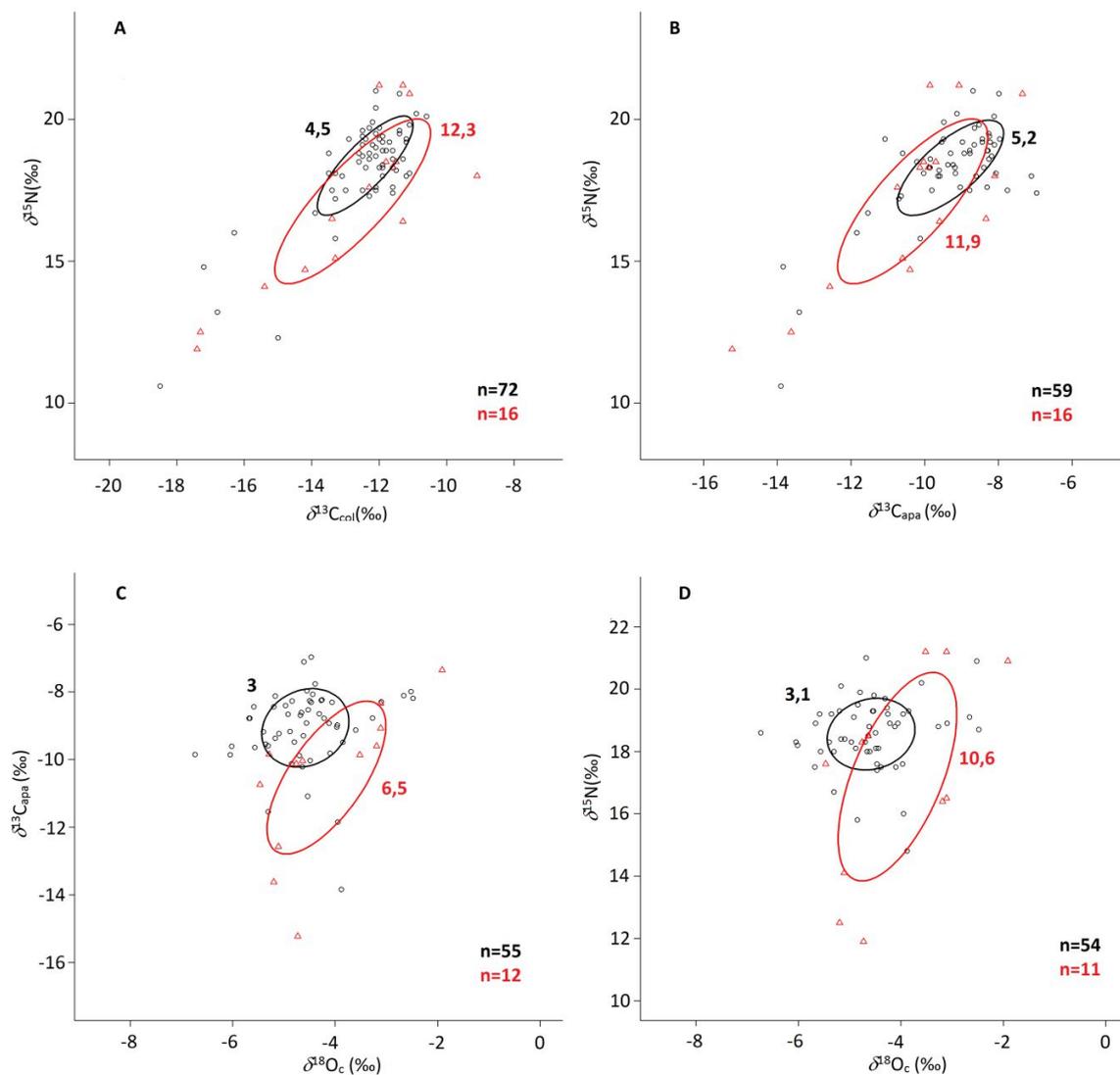


Figura 7.38. Nichos isotópicos graficados con elipses estándar corregidas (SEA_c). Los números en negrita corresponden a las áreas de las elipses ($\% ^2$). Referencias: Círculos

negros, individuos del canal Beagle. Triángulos rojos, individuos de Península Mitre e Isla de los Estados.

Los diagramas inferiores relacionan los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ como marcadores de movilidad, con valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ que integran la dieta total (Figura 7.38C) y $\delta^{15}\text{N}$, que reflejan el nivel trófico (Figura 7.38D). Las elipses negras del canal Beagle tienen una forma circular, mostrando una relación débil entre las variables, y un área mucho menor. En cambio, las elipses rojas son mucho más amplias y tienen una orientación más lineal, con dispersión en el eje mayor b . La mayor diferencia con los gráficos superiores es que la superposición entre las elipses es menor. En otras palabras, los nichos ecológicos descritos solo en términos de dieta son muy similares entre los grupos del canal Beagle y Península Mitre; mientras que la incorporación de la dimensión de la movilidad permite diferenciarlos.

La pregunta que sigue es la estimación de la diferencia entre los grupos en términos de población. Para ello se analiza con el paquete nicheROVER qué tan probable es encontrar un individuo de Península Mitre dentro del nicho isotópico definido por el grupo del canal (Figura 7.39, izq.) y viceversa (Figura 7.39, der.). Este análisis incluye la estimación de un nicho isotópico más amplio –con la inclusión del 95 % de los casos– a partir de los individuos con mediciones sobre los cuatro marcadores isotópicos ($n=62$). Las distribuciones *a posteriori* indican que es más probable que el nicho isotópico del grupo del canal Beagle se encuentre contenido dentro del nicho de Península Mitre; este último tiene más individuos por fuera del nicho definido por los del canal Beagle.

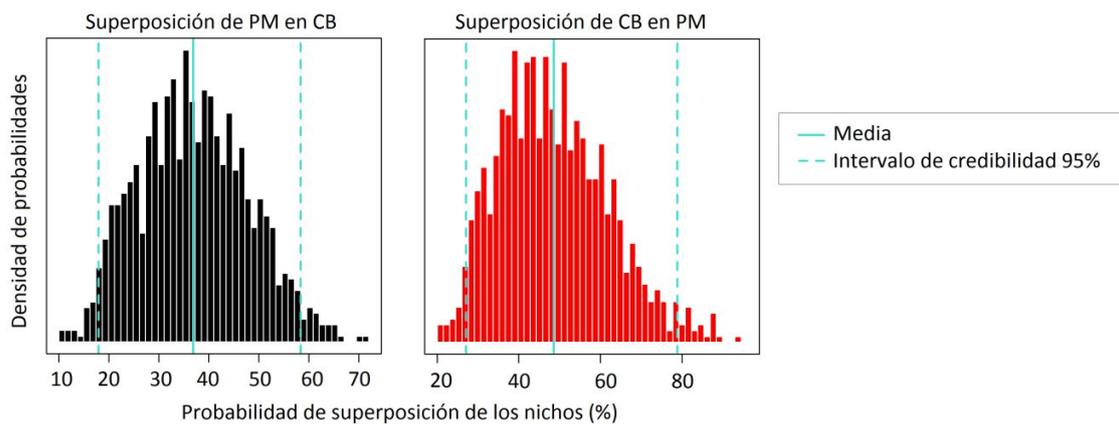


Figura 7.39. Distribuciones *a posteriori* de la probabilidad de superposición de los nichos del canal Beagle (negro, izq.) y Península Mitre e Isla de los Estados (rojo, der.).

7.2.7 Variaciones isotópicas por bloques cronológicos

En las figuras 7.40 y 7.41 se muestran las distribuciones de los valores isotópicos por bloques temporales, tal como se los ha definido en el capítulo anterior (Sección 6.1.3). El bloque 1 más temprano corresponde a momentos precontacto, seguido por el bloque 2 que abarca entre 1500-1850 y el tercero, a partir de 1851.

En el primer diagrama de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (Figura 7.40A), se observa que las cajas del bloque 1 y 3 tienen una distribución relativamente similar. Este último grupo es más asimétrico hacia la izquierda (Tabla 7.21). Asimismo, se identifican dos individuos con valores atípicos: el fueguino 3134 y MFM 36. Por otra parte, el bloque 2 se encuentra hacia el extremo más positivo en comparación con dichos bloques, y hay diferencias significativas entre las medias⁶⁶ (MLG; $F_{2,39}=5,13$, valor $p=0,01$). Su promedio ($\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -11,5 \pm 0,4 \text{ ‰}$) es más positivo que el de los bloques 1 ($-12,4 \pm 0,8 \text{ ‰}$) y 3 ($-12,2 \pm 1,1 \text{ ‰}$; prueba de Tukey, valor $p < 0,05$).

En cuanto a la $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 7.40B), las cajas se distribuyen en orden relativamente creciente a través del tiempo, pero las medianas se encuentran en un intervalo similar (Tabla 7.21). De hecho, no hay diferencias significativas entre las medias⁶⁷ (MLG; $F_{2,39}=0,81$, valor $p=0,45$). El individuo BCI del bloque 1 se identifica como un caso atípico, con el valor más positivo. En el otro extremo, más empobrecido en ^{15}N , se encuentra el individuo 3134 del bloque 3. Estas observaciones generan rangos amplios entre los valores máximos y mínimos de sus respectivos bloques, abarcando más de un nivel trófico excepto en el bloque 2. Pero una medida más robusta de dispersión como el rango intercuartílico indica una variabilidad más acotada de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (Tabla 7.21).

⁶⁶ Se excluye del modelo el caso atípico MFM 36, con el valor más negativo. La magnitud de su residuo en el modelo lineal general indica que su valor de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ no puede ser modelado a partir de la clasificación de los individuos en bloques temporales y su interpretación amerita una discusión por separado en el próximo capítulo.

⁶⁷ En este modelo se excluye el individuo 3134 por las mismas razones que en el caso anterior.

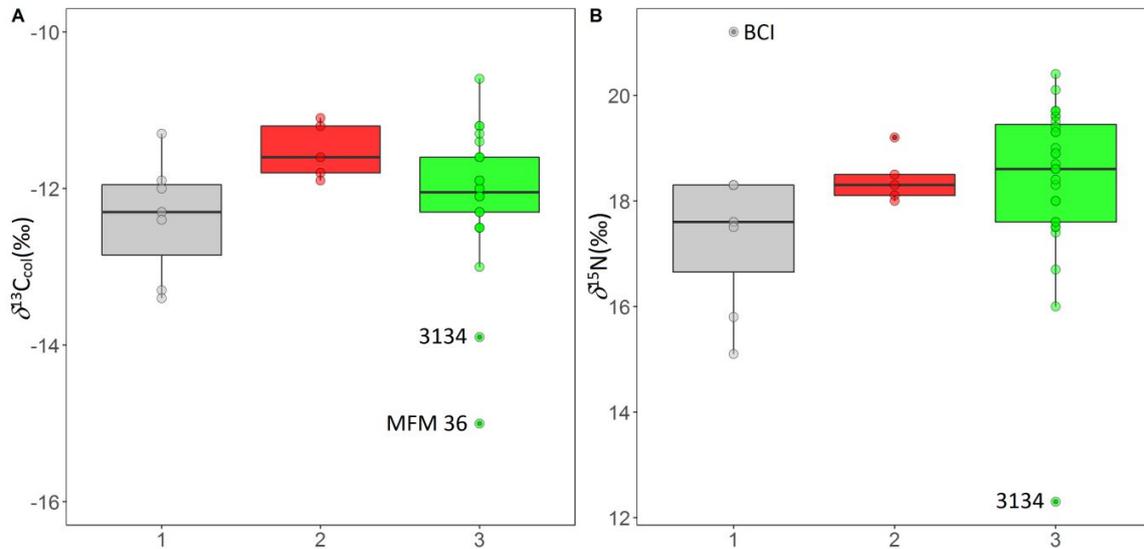


Figura 7.40. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (‰) en individuos agrupados por bloques cronológicos: 1-Precontacto (color gris); 2-1500-1850 (rojo); 3- a partir de 1851 (verde).

Con respecto a las mediciones de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (Figura 7.41C), estas cajas también se distribuyen en orden creciente a través del tiempo, pero sí hay diferencias significativas entre los promedios de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (MLG; $F_{2,27}=5,41$, valor $p=0,01$). El promedio del bloque 3 ($n=19$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}} = -8,89 \pm 1,28$ ‰) es más alto que el del bloque 1 ($n=6$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}} = -10,06 \pm 0,57$ ‰). El bloque 2 no se diferencia de ninguno de estos ($n=5$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}} = -9,26 \pm 0,75$ ‰). El bloque 3 tiene dos individuos atípicos con los valores más negativos (Acatushún y MFM 36), pero también los valores máximos para este marcador. Esto resulta en una dispersión bastante amplia para el bloque más tardío, tanto en el rango total como en el rango intercuartílico (4,87 ‰ y 1,6 ‰ respectivamente).

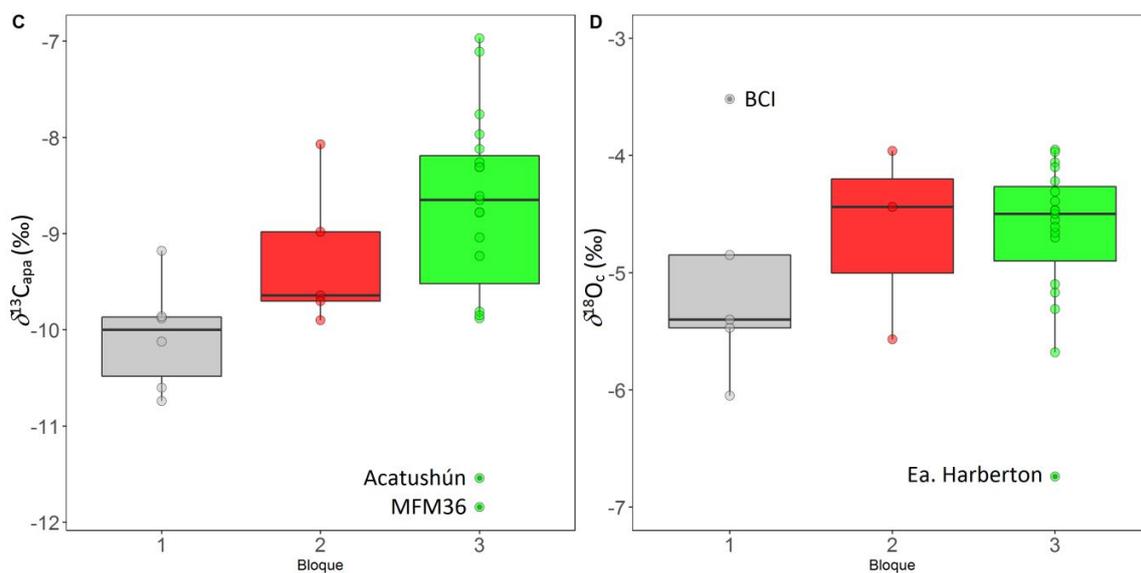


Figura 7.41. Distribución de los valores de $\delta^{13}C_{apa}$ y $\delta^{18}O_c$ (‰) en individuos agrupados por bloques cronológicos: 1-Precontacto (color gris); 2-1500-1850 (rojo); 3- a partir de 1851 (verde).

Bloque	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$			$\delta^{15}\text{N}$			$\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
n	7	5	31	7	5	31	6	5	19
Mínimo	-13,4	-11,9	-16,3	15,1	18,0	12,3	-10,74	-9,90	-11,84
Máximo	-11,3	-11,1	-10,6	21,2	19,2	20,4	-9,18	-8,07	-6,97
Rango	2,1	0,8	5,7	6,1	1,2	8,1	1,56	1,83	4,87
$\bar{x} \pm s$	-12,4 ± 0,8	-11,5 ± 0,4	-12,2 ± 1,1	17,7 ± 2	18,4 ± 0,5	18,4 ± 1,5	-10,06 ± 0,57	-9,26 ± 0,75	-8,89 ± 1,28
Varianza	0,6	0,1	1,2	3,9	0,2	2,4	0,3	0,6	1,6
Mediana	-12,3	-11,6	-12,1	17,6	18,3	18,6	-10	-9,64	-8,65
25 prcnil	-13,3	-11,9	-12,5	15,8	18,1	17,6	-10,64	-9,80	-9,81
75 prcnil	-11,9	-11,2	-11,6	18,3	18,9	19,5	-9,69	-8,53	-8,12
RIQ	1,4	0,7	0,9	2,5	0,8	1,9	0,95	1,28	1,69
Asimetría	-0,3	0,3	-2,2	0,6	1,4	-2,2	0,4	1,3	-0,9
Curtosis	-0,8	-2,7	6,3	1,1	2,0	7,5	-0,1	0,9	0,9

Tabla 7.21. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (‰) en individuos agrupados por bloques cronológicos: 1-Precontacto; 2-1500-1850; 3-a partir de 1851.

Finalmente, en el diagrama de $\delta^{18}\text{O}_c$ (Figura 7.41D) observamos una distribución muy similar de las cajas correspondientes a los bloques 2 y 3. Este último incluye un caso atípico más empobrecido en ^{18}O , correspondiente al entierro en la Estancia Harberton. El bloque 1 tiende hacia valores más bajos de $\delta^{18}\text{O}_c$, pero con un individuo atípico más enriquecido en ^{18}O (BCI). Los promedios no presentan diferencias significativas entre los bloques temporales (MLG; $F_{2,24}=0,53$, valor $p= 0,6$). El rango de dispersión es relativamente similar entre los tres bloques (Tabla 7.19), aunque también hay cierto efecto del desbalance del tamaño de las muestras.

Bloque	$\delta^{18}\text{O}_c$		
	1	2	3
n	5	3	19
Mínima	-6,05	-5,57	-6,74
Máxima	-3,52	-3,96	-3,95
Rango	2,53	1,61	2,79
$\bar{x} \pm s$	-5,06 \pm 0,96	-4,66 \pm 0,83	-4,68 \pm 0,68
Varianza	0,9	0,7	0,5
Mediana	-5,4	-4,44	-4,5
1er cuartil	-5,76	-5,57	-5,1
3er cuartil	-4,19	-3,96	-4,22
RIQ	1,58	1,61	0,88
Asimetría	1,2	-1,1	-1,7
Curtosis	1,8	-2,3	3,6

Tabla 7.22. Estadística descriptiva de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ (‰) en individuos agrupados por bloques cronológicos: 1-Precontacto; 2-1500-1850; 3- a partir de 1851.

7.2.7.1. Nichos isotópicos

De modo similar a la clasificación por procedencia, se han graficado los nichos isotópicos de los individuos agrupados por bloques temporales, a partir de las elipses estándar corregidas (SEA_c , Figura 7.42). El primer diagrama relaciona los dos valores medidos sobre colágeno, $\delta^{13}\text{C}_{col}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 7.42A). La elipse correspondiente al bloque 2 es la que tiene la menor área y está prácticamente superpuesta a la elipse del bloque 3. Ambas tienen orientaciones similares, pero esta última es más amplia. La elipse del bloque 1 tiene un área ligeramente mayor a la del bloque 3 y se superpone a ella. Pero lo más notable es que tiene una orientación diferente, extendiéndose verticalmente en el sentido del eje de $\delta^{15}\text{N}$.

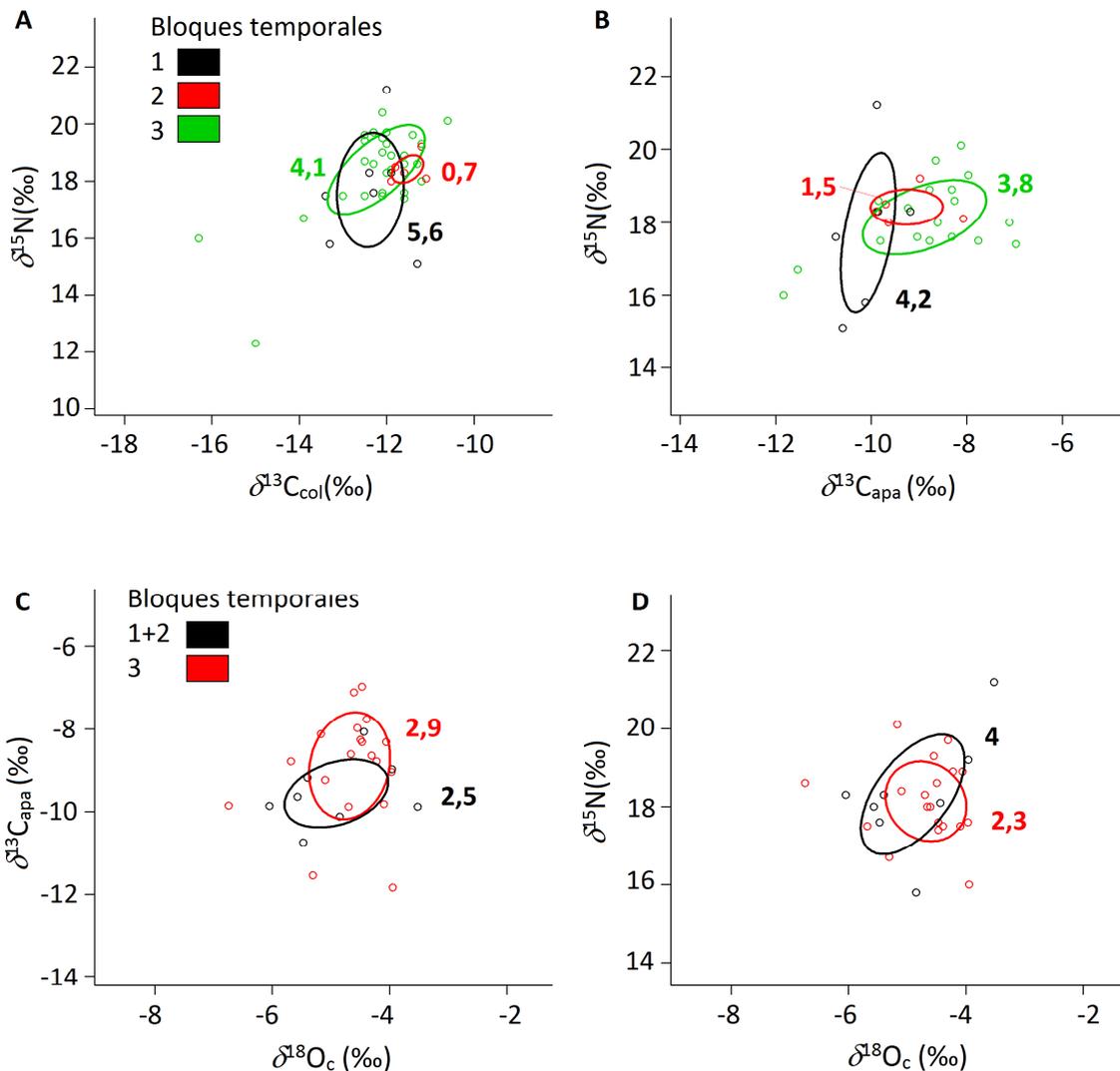


Figura 7.42. Nichos isotópicos graficados con elipses estándar corregidas (SEA_c). Los números en negrita corresponden a las áreas de las elipses ($\% ^2$).

El segundo diagrama relaciona el nivel trófico con la dieta total (Figura 7.42B). En este caso hay mayor diferenciación entre las elipses 1 y 3 en el eje horizontal de $\delta^{13}C_{apa}$ – en comparación con el eje de $\delta^{13}C_{col}$, por ejemplo–. El bloque 1 tiene una dispersión acotada en el eje horizontal, hacia los valores más negativos, pero se extiende en el eje vertical de $\delta^{15}N$ abarcando entre 16 y 20 ‰ aproximadamente. Se superpone poco con los otros dos bloques. La elipse del bloque 2 está contenida dentro del bloque 3 con una orientación similar, y también tiene el área más reducida. Finalmente, se observa que la elipse del bloque 3 también tiene un área similar al bloque más temprano, pero su mayor variación se registra en el eje horizontal de $\delta^{13}C_{apa}$.

En cuanto a los nichos definidos por un marcador paleodietario y de movilidad (Figura 7.42 C y D), hay menos individuos con mediciones sobre $\delta^{18}\text{O}_c$. Por lo tanto se decide agrupar los bloques más tempranos (1 y 2) juntos, para compararlos con el bloque 3 más tardío. En la figura 7.42C, se observa una superposición importante de las elipses con áreas similares, pero con orientaciones diferentes. El eje mayor de la elipse del bloque más temprano se extiende en el eje de $\delta^{18}\text{O}_c$, mientras que el del bloque 3 se extiende en el eje de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$.

En el último diagrama que relaciona $\delta^{18}\text{O}_c$ y $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 7.42D), se observa que la elipse del bloque 1+2 tiene una forma más elongada, con un área mayor que la elipse del bloque 3. En cambio, la elipse del bloque 3 tiene una forma más circular, lo que indica menor covariación entre las variables. Por último, se observa que hay una superposición considerable entre las elipses.

Para estimar el grado de superposición de los nichos isotópicos entre los bloques temporales, la figura 7.43 incorpora los tres marcadores paleodietarios al mismo tiempo – $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ –. Los histogramas corresponden a las distribuciones *a posteriori* de los cálculos de superposiciones de las elipses, con 10000 iteraciones. Dichas elipses abarcan al 95 % de los casos centrales de cada bloque temporal. Por ejemplo, la primera fila corresponde a la probabilidad de superposición del bloque 1 en los nichos del bloque 2 (segunda columna) y 3 (tercera columna). La comparación de los histogramas indica que es mucho más probable que los individuos del bloque 1 se encuentren también en el nicho isotópico correspondiente al bloque 3, no así en el nicho del bloque 2. En otras palabras, hay una superposición mayor del nicho isotópico del bloque 1 sobre el bloque 3.

Desde el punto de vista del nicho isotópico del bloque 2, con la elipse más acotada, su inclusión dentro del nicho 3 se evidencia en el histograma verde: es altamente probable que los individuos del bloque 2 se encuentren comprendidos dentro de la elipse verde más amplia. La relación del nicho del bloque 2 con el bloque 1 es menos informativa, ya que la distribución de probabilidades es muy amplia.

Finalmente, se observa que la superposición del nicho del bloque 3 sobre los otros dos es menor, con histogramas asimétricos hacia la derecha. Hay un poco más de superposición con la elipse del bloque 1 que con el 2, pero la superposición es baja en general, por diferencias en la orientación y el tamaño de las elipses de los tres bloques. En la figura 7.43 A y B resaltamos mayores variaciones en diferentes ejes ($\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ vs. $\delta^{15}\text{N}$ entre los nichos 1 y 3) y diferencias en las áreas de las SEA_c (hay muchos más individuos del bloque 3 por fuera del nicho del bloque 2).

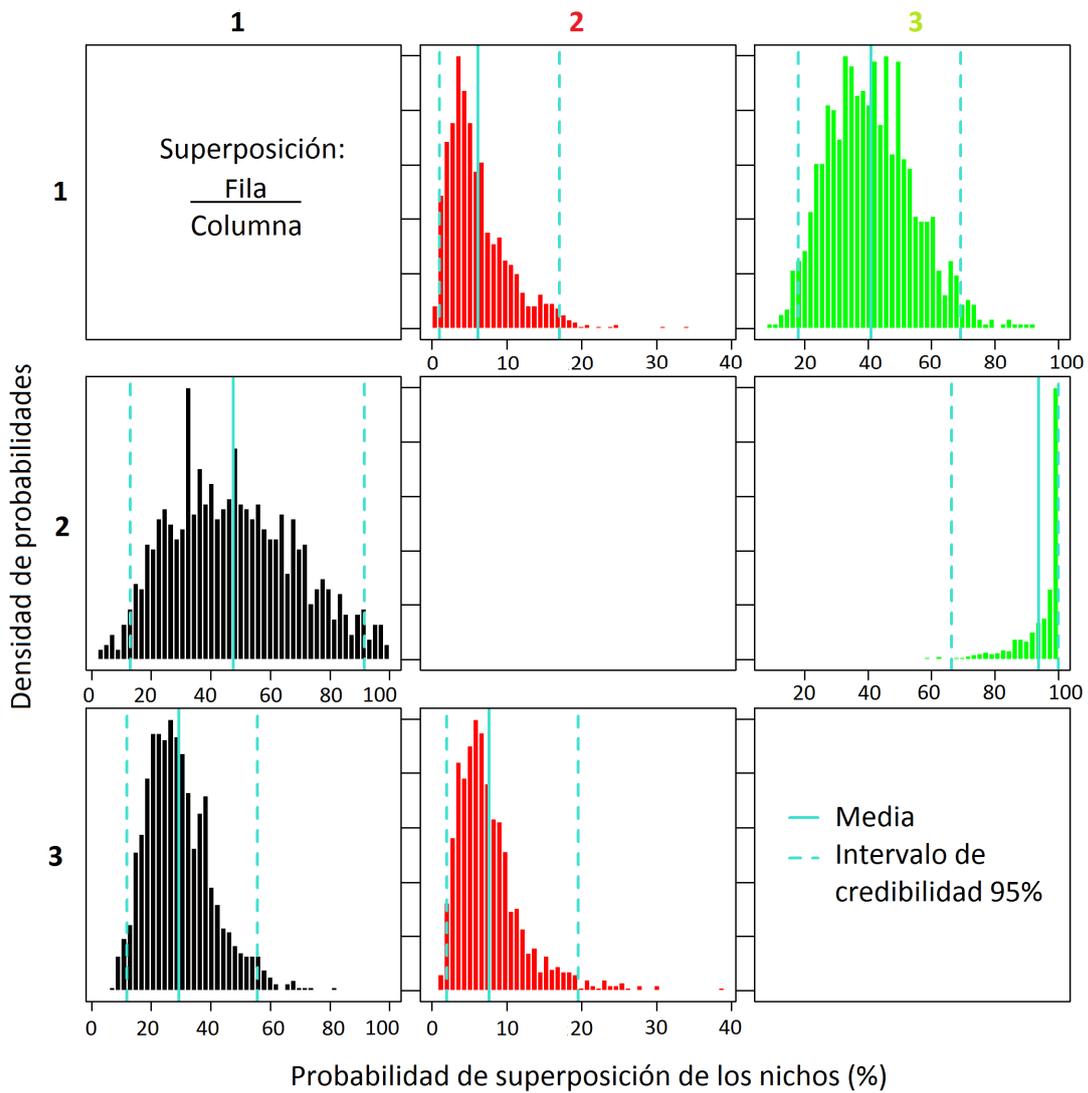


Figura 7.43. Distribuciones *a posteriori* de la probabilidad de superposición de los nichos de los bloques temporales entre sí: 1-Precontacto; 2-1500-1850; 3- a partir de 1851.

Capítulo 8: Discusiones

8.1 Ecología isotópica

8.1.1 Los recursos terrestres

Los antecedentes en Tierra del Fuego indican que en los recursos terrestres, principalmente en el guanaco, se observa una gran variabilidad isotópica a nivel espacial y temporal (Kochi et al. 2020). Por el contrario, los diversos recursos marinos se solapan en el espacio isotópico, excepto por los filtradores como los moluscos (Kochi et al. 2018). Por este motivo, se profundizó en la ecología isotópica terrestre como marco de referencia para las interpretaciones paleodietarias y se plantearon dos hipótesis relacionadas. En primer lugar, se postuló que *las características del ciclo del nitrógeno en el bosque magallánico relacionadas con el monto de las precipitaciones generan variabilidad en $\delta^{15}\text{N}$ entre la vegetación del canal Beagle y Península Mitre, el cual se transfiere a los guanacos recuperados en contextos del Holoceno tardío.*

Según los resultados, los guanacos procedentes del canal Beagle tienen un promedio de $\delta^{15}\text{N}$ significativamente más alto que los de Península Mitre. Los guanacos de la localidad arqueológica Heshkaia no se diferencian de ninguno de ellos (Figura 8.1). Esto se encontraba dentro de las expectativas, ya que es una zona de transición entre comunidades vegetales y tiene un monto de precipitaciones intermedio entre el canal Beagle y Península Mitre (Frangi et al. 1997, 2004; Coronato et al. 2008). En cambio, para el extremo oriental de Península Mitre se estima un máximo de precipitaciones de 1000 mm anuales (Tuhkanen 1992) y en coincidencia, se desarrolla un denso Bosque Siempreverde (Tuhkanen 1992; Ponce et al. 2011), diferente al Bosque Mixto presente en la mayor parte de la costa sur de Tierra del Fuego. Por lo tanto, se corrobora la hipótesis con respecto a las variaciones espaciales de $\delta^{15}\text{N}$ en el principal recurso terrestre para las poblaciones nativas.

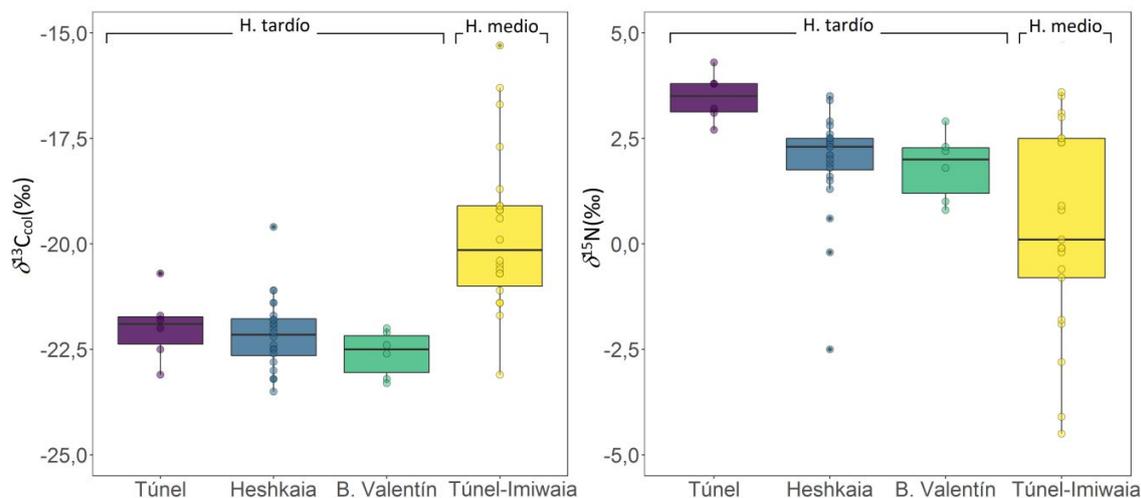


Figura 8.1. Distribución de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en guanacos del Holoceno medio y tardío de la costa sur de Tierra del Fuego.

Esto revela un patrón interesante a nivel local en comparación con otros herbívoros que habitan en los bosques de Patagonia continental. Por ejemplo, los valores de $\delta^{15}\text{N}$ de huemules modernos no se correlacionan con los montos anuales de precipitación (Tessone et al. 2014). En la muestra aquí estudiada, la diferencia isotópica entre los guanacos del bosque mixto y siempreverde sugiere que hay un factor más estructurando la variación isotópica al interior del bosque fueguino.

En segundo lugar, se postuló que *las diferencias en la estructura del bosque magallánico y la extensión de los turbales se reflejan en variaciones significativas de $\delta^{13}\text{C}$ entre guanacos recuperados en localidades del canal Beagle y Península Mitre*. Esta hipótesis se fundamentó en la señal isotópica distintiva que tienen los líquenes en comparación al resto de las plantas C_3 (Kochi et al. 2018, 2020) y el supuesto de que su abundancia sería diferente entre el bosque mixto y el siempreverde, ya que el desarrollo de los líquenes epífitos depende de la incidencia de la luz (Soler et al. 2015). Asimismo, de la extensión de los turbales en el sudeste de la Isla (Grootjans et al. 2014), se derivó que la composición de la vegetación es lo suficientemente diferente como para generar variaciones significativas de $\delta^{13}\text{C}$ en los herbívoros a lo largo de la costa sur.

Los resultados indican que no hay diferencias significativas entre los promedios de $\delta^{13}\text{C}$ en guanacos de diferentes localidades, incluyendo las modernas corregidas por efecto Suess. Estas últimas presentan la mediana más negativa de $-23,4$ ‰, pero entre el canal Beagle y Península Mitre hay solo una variación de $0,5$ ‰ en la mediana (Tabla 7.1; Figura 8.1). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada. El patrón espacial observado en los valores $\delta^{13}\text{C}$ de los herbívoros está en concordancia con las expectativas generales

para los productores primarios, cuya discriminación isotópica es casi constante en áreas húmedas con precipitaciones mayores a los 500 mm anuales (Kohn 2010). Asimismo, en Patagonia continental, los valores $\delta^{13}\text{C}$ entre herbívoros que habitan diferentes comunidades de vegetación tienen diferencias de menor magnitud que en $\delta^{15}\text{N}$ (Barberena et al. 2011; Fernández y Tessone 2014; Méndez et al. 2014; Tessone 2022).

En un trabajo previo se habían hallado diferencias significativas en $\delta^{13}\text{C}$ entre las mismas muestras de guanaco de la localidad Heshkaia y los de Túnel; pero estos últimos eran muestras del Holoceno medio (Figura 8.1; Kochi et al. 2020). En cambio, las muestras aquí estudiadas de Túnel I corresponden al Cuarto componente, entre los 2926-2376 años cal AP (Fernández et al. 2020). Esto plantea que en todo caso, la estructura del bosque en el tramo central del canal Beagle era diferente durante el Holoceno medio, lo que se infiere de una combinación particular de valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en guanacos: una correlación lineal negativa muy fuerte ($r = -0,93$; valor $P < 0,01$), que no se observa en el conjunto total de guanacos del Holoceno tardío ($r = -0,18$; valor $P > 0,05$). En el Holoceno medio, los guanacos están consumiendo una proporción variable de dos grupos de recursos vegetales marcadamente diferentes en su composición isotópica. En el Holoceno tardío, los nichos isotópicos relativamente acotados (Figura 8.2) y sin una orientación lineal permiten plantear que en el Holoceno tardío, las dietas de los guanacos son más homogéneas entre sí y abarcan recursos isotópicamente menos variables que en el Holoceno medio.

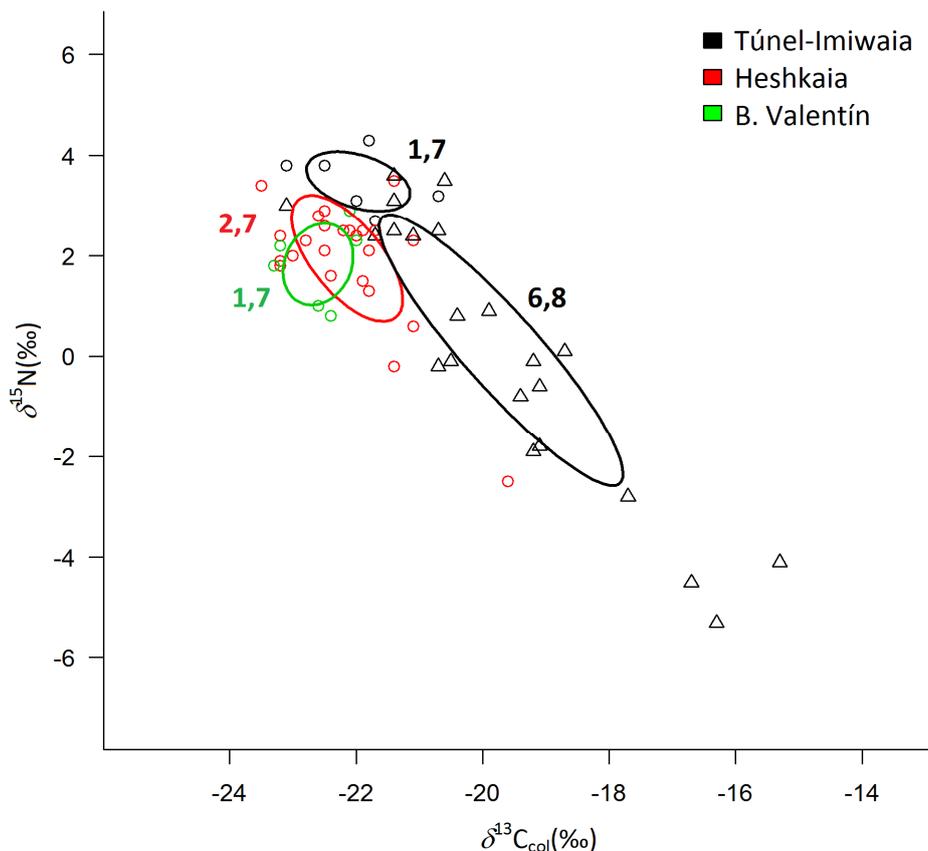


Figura 8.2. Nichos isotópicos de los guanacos del Holoceno medio y tardío de la costa sur de Tierra del Fuego, graficados con elipses estándar corregidas (SEAc). Los números corresponden a las áreas de las elipses ($\%_2$). Referencias: Holoceno medio (triángulos), Holoceno tardío (círculos).

Sobre este cambio tan marcado en la composición isotópica de los guanacos, es difícil determinar en qué medida las fluctuaciones climáticas del Holoceno medio (Fernández et al. 2020) influenciaron en la variabilidad isotópica de las plantas (Iacumin et al. 2000) o hubo cambios en la composición de las comunidades de plantas (Drucker et al. 2003). Puntualmente en los guanacos, otras posibilidades son cambios en su ingesta dietaria (Hoppe 2004; Stevens et al. 2006) o en los patrones de movimiento por las variaciones en la calidad de la vegetación (Fryxell y Sinclair 1988; Bocherens et al. 2015). Una implicancia derivada de estas observaciones, que excede a esta tesis, es que las variaciones de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en el colágeno óseo de los guanacos tienen potencial para abordar los cambios paleoambientales del Holoceno medio y tardío en la costa sur de Tierra del Fuego (Fernández et al. 2020). Los líquenes necesitan de condiciones ambientales bastante específicas para su desarrollo. Dependen de la humedad ambiental y crecen lentamente, por lo que son sensibles a perturbaciones relacionadas al aumento

de las temperaturas y las sequías (Joly et al. 2009). Por otro lado, se conocen poblaciones de renos y caribúes cuya preferencia por los líquenes -principalmente por su alta digestibilidad- ejerce incluso una presión considerable sobre estos recursos (van der Wal 2006; Joly et al. 2009). Estos procesos podrían ser evaluados a través del análisis isotópico de los guanacos, y complementar la interpretación de otros *proxies* paleoambientales.

Retomando las implicaciones paleodietarias de la ecología isotópica local, se destaca que los guanacos tienen una variabilidad isotópica considerable, abarcando un rango de 3,9 ‰ en $\delta^{13}\text{C}$ y 4,5 ‰ en $\delta^{15}\text{N}$. Esta variabilidad en la principal presa terrestre para las poblaciones nativas necesita ser incluida en los modelos de mezcla lineal, para las reconstrucciones paleodietarias. Entonces, el promedio y la desviación estándar de los guanacos de la costa sur de Tierra del Fuego durante el Holoceno tardío es de $\delta^{13}\text{C} = -22,2 \pm 0,8 \text{ ‰}$ (n=36) y $\delta^{15}\text{N} = +2,3 \pm 0,9 \text{ ‰}$ (n=35).

Las plantas terrestres merecen una consideración especial, ya que fueron los recursos que presentaron la mayor variabilidad isotópica. Los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ se encuentran dentro del rango esperable para la Patagonia austral (Tessone et al. 2023), pero el muestreo cubrió solo dos localidades comprendidas en el ambiente del bosque magallánico. A futuro sería necesario trabajar sobre la línea de base terrestre evaluando interacciones ecológicas específicas y profundizando sobre las diferencias entre los árboles, arbustos y pastos (op.cit.). Una observación general es que los modelos de mezcla para las estimaciones paleodietarias deberían incluir a las plantas como un recurso distintivo a ser estimado. En caso contrario, es probable que se sobreestime el consumo de proteínas —principalmente las de origen terrestre—.

A nivel regional, otra cuestión fundamental es la diferencia isotópica entre los guanacos del norte de la Isla y los de la costa sur (Kochi et al. 2020). Los guanacos que habitan en la estepa tienen valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ significativamente más altos que los del bosque (Figura 8.3). Esta tendencia tiene correspondencia con el patrón regional observado en Patagonia continental, donde las plantas de la estepa tienen valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ más altos que los del bosque templado en la vertiente oriental de los Andes; dicha variación se transfiere a los consumidores sucesivos de la cadena trófica (Tessone 2010; Tessone 2022; Tessone et al. 2023). La proyección de 10 elipses bayesianas muestra que el nicho isotópico de los guanacos del norte prácticamente no se superpone con los de la costa sur (Figura 8.3); los nichos isotópicos de estos últimos tienen una superposición entre completa y parcial, lo que derivaría de la similitud de su dieta y hábitat.

La variación a nivel regional implica que la distancia isotópica entre los dos grupos de recursos, los marinos y terrestres, varía considerablemente en función de este último grupo. Tal como plantean Newsome et al (2007) la variabilidad isotópica intra e interindividual no depende solo de la variabilidad de las dietas, sino de la variación isotópica entre los recursos consumidos (Matthews y Mazumder 2004); este efecto sería

considerable si los grupos humanos consumen dietas con preponderancia de un recurso y tienen mayor intensidad de uso de un hábitat (Flaherty y Ben-David 2010). En la interpretación de la variabilidad isotópica y los nichos isotópicos a partir de los modelos antropológicos (Barberena et al. 2022), el conocimiento de la ecología isotópica contribuye a detectar los problemas de equifinalidad en los individuos humanos. Asimismo, advierte sobre las diferentes causas que contribuyen a la dispersión de los individuos y la amplitud del nicho isotópico. En las secciones posteriores —las interpretaciones paleodietarias según los sectores geográficos— se planteará que la posición del nicho isotópico del grupo de Península Mitre e Isla de los Estados se relaciona con consumo más frecuente de guanacos de la estepa, y por lo tanto, una mayor conexión con el norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego.

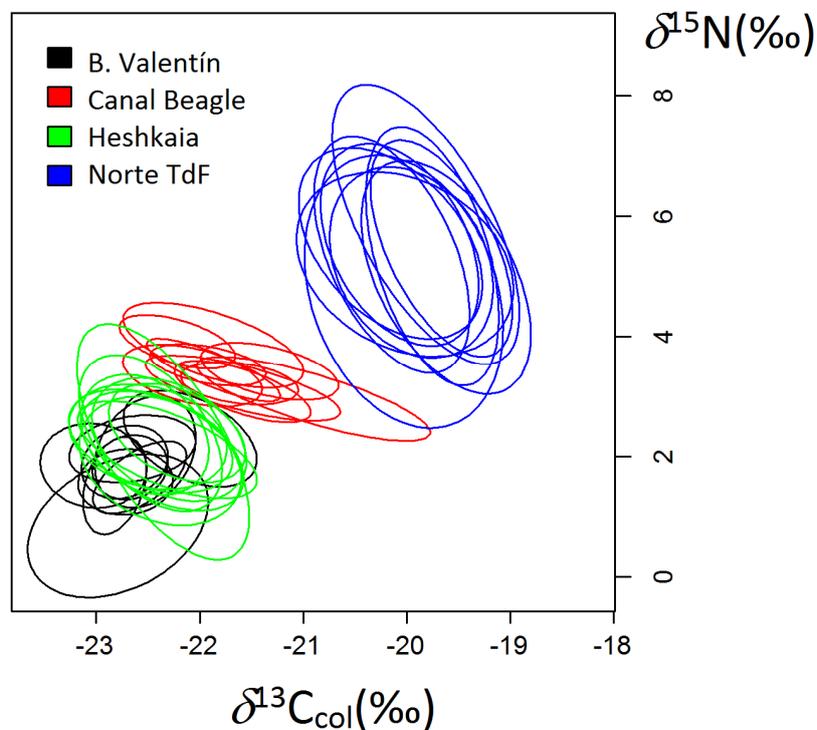


Figura 8.3. Proyecciones del nicho isotópico de guanacos de diferentes sectores de la Isla Grande de Tierra del Fuego durante el Holoceno tardío.

8.1.2 Los recursos marinos

En esta tesis hemos priorizado la caracterización isotópica de la fauna marina como marco de referencia para las interpretaciones paleodietarias (Kochi et al. 2018) a nivel interindividual y grupal. A diferencia de los estudios zooarqueológicos centrados en la ecología histórica, la caracterización de hábitats y posiciones tróficas de las especies

(Zangrando et al. 2014b; Zangrando et al. 2016; Nye et al. 2020; Zangrando et al. 2022), el análisis aquí implicó el agrupamiento *a priori* de múltiples especies en grupos taxonómicos amplios de pinnípedos, aves, peces y mejillones.

La figura 8.4 sintetiza la superposición de los nichos isotópicos entre los grupos analizados. Por ejemplo, en la primera fila se observa que la probabilidad de que un pinnípedo se encuentre en el nicho isotópico de un ave o un pez es bastante alta, no así en el de los mejillones. A la inversa, la cuarta fila muestra que un mejillón no se encuentra dentro del nicho isotópico de los consumidores marinos de mayor nivel trófico. En términos generales, las distribuciones de probabilidades corroboran la superposición de los nichos isotópicos entre los pinnípedos, las aves y los peces; mientras que los mejillones ocupan un nicho isotópico distintivo. Si bien hay algunas diferencias estadísticamente significativas en los valores promedio de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ entre los grupos de presas marinas, el número de fuentes que se puede estimar en los modelos de mezcla está determinado por el número de marcadores isotópicos y la geometría de la ecología isotópica local en el espacio- δ (Schwarcz 1991; Newsome et al. 2012). Si se prioriza la robusticidad de las estimaciones cuantitativas con los modelos de mezcla bayesianos (Phillips et al. 2014), es necesario considerar un agrupamiento aún más amplio de los pinnípedos, aves, peces y mejillones en un sola fuente de recursos marinos. Este grupo ($n=238$) tiene un valor isotópico de $\delta^{13}\text{C}_{\text{músculo}} = -14,8 \pm 1 \text{ ‰}$ y $\delta^{15}\text{N}_{\text{músculo}} = 17 \pm 2,2 \text{ ‰}$. Aún así, se mantiene un criterio ecológico coherente para las interpretaciones paleodietarias posteriores (Phillips et al. 2005). Por otro lado, este procedimiento advierte sobre la necesidad de integrar los estudios zooarqueológicos con mayor resolución taxonómica.

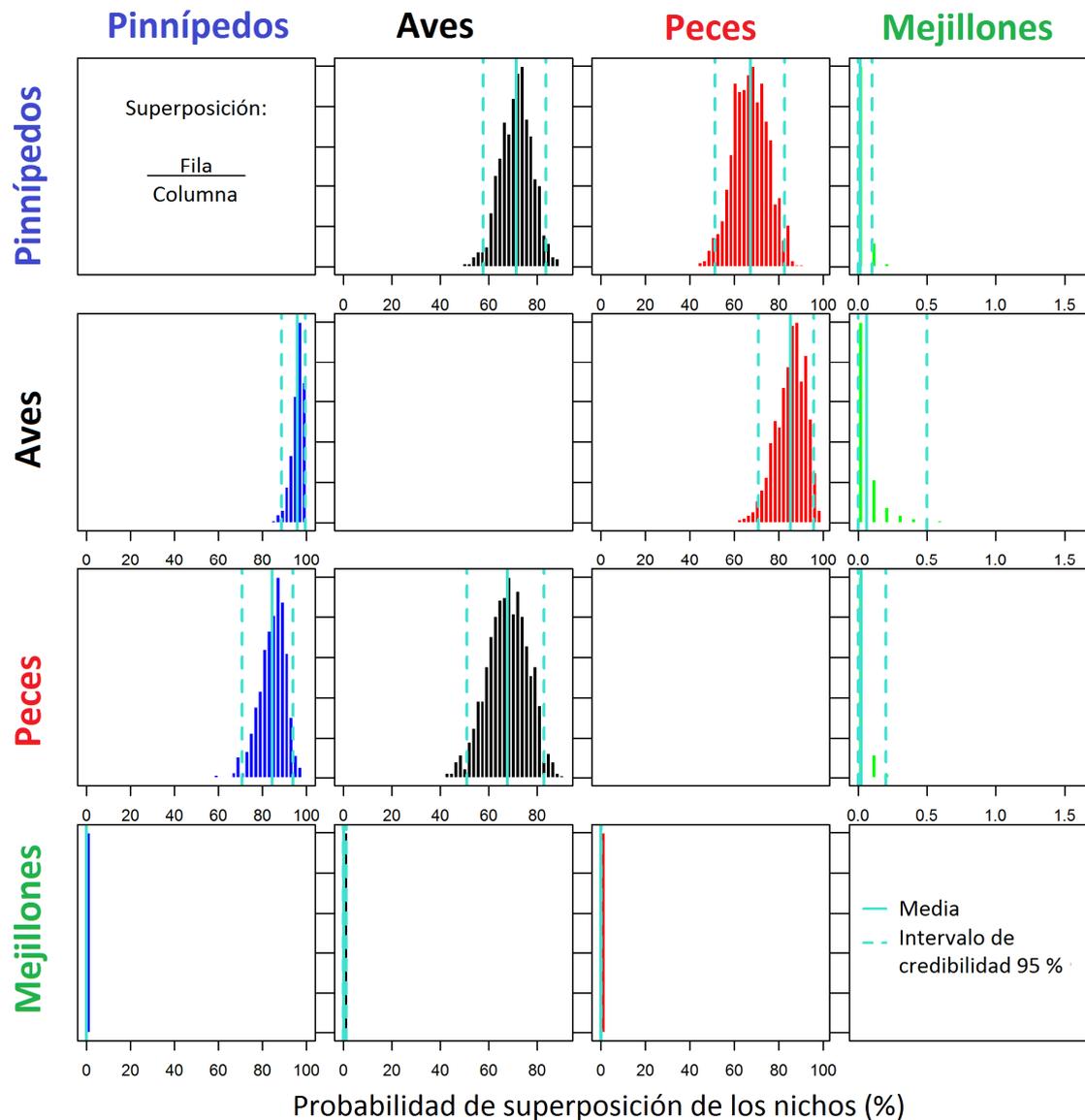


Figura 8.4. Distribuciones *a posteriori* de la probabilidad de superposición de los nichos de los animales marinos entre sí.

La superposición isotópica entre las presas marinas se corresponde, en cierta medida, con la redundancia de la estructura trófica marina del canal Beagle que se observa en la actualidad (Ricciardelli et al. 2020): pocas especies claves pero de gran abundancia alimentan a diversos predadores⁶⁸. Asimismo, las diferencias estacionales u

⁶⁸ En la sección 7.1.1.2 hemos comentado que hay cierta discontinuidad en la distribución de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 7.7 der.), con un hiato entre los 12 y los 13 ‰. Las sardinas (*Clupeidae* spp.) se

ontogenéticas en el nicho ecológico resultan promediadas en un tejido de renovación lenta como el hueso (Bearhop et al. 2004).

Parte de las diferencias en $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ se fundamentan en las características del nicho ecológico de las especies promediadas, sobre las que ya se profundizó en trabajos previos (Zangrando et al. 2014b; Zangrando et al. 2016; Kochi et al. 2018; Nye et al. 2020; Zangrando et al. 2022). El grupo de los peces ($n=39$) presenta la media más elevada de $\delta^{13}\text{C} = -14,3 \pm 1 \text{ ‰}$, ya que integra a especies pelágicas pero también a aquellas de la zona litoral. Entre estos, los nototénidos (Moreno y Jara 1984) habitan en los “bosques” de macroalgas enriquecidas en ^{13}C . En la actualidad, algunas especies de este grupo presentan valores relativamente altos de $\delta^{13}\text{C}$ en la bahía Lapataia (Ricciadelli et al. 2020). Los pinnípedos ($n=153$) y las aves ($n=31$) presentan una media ligeramente más negativa que los peces, de $-14,9 \pm 1 \text{ ‰}$ y $-14,9 \pm 0,5 \text{ ‰}$ respectivamente. Dicha diferencia, significativa pero de baja magnitud, se encuentra comprendida dentro del efecto de nivel trófico en el $\delta^{13}\text{C}$ ($\Delta^{13}\text{C} = 0,4 \pm 1,3 \text{ ‰}$; Post 2002). Finalmente, los mejillones presentan la media más negativa de $-16,2 \pm 0,6 \text{ ‰}$. Los filtradores podrían estar consumiendo una gran proporción de productores pelágicos, incluyendo el fitoplancton, y/o materia orgánica particulada en suspensión (Ricciadelli et al. 2017). El gradiente de ^{13}C entre la zona litoral y la pelágica (France 1995a; Newsome et al. 2007) no puede aplicarse para la interpretación de los rangos de forrajeo de los grupos humanos —al menos en el colágeno óseo— porque a lo largo de la cadena trófica marina hay una variación acotada en $\delta^{13}\text{C}$ (Kochi et al. 2018).

En $\delta^{15}\text{N}$ hay diferencias significativas entre todos los promedios de cada grupo taxonómico. El más alto corresponde a los pinnípedos ($17,8 \pm 1,5 \text{ ‰}$), seguido por las aves ($17 \pm 1,5 \text{ ‰}$) y los peces ($16,2 \pm 1,1 \text{ ‰}$). Este gradiente de $\delta^{15}\text{N}$ en los consumidores marinos puede relacionarse con una superposición dietaria importante y estrategias generalistas (Link 2002). Por otra parte, los mejillones presentan la media más baja ($11,1 \pm 0,5 \text{ ‰}$), tal como se esperaría en los organismos filtradores. Una implicación general es que los valores relativamente elevados de $\delta^{15}\text{N}$ en humanos pueden indicar tanto el consumo de mamíferos marinos —en este caso, los pinnípedos— como la ingesta de aves marinas piscívoras.

Uno de los objetivos específicos de esta tesis es la distribución natural de los isótopos estables del carbono y el nitrógeno en los recursos, y se ha planteado la siguiente hipótesis: *en comparación con los recursos terrestres, los animales marinos de la costa meridional de Tierra del Fuego introducen menos variabilidad en el registro isotópico promediado de las dietas a largo plazo*. La tabla 8.1 presenta las áreas de TA y SEAc por

encuentran en este rango de valores (Nye et al. 2020), y serían parte de la dieta de los consumidores superiores.

grupo de recursos como medidas de la diversidad isotópica, complementando la Figura 7.10 sobre las distribuciones de SEAb.

	Pinnípedos	Aves	Peces	Mejillones	Guanacos	Plantas
n	238	31	39	15	36	10
TA	23,9	9,2	11,4	1,4	8	11,6
SEAc	4,6	2,6	3,6	0,7	2,1	5,3
Moda de SEAb	4,5	2,5	3,4	0,7	2	7,2

Tabla 8.1. Tamaño de las áreas ($\%^{2}$) del polígono total (TA) y elipses estándar corregidas (SEAc).

El área del polígono total (TA), que incluye a la muestra total de cada grupo de recursos, es una medida del tamaño del nicho isotópico (Layman et al. 2007). Sin embargo, es sensible a los valores extremos y al tamaño de la muestra (Jackson et al. 2011). Sin embargo, el tamaño de la elipse estándar corregida (SEAc), que se centra en el 40 % de los casos centrales, en todos los casos es más acotado que el TA. Por último, la SEAb presenta una distribución de probabilidades (Figura 7.10), pero aquí tomamos la moda de los tamaños de elipses. Excepto en TA, las plantas son el grupo de recursos que presenta mayor variabilidad isotópica. Consideramos que estos datos apoyan la hipótesis, en cuanto uno de los recursos terrestres de la costa sur de Tierra del Fuego introduce mayor variabilidad isotópica que los otros agrupamientos de diferentes especies marinas.

En la Figura 8.5 se representa la ecología isotópica para la Isla Grande de Tierra del Fuego, con datos generados en esta tesis y compilaciones de otros trabajos (Guichón et al. 2001; Cordero et al. 2003; Zangrando et al. 2014b, 2016; Kochi et al. 2018; Kochi et al. 2020; Nye et al. 2020). Aunque con muy pocos ejemplares ($n=3$), también se visualiza la posición de los huillines y el róbalo en el diagrama- δ : es muy similar al de otros predadores marinos. Este es un caso claro de equifinalidad isotópica, donde es imprescindible complementar los análisis isotópicos con los zooarqueológicos para evaluar la importancia de estos recursos en las paleodietas. En el caso de los mustélidos como los huillines, se entiende que su contribución isotópica en las dietas humanas habría sido complementaria, probablemente restringido al ciclo de ocupación de las islas *offshore* (Legoupil 1993-1994; Santiago y Vázquez 2012). En el caso del róbalo, se ha postulado que su baja representantación en el registro zooarqueológico obedece a restricciones sociales en su captura (Fiore y Zangrando 2006).

En comparación con el ambiente acuático, en la cadena trófica terrestre resalta aún más la diferenciación entre los guanacos del norte y sur de la Isla, siendo herbívoros

en el mismo nivel trófico (Kochi et al. 2020). Hasta un depredador terrestre como el zorro rojo presenta una variabilidad isotópica interesante, con un ejemplar del muestreo que estaría incorporando recursos marinos a su dieta. En los estudios sobre contenidos estomacales de zorro gris, las algas y los invertebrados marinos aparecen de manera esporádica (Atalah et al. 1980).

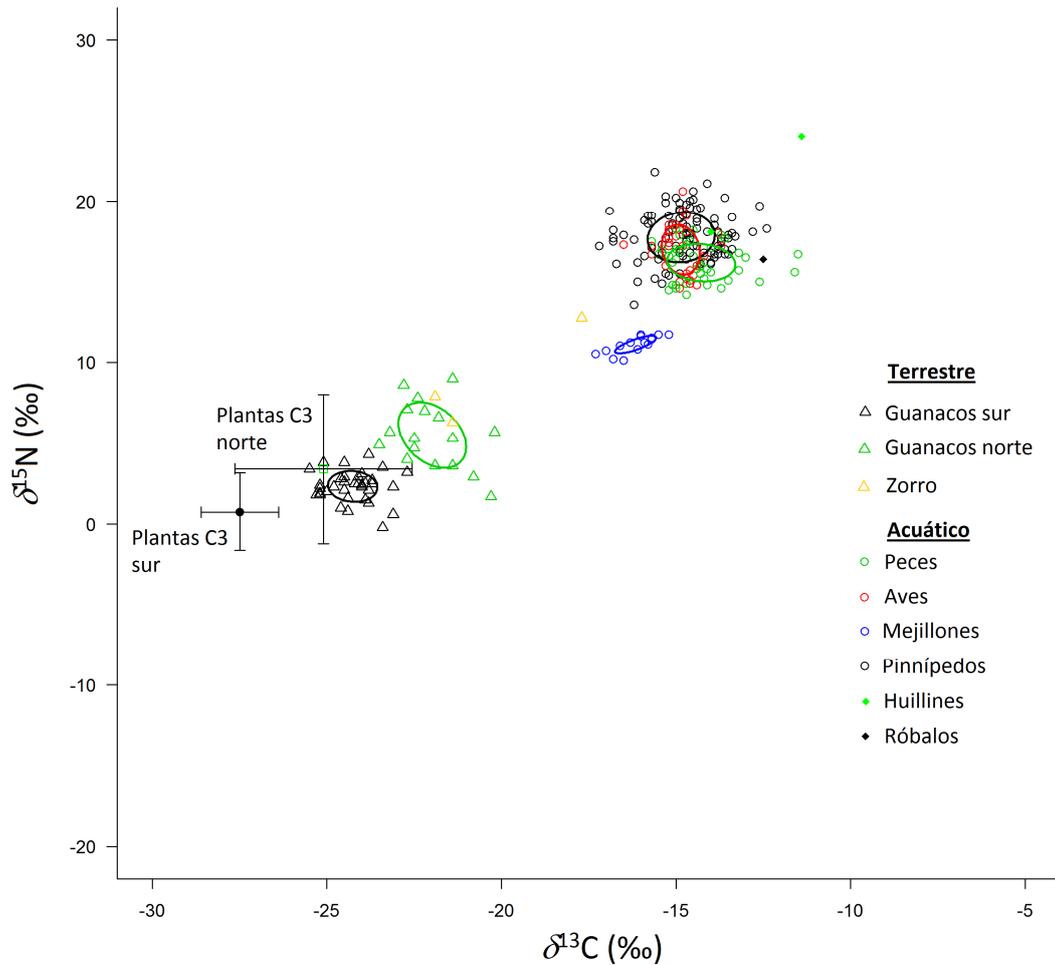


Figura 8.5. Ecología isotópica de la Isla Grande de Tierra del Fuego. Valores isotópicos corregidos a músculo, excepto para mejillones y plantas (tejido blando).

Finalmente, comparamos la variabilidad isotópica que introducen los recursos marinos y terrestres a una escala espacial mayor, incluyendo el norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego (Figura 8.6). A pesar de la superposición de los nichos isotópicos, los recursos marinos definitivamente incluyen una mayor variación trófica en comparación a los recursos terrestres, lo que se refleja en el rango $\delta^{15}\text{N}$. Por otro lado, los recursos

terrestres se extienden en el rango $\delta^{13}\text{C}$. El área total (TA) sigue siendo mayor en este último grupo, pero el intervalo de distribución de los tamaños también es más difuso. En este sentido, la hipótesis 1c seguiría siendo corroborada. Pero tal como mencionamos, a futuro sería necesario profundizar en la variabilidad de la línea de base terrestre.

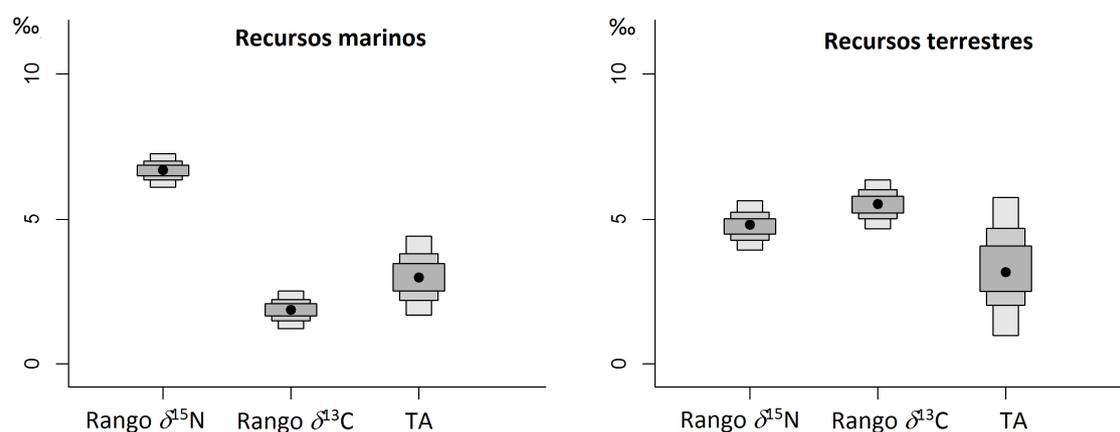


Figura 8.6. Comparación del rango de valores de $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$ y área total de los recursos marinos y terrestres en la Isla Grande de Tierra del Fuego.

Incluso para el modelo más simple de mezcla lineal, dieta terrestre vs. marina, se definen distancias diferentes entre los extremos de la distribución isotópica de los recursos o *end-members* (Casey y Post 2011). Las dietas costeras también se definen como contextos isotópicamente complejos (Lewis y Sealy 2018), y la costa atlántica patagónica no es excepción. La variabilidad isotópica poblacional demanda la construcción de ecologías isotópicas locales para profundizar en el conocimiento de la subsistencia de los cazadores-recolectores (Gómez Otero et al. 2015; Zilio et al. 2018). Este es uno de los motivos por los cuales nos interesa comparar el alcance de los modelos multivariados en las reconstrucciones paleodietarias (Froehle et al. 2012) contra los modelos bayesianos que utilizan ecologías isotópicas locales como marco de referencia (Fernandes et al. 2014).

8.1.2 La línea de base $\delta^{18}\text{O}$ en fuentes de agua dulce

Las inferencias sobre los rangos de acción de los individuos a partir de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en los tejidos dependen, en gran parte, de la variación y estructura espacial de las relaciones isotópicas del oxígeno en el ambiente (Bowen et al. 2005; Hobson 2007). Se ha planteado como hipótesis que *el gradiente de precipitaciones de oeste a este no genera una variación significativa en valores $\delta^{18}\text{O}$ medidos sobre las fuentes de agua del tramo central y oriental del canal Beagle*. No obstante, los resultados de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en los ríos del tramo central y oriental del canal Beagle e Isla de los Estados aumentan

significativamente desde el oeste hacia el este (Figura 8.7). El valor más negativo corresponde al punto más occidental del muestreo en el río Olivia; mientras que el valor más positivo se registró en uno de los puntos más orientales, el río Bueno en Península Mitre. El rango es de 6,52 ‰. La relación lineal y monótonica entre la longitud del punto de muestreo y el valor de $\delta^{18}\text{O}$ en aguas se mantiene incluso con la exclusión de la muestra de Península Mitre. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

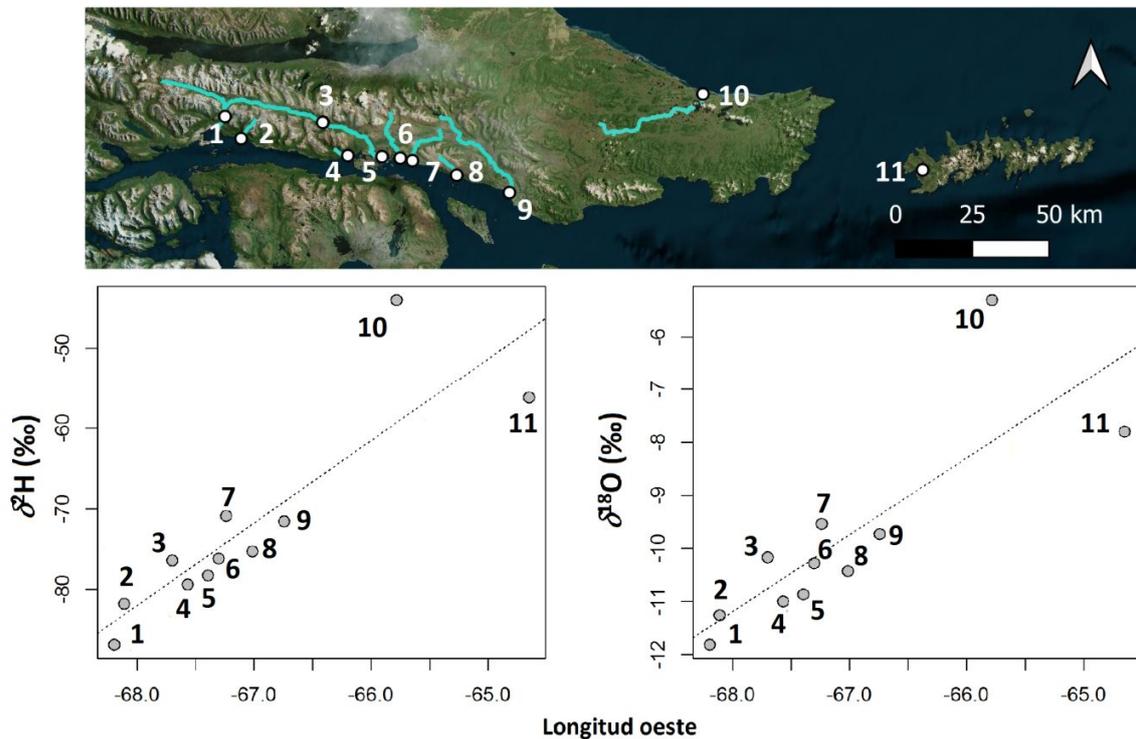


Figura 8.7. Localización de los puntos de muestreo de agua dulce (sup.) y los valores de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$ en relación con la longitud (inf.).

¿A qué se debe este patrón espacial en la composición isotópica de las aguas? Una evaluación completa excede a esta tesis, principalmente por la ausencia de mediciones de agua dulce en la costa sur de Península Mitre. Pero en redes de drenaje pequeñas, el $\delta^{18}\text{O}$ de la escorrentía es igual al $\delta^{18}\text{O}$ de las precipitaciones ($\delta^{18}\text{O}_{\text{pp}}$) locales o regionales (IAEA 2001: 256). Gracias a la disponibilidad de mediciones de $\delta^2\text{H}_{\text{pp}}$ y $\delta^{18}\text{O}_{\text{pp}}$ relativamente continuas y a largo plazo en Ushuaia, los valores isotópicos en las fuentes de agua dulce pueden interpretarse en relación con su régimen y las características de las precipitaciones (Figura 8.5 sup). Esta última es una de las fuentes principales que alimenta a los ríos patagónicos (Coronato et al. 2017).

El valor notablemente positivo en el río sin nombre de Isla de los Estados ($\delta^{18}\text{O} = -7,8 \pm 0,12$ ‰) tiene correspondencia con las características de las precipitaciones sobre

los océanos. Estas precipitaciones, recogidas en las estaciones meteorológicas insulares, se describen como las primeras lluvias de la condensación de la masa de vapor inicial⁶⁹; y tienen un valor entre -0 ‰ y -5 ‰ (IAEA 2001: 200). En el río de Isla de los Estados, el mayor empobrecimiento en los isótopos pesados podría relacionarse con una combinación entre el efecto de latitud y el efecto de la cantidad de precipitación sobre los valores de $\delta^{18}\text{O}_{\text{pp}}$ (Ingraham 1998: 102). Por ejemplo, el valor promedio ponderado a largo plazo en las Islas Malvinas es de $\delta^{18}\text{O}_{\text{pp}} = -7,99 \pm 0,57 \text{ ‰}$ (IAEA/WMO 2019).

No obstante, el valor más positivo de $\delta^{18}\text{O} = -5,3 \text{ ‰}$ corresponde a la muestra del río Bueno, sobre la costa norte de Península Mitre. Su enriquecimiento más marcado en ^{18}O la diferencia de los otros dos ríos del norte de la Isla, que también desembocan en la costa Atlántica: Chico y Ewan. Procediendo de forma inductiva, una de las características de la cuenca del río Bueno es que se desarrolla un humedal con lagos, “piletones” y turbales. Los cuerpos de agua ocupan el 22 % del área y se alimentan con la escorrentía y el drenaje de las sierras (Iturraspe et al. 2012). Es posible que la particularidad de la hidrología del área, y los efectos de las primeras lluvias de condensación que mencionamos, se reflejen en los valores isotópicos de la muestra analizada de agua. Por el momento, el análisis exploratorio indica que las aguas de los puntos más orientales del muestreo tienen los valores más positivos de $\delta^{18}\text{O}$ en comparación con las fuentes de agua dulce del tramo central y oriental del canal Beagle.

⁶⁹ Para las islas en altas latitudes, la precipitación ocurre en conexión con la actividad ciclónica y el ascenso forzado de la masa de aire más caliente (Daansgard 1964: 456).

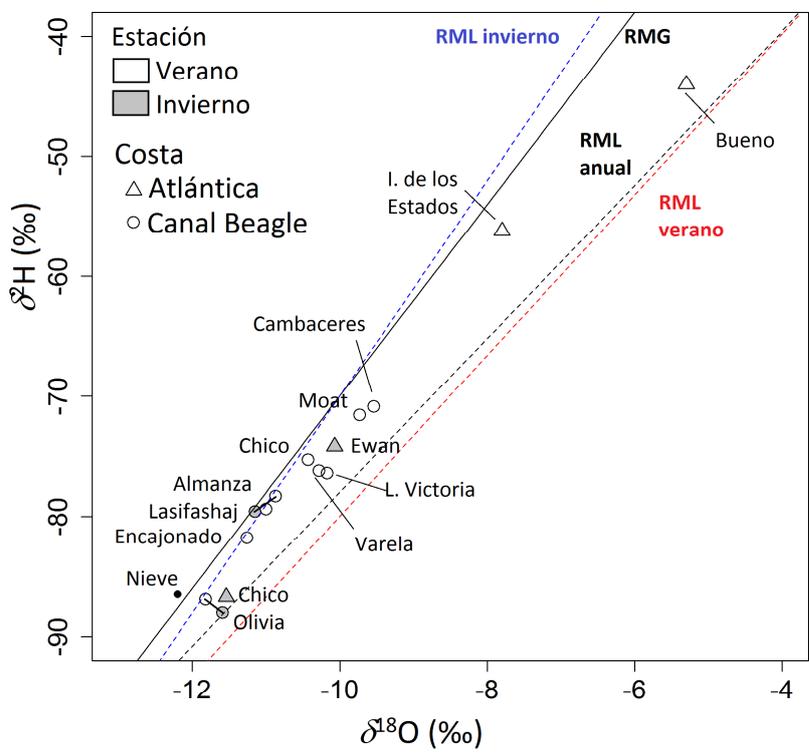


Figura 8.8. (sup). Relación entre los valores isotópicos de las muestras de agua dulce y las de las precipitaciones locales en Tierra del Fuego. RMG: recta meteórica global; RML: recta meteórica local en Daley et al. (2012)

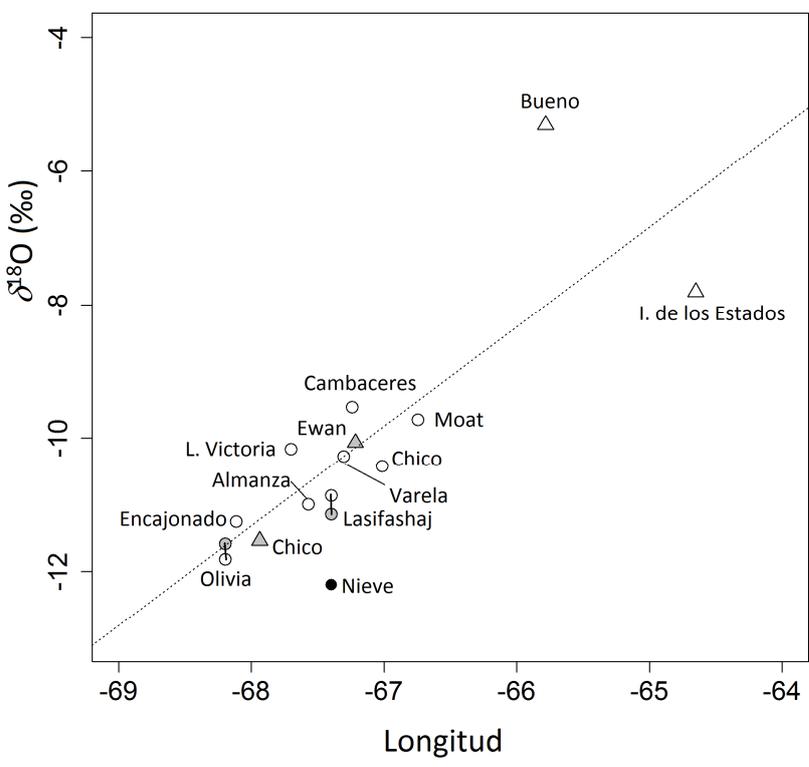


Figura 8.8 (inf.). Relación entre los valores de δ¹⁸O (‰) y la longitud de muestreo de fuentes de agua dulce en Tierra del Fuego.

La relación inversa entre la longitud del punto de muestreo y el valor de $\delta^{18}\text{O}_{\text{pp}}$ en los ríos podría responder al patrón de empobrecimiento en los isótopos pesados, entre las precipitaciones sucesivas con respecto a una misma masa de vapor de origen (Clark y Fritz 1997: 49) como el Océano Atlántico. No obstante, en el canal Beagle predomina el viento con dirección sudoeste (Iturraspe y Schroeder 1999: 40) y en Tierra del Fuego en general, los vientos dominantes cargados de humedad provienen del Océano Pacífico Sur (Tukhanen 1992: 13). Si bien la masa de vapor principal no tiene su origen en el Océano Atlántico, ejerce cierta influencia: a partir de punta Moat, la tendencia negativa en el gradiente de precipitaciones se invierte y aumenta hacia el extremo oriental de Tierra del Fuego e Isla de los Estados (Bujalesky et al. 2008). Las masas de aire húmedo del Atlántico tendrían un efecto limitado pero particular de esta región, ya que influyen más sobre las precipitaciones en Tierra del Fuego y el sur de Santa Cruz, que en el resto de la Patagonia (Paruelo et al. 1998: 88).

Más fundamental sería el efecto de la altitud sobre la composición isotópica de las precipitaciones. A mayor altura, las lluvias son más negativas en $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$, en parte por el mayor fraccionamiento isotópico entre el vapor y las precipitaciones a bajas temperaturas (IAEA 2001: 203). Además, su efecto se observa con más definición en las laderas de las montañas a barlovento (Ingraham 1998: 101). Como la Cordillera Fueguina disminuye en altura de oeste a este, los aportes de los tributarios de los valles de altura se caracterizarían por valores bastante negativos de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$ hacia el oeste. A medida que avanzamos hacia el este, el efecto de la altitud ya no tendría lugar. Los ríos entre las bahías Ushuaia y Brown desaguan laderas y valles de altura de las Sierras Sorondo (Coronato et al. 2017: 81), y justamente las muestras de los ríos Olivia, Encajonado y Almanza (Figura 8.8 inf.) tienen los valores más negativos de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$. En el tramo oriental del canal, Coronato et al. (2017: 82) mencionan que los ríos recogen la precipitación y la fusión nival de la porción más oriental de la Cordillera Fueguina; mientras que Iturraspe y Urciolo (2000) destacan la turba como el almacenamiento predominante de las cuencas de este sector. La nieve estacional tiene bajas posibilidades de acumulación por la menor altura y la mayor exposición a los vientos respecto de las cuencas de cordillera.

Con relación a este punto, otra fuente importante que alimenta a los ríos patagónicos es la fusión nival (Coronato et al. 2017). Es difícil estimar el cambio en la composición isotópica de la nieve entre su acumulación y la fusión (Cooper 1998: 122), pero el agua producto de la fusión está considerablemente más empobrecido en los isótopos pesados en comparación a la media anual de las precipitaciones y el agua subterránea (Rodhe 1998: 397). Entonces, un factor que actuaría en combinación con los efectos mencionados –o una explicación alternativa– es el mayor o menor aporte de las aguas de fusión en la composición isotópica de los ríos. La recta meteórica local de

invierno estimada por Daley et al. (2012) se ajusta muy bien a las mediciones de los ríos Olivia, Encajonado, Almanza y Lasifashaj durante el verano de febrero del 2020 (Figura 8.5 sup). Esto se explicaría por los aportes glaciarios, que en las cuencas del río Olivia y Lasifashaj son más importantes cuando se agota el almacenamiento nival hacia febrero (Iturraspe et al. 1998); y podría darse un proceso similar en otras cuencas. Si se considera la fusión nival, resulta curioso que el río Chico también se encuentre alineado a la recta meteórica local de invierno. Por su ubicación en el tramo oriental, se esperaría que el río Chico presente un valor isotópico similar al río Moat, más positivo en $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$ por alimentarse de fuentes diferentes a la fusión nival. Esta observación necesita complementarse con características más detalladas acerca de su hidrología.

Hay cuatro muestras de la costa sur que se alejan tanto de la recta meteórica local de invierno como de la recta meteórica global: el lago Victoria y los ríos Varela, Cambaceres y Moat. En términos de longitud, el lago Victoria se encuentra cerca del río Almanza; pero su composición isotópica es más positiva en $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$ (Figura 8.5 inf.). Esta observación se corresponde con los lagos o cuerpos de agua sujetos a procesos de evaporación, que se enriquecen en el isótopo pesado (Gat 1995). La medición isotópica del lago Victoria se ubicaría sobre una recta con una pendiente menor a la RMG (<8 ; Figura 8.1 sup.), tal como se espera para los cuerpos de agua con evaporación (McGuire y McDonnell 2007).

La composición isotópica del río Varela indicaría que tiene características diferentes a los cursos cercanos muestreados, como el Lasifashaj y el Cambaceres. La muestra de agua que tomamos en febrero del 2020 presenta el valor más positivo y atípico de $\delta^{18}\text{O}$ ($-10,28 \pm 0,12 \text{ ‰}$) en comparación a la serie de mediciones presentadas por Colonese et al. (2012: Tabla 1) para el período entre noviembre del 2009 y octubre del 2010 (Figura 8.6). No obstante, la diferencia está dentro de la variación interanual de $\delta^{18}\text{O}_{\text{pp}}$ en Ushuaia (Capítulo 3, Tabla 3.2; Daley et al. 2012) y la variación regional de los ríos de la costa sur. La muestra del río Varela se ubicaría sobre una línea evaporativa local con pendiente <8 (Figura 8.8), o más probablemente, tendría alguna característica hidrológica diferente a los ríos ubicados más hacia el oeste.

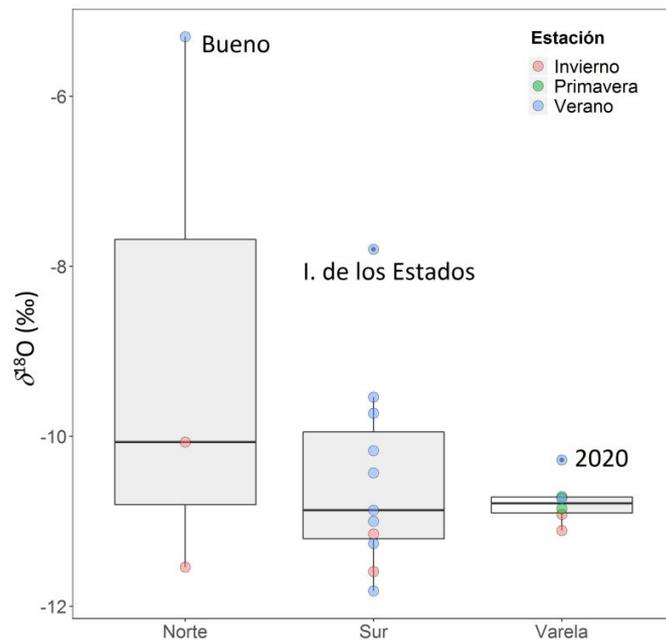


Figura 8.9 Valores estacionales de $\delta^{18}\text{O}$ (‰) en muestras de agua de la región norte y sur, contra los que se compara la variación al interior del río Varela. Referencias: datos del año 2009-2010 presentados por Colonese et al. (2012: Tabla 1)

Finalmente, los ríos Cambaceres y Moat comparten ciertas características que explicarían su similitud en los valores más positivos de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$. En términos geológicos, el valle de Moat es una continuación del valle de Cambaceres. En ambas se registra una importante cantidad de turberas, que se caracterizan por ser transicionales entre las comunidades dominadas por *Sphagnum*, y las comunidades de turberas de *Astelia* hacia el este (Iturraspe et al. 2012). Este tipo de ambientes presentan propiedades hidrológicas particulares como la retención de agua, fluctuaciones del nivel de agua libre y un intercambio activo de humedad con la atmósfera y el área periférica (Iturraspe y Roig 2000). La escorrentía en los ambientes de turberas podrían estar reguladas por estas propiedades, y por eso las mediciones isotópicas en Moat y Cambaceres no estarían alineadas en la misma recta que el resto de las muestras.

Con respecto a la estacionalidad, el patrón observado en la composición isotópica de las aguas se restringe al principalmente al verano (Figura 8.9): la mayoría de las muestras fueron recolectadas en febrero del 2020. La única excepción es la muestra de Isla de los Estados, tomada en marzo del mismo año. Sin embargo, la variación estacional parece relativamente baja, porque en dos puntos de muestreo (río Olivia y Lasifashaj) se recolectó agua durante el invierno del 2021 y la variación de $\delta^{18}\text{O}$ fue menor al 0,5 ‰ (Figura 8.5). El rango entre el valor mínimo de invierno (Colonese et al. 2012) y el máximo de verano en el río Lasifashaj es de 0,43 ‰. La poca variación estacional en parte es

inesperada por el régimen pluvionival de los ríos de la vertiente del canal Beagle (Coronato et al. 2017). Pero por otra parte, tiene correspondencia con la observación de Dapeña y Panarello (2008), acerca de la homogeneidad de la composición isotópica de las lluvias a lo largo del año por el carácter fuertemente oceánico de la Isla Grande. Tomando un caso comparativo, hay cuencas con poca respuesta al ingreso de agua de fusión⁷⁰ empobrecida en oxígeno-18. El fenómeno se atribuye a la presencia de los turbales, sobre los cuales se proponen diferentes mecanismos de control sobre la escurrentía y en última instancia, sobre la composición isotópica de los cursos de agua (Rodhe 1998). Esta situación puede ser similar a la de algunas cuencas de Tierra del Fuego. Por último, es posible que la mayor variación isotópica se genere con una muestra tomada entre octubre y diciembre, coincidiendo con las crecidas de mayor magnitud en las cuencas de montaña (Coronato et al. 2003: 17). Los valores aquí reportados serían más representativos del caudal de base, aportado por la recarga nival y las lluvias estacionales hasta el mes de marzo.

Una comparación exploratoria a escala regional muestra que las aguas de la vertiente del canal Beagle y los ríos al norte de la Cordillera Fueguina tienen una variación similar en $\delta^{18}\text{O}$ (Figura 8.8). Los ríos Chico, Ewan y Bueno incluso parecen seguir la misma tendencia que la costa sur, con valores más positivos de $\delta^{18}\text{O}$ hacia el este (Figura 8.5). Esta observación es llamativa. Como la humedad de los vientos se descarga en forma de precipitaciones orográficas en archipiélago fueguino y el sur de la Isla Grande, con un monto menor de lluvias hacia el este y norte de la Cordillera Fueguina (Tukhanen 1992: 13; Frangi et al. 2004: 6), se esperaría cierta variación regional en la composición isotópica de los ríos como observaron Stern y Blisniuk (2002) a los 47-48°S de la Cordillera de los Andes.

Por otra parte, hay varias diferencias entre el estudio mencionado y el caso fueguino aquí analizado. Entre el norte y el sur de la Isla Grande, los Andes Fueguinos no definen un gradiente tan pronunciado de precipitaciones como en la transecta estudiada por Stern y Blisniuk (2002). A los 47-48° latitud sur, las alturas máximas llegan a los 4000m y las variaciones en el monto de precipitaciones se encuentran entre los 300 y los 3000 mm anuales; estas se derivan casi exclusivamente del Océano Pacífico. La diferencia en estos factores de altitud, precipitaciones y fuente de humedad estarían generando dinámicas diferentes en Tierra del Fuego, en comparación con regiones andinas a menores latitudes en la Patagonia.

Los factores que regulan la distribución espacial de los isótopos de oxígeno en las fuentes de agua serían relativamente constantes en el tiempo, ya que se relacionan

⁷⁰ Paradójicamente, en primavera muchos sistemas fluviales recargados con agua de fusión nival pueden estar dominados por agua "vieja", con la composición isotópica previa a la fusión (Rodhe 1998).

principalmente con el efecto de altitud y fusión en las fuentes de recarga. Por lo tanto, el patrón espacial de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en aguas modernas puede ayudar a la interpretación de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ en los restos óseos humanos. Dependiendo del rango de movilidad integrado a largo plazo, dichos valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ se ubicarían dentro de un espectro continuo. Los valores extremos corresponderían a individuos cuyo rango de movilidad se restringe a un único sector de la costa sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego: los más negativos en torno a núcleos residenciales en el tramo central del canal; los más positivos hacia el tramo oriental. Un valor intermedio de $\delta^{18}\text{O}$ en hueso entre estos extremos reflejaría un rango de movilidad integrando toda la costa sur de Tierra del Fuego.

Este marco de referencia de aguas tiene sus limitaciones. Una de las más evidentes es la actividad de los castores durante los últimos 75 años, que modificó algunas características geomorfológicas de los ríos y tienden a transformar las corrientes en ecosistemas similares a los lacustres (Anderson et al. 2009). Es esperable que los valores modernos de $\delta^{18}\text{O}$ en los ríos sean diferentes a los del pasado –tal vez con una tendencia hacia valores más positivos en la actualidad–; pero el patrón espacial en la composición isotópica debería mantenerse en relación con los factores topográficos más constantes a nivel regional. A una escala temporal más extensa incide la variabilidad climática relacionada a factores como el desplazamiento latitudinal y/o cambios en los *westerlies*; la posición del límite entre el océano y el hielo antártico; y la posición del Frente Polar Antártico (Markgraf y Huber 2010). Por ejemplo, en los antecedentes hemos mencionado el estudio paleoclimático de Pendall et al. (2001), que reconstruye los valores de $\delta^2\text{H}$ en precipitaciones ($\delta^2\text{H}_{pp}$) a partir de la composición isotópica del musgo *Sphagnum* en testigos. La estimación de $\delta^2\text{H}_{pp}$ indica valores relativamente estables durante el Holoceno, en torno a un 15 ‰ de variación desde los 5000 años cal AP hasta el presente. Un período muy particular corresponde a los 2000 años cal AP, con fluctuaciones abruptas de ± 30 ‰. Este fenómeno es breve y local, registrado en el testigo de la turbera de Harberton pero ausente en los testigos antárticos (Pendall et al. 2001:176). Los restos humanos aquí analizados son posteriores a esta fecha, pero el marco de referencia de aguas no sería adecuado para restos humanos fechados en torno a los 2000 años cal AP. Finalmente, se deben considerar las prácticas culturales en torno al consumo de agua —y la cocción de los alimentos en menor medida —ya que modifican su composición isotópica (Brettell et al. 2012; Royer et al. 2017). Este punto se analizará junto con la interpretación del registro isotópico en los restos óseos humanos.

8.2 Variaciones isotópicas en los cazadores-recolectores del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados

8.2.1 Variación intrapoblacional

8.2.1.1 Marcadores paleodietarios

En el análisis general de todos los individuos de la costa sur de Tierra del Fuego y Península Mitre, hemos señalado dos características del diagrama de dispersión (Figura 8.10) de los marcadores paleodietarios ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$): los individuos se distribuyen en un patrón combinado entre 1) en un *cluster* concentrado y 2) una distribución lineal (Schwarcz 1991). En términos isotópicos, una gran parte de la muestra tiene un consumo cuantitativo bastante homogéneo de recursos marinos, complementando la dieta con la ingesta de recursos terrestres. Un número menor de individuos se diferencia por consumir proporciones más variables de dos fuentes de recursos isotópicamente diferenciadas, incluyendo los recursos terrestres en el extremo más empobrecido de la ecología isotópica local.

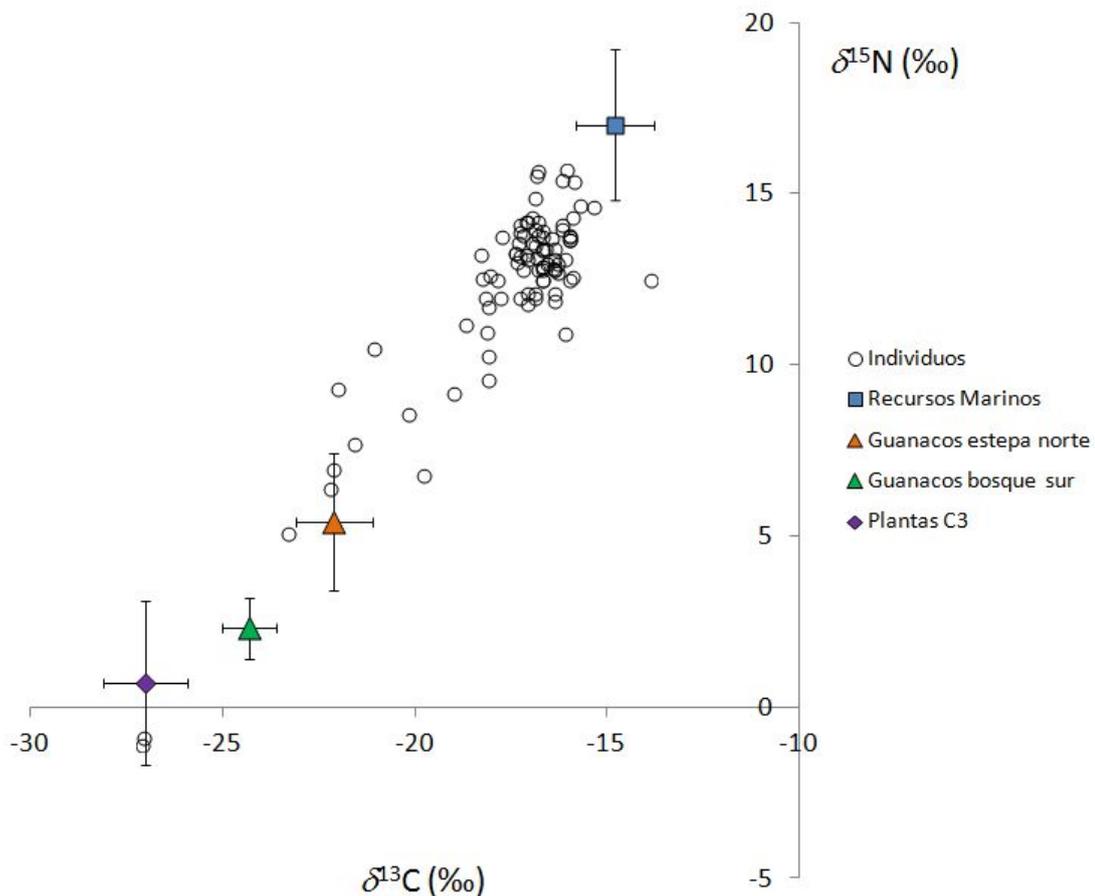


Figura 8.10. Dietas estimadas para los individuos de la costa sur de Tierra del Fuego e Isla de los Estados. Valores isotópicos de los recursos corregidos a músculo/tejido blando.

No son pocos los individuos con escasa información contextual asociada y la homogeneidad paleodietaria, especialmente en la dieta proteica, ya se ha observado en trabajos previos (Panarello et al. 2006; Tessone et al. 2011). Pero al aumentar la muestra es aún más evidente la constancia del consumo de recursos marinos en un conjunto regional, con paisajes litorales variables y grados de acceso disímiles a los recursos terrestres. Asimismo, se ha remarcado la diversidad de la composición de los conjuntos zooarqueológicos; que sugiere tanto la flexibilidad de las estrategias de aprovisionamiento o alternativamente, la presencia de grupos cuya subsistencia se orienta hacia la explotación de ambientes terrestres en el extremo oriental de la Isla Grande (Zangrando et al. 2011). También destacamos el carácter transgeneracional del conjunto de individuos: abarca como mínimo 1000 años antes del contacto hasta probablemente fines del siglo XIX. Recordamos que durante este lapso, otras líneas de evidencia detectaron cambios precontacto en la estrategia de subsistencia de las poblaciones nativas del canal Beagle (Zangrando 2009a), a los que más tarde siguieron la evangelización y la consolidación de la ganadería industrial en la isla (Bitlloch 2005).

Por su parte, el registro isotópico, como indicador de tendencias dietarias promediadas a largo plazo en los individuos, apunta hacia la continuidad en lo que respecta al consumo de presas marinas. Las líneas de evidencia no se contradicen entre sí. En el eje espacial, cuando las diferencias en la estructura de los recursos sugiere estrategias de aprovisionamiento variables, hay que integrar la resolución del registro zooarqueológico y el registro isotópico humano (Barberena et al. 2004). En el eje espacial, es necesario detallar los procesos de reorganización que permitieron mantener aspectos del estilo de vida marítimo aún bajo las presiones de cambio durante el contacto.

En los histogramas de valores δ también se reflejan propiedades similares a los que señalamos en el diagrama de dispersión: una moda muy marcada hacia los valores más positivos (Figura 7.15) y una cola de valores más bajos a la izquierda. La asimetría es un desafío a interpretar (Schork et al. 1990) ya que puede resultar de la mezcla de dos grupos diferentes con sus respectivas distribuciones normales en sus valores isotópicos; o alternativamente manifiesta un proceso que genera asimetría en la distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$. Por otra parte, la exclusión de los individuos atípicos resulta en distribuciones un poco más simétricas. El 50 % de los casos centrales se distribuye en un rango intercuartílico acotado menor al 2 %. En otras palabras, los individuos que se encuentran en la tendencia central tienen menos de un nivel trófico de diferencia, y consumen combinaciones muy similares de proteínas y grasas de origen marino y terrestre.

De forma inductiva, podemos identificar en los diagramas de caja (Figura 7.17) quiénes son estos 10 individuos con valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ más negativos y luego agruparlos según sus características en común. Uno de los criterios más evidentes es el de la

procedencia geográfica. Tres de ellos son de la costa norte de Península Mitre, de las localidades María Luisa (n=2) y río Leticia (n=1). En el caso de los individuos de María Luisa, el registro isotópico tiene cierta correspondencia con la composición del registro zooarqueológico local de los últimos 1500 años (Lanata 1995; Muñoz y Belardi 2011): allí, los guanacos y los pinnípedos tienen una abundancia similar. Sin embargo, la comparación de los registros exige una escala espacial mayor a la de localidad. Por lo tanto, la discusión de las variaciones isotópicas entre la costa norte y sur de Península Mitre y el canal Beagle se profundiza en la sección de “Variaciones geográficas”.

Otros 3 individuos proceden de la localidad estancia Harberton. Entre estos, una adulta (Acatushún) y un niño de sexo indeterminado (MFM 36) estaban asociados a botones (ver Anexo). Lo que hace particular a esta localidad es la presencia de individuos de momentos históricos cuyas dietas tuvieron un mayor componente terrestre en comparación con el resto de los individuos de la costa sur de Tierra del Fuego. Este punto se retomará en la sección de “Variaciones cronológicas”, ya que hay un contraste interesante con los individuos de isla Martillo. También se encuentran cerca de la estancia Harberton, son de momentos históricos y presentan similitudes en su contexto mortuario —inhumados en conchero— pero la dieta proteica es claramente de origen marino.

Los restantes 4 individuos proceden de la costa sur de Península Mitre (BVS11), de islas *inshore* en relación con el canal Beagle (islas Hoste y Navarino) y probablemente de Bahía Yendegaia en el tramo occidental del canal (Fueguino 3134). Del primer individuo no se conoce su localización exacta ni cuenta con un fechado directo. El sitio BVS11 se localiza en el sector del bosque y los guanacos son el taxón predominante en la secuencia del Holoceno medio al tardío (Vázquez et al. 2011). La dieta de los individuos de las islas Hoste y Navarino se han señalado reiteradamente como casos atípicos (Guichón et al. 2001; Panarello et al. 2006). Finalmente, el individuo Fueguino 3134 forma parte de la colección del Museo de Nacional de Antropología y Etnología de Florencia (Marangoni et al. 2011; Tafuri et al. 2017). Su cronología sería en torno a mediados del siglo XIX, o un poco más tarde.

Entonces, de los individuos con valores δ más negativos en los marcadores paleodietarios derivamos dos observaciones generales: 1) los individuos procedentes de Península Mitre concentran la variabilidad isotópica observada en la muestra total; 2) hay individuos históricos hallados en el canal Beagle que se alejan de la tendencia central.

Por último, hay 2 individuos extremadamente atípicos del Museo del Fin del Mundo que hemos retirado de todos los análisis subsiguientes: son los valores más bajos observados de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ en la Isla Grande de Tierra del Fuego. El individuo masculino con el código MFM 13 número de inventario 1226 está asociado a una nota que dice “Hallados en la estancia Preto” y tiene valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C} = -22,3 \pm 0,3 \text{ ‰}$, $\delta^{15}\text{N} = 4,6 \pm 0,3 \text{ ‰}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}} = -13,1 \pm 0,08 \text{ ‰}$. El individuo femenino, MFM 38, fue hallado

en el terreno de una vivienda en Ushuaia. Sus valores son $\delta^{13}\text{C} = -22,3 \pm 0,3 \text{ ‰}$, $\delta^{15}\text{N} = 4,4 \pm 0,3 \text{ ‰}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}} = -14 \pm 0,08 \text{ ‰}$. En ambos casos, sus valores de $\delta^{15}\text{N}$ son muy bajos en relación con la ecología isotópica local (Figura 8.10), e incluso en comparación con las dietas más terrestres del norte de la isla y Península Mitre. Son consumidores dentro de una cadena trófica con base C_3 ; pero con una posición trófica muy baja, prácticamente sin ingesta de proteínas de animales nativos como el guanaco.

Entre los valores de $\delta^{15}\text{N}$ más bajos reportados en Patagonia, se encuentran los individuos del Holoceno medio y tardío de la cueva Haichol, provincia de Neuquén (Fernández y Panarello 2001). La muestra total ($n=8$) tiene un promedio de $\delta^{15}\text{N} = 4,7 \pm 0,8 \text{ ‰}$ y $\delta^{13}\text{C} = -18,1 \pm 0,9 \text{ ‰}$. A partir de las mediciones, los autores infirieron dietas constituidas por proporciones variables de herbívoros o directamente, en base a vegetales C_3 como los piñones de araucaria. Otros dos casos del Holoceno tardío, con valores un poco más altos de $\delta^{15}\text{N}$, también proceden del bosque neuquino (Pérez et al. 2019), Río Negro y Chubut (Fernández y Tessone 2014). En ellos se refleja un consumo predominante de herbívoros que habitan en el bosque, sumando evidencias de poblaciones con estrategias de subsistencia centradas en la explotación del bosque andino.

Los valores $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ extremadamente bajos en los individuos fueguinos MFM 13 y MFM 38 sugerirían interpretaciones similares a los casos patagónicos más meridionales. Sin embargo, no encajan en los modelos existentes sobre las estrategias de subsistencia en la región montañosa central (Mansur et al. 2013; De Angelis 2015). Estos plantean un uso del bosque como zona de ocupación estacional por parte de cazadores-recolectores terrestres, y de tránsito hacia los diferentes ecosistemas del norte y sur de la isla. En cambio, planteamos que su excepcionalidad se relaciona con sus procedencias, integrando el conjunto de casos atípicos observados en torno a las estancias y sumando un nuevo caso en la ciudad de Ushuaia. A futuro, sería deseable sumar análisis genéticos e isotópicos seriados en estos individuos para caracterizar sus historias de vida.

8.2.1.2 Modelos para las interpretaciones paleodietarias

Para caracterizar la composición de las dietas a nivel grupal e individual utilizamos, en primer lugar, los modelos de mezcla bayesianos (Fernandes 2015). Los resultados de las distribuciones de porcentajes de consumo difieren según los factores de corrección utilizados, tal como advierten Bond y Diamond (2011). Por lo tanto, las proporciones de consumo de cada recurso se analizan de formas más bien relativas y no en términos de cifras absolutas⁷¹.

⁷¹ En trabajos previos se compararon las reconstrucciones paleodietarias con diferentes factores de corrección de colágeno a músculo entre las presas. Se detectan variaciones de hasta un 20 % en las

El modelo 1 es la reconstrucción paleodietaria más sencilla y robusta (Figura 7.24), ya que estima el aporte de las proteínas de origen marino y terrestre a los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$; es un modelo sin sopesar e independiente de las concentraciones (Fernandes 2015). Esta propiedad también permite reconocer las implicancias del modelado en los resultados posteriores (Phillips et al. 2014).

Por ejemplo, la distancia isotópica entre los recursos marinos y los guanacos genera estimaciones cuantitativas sumamente acotadas (Casey y Post 2011). Asimismo, las pequeñas variaciones isotópicas de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ en los individuos parecen resultar en sutiles diferencias en las proporciones de consumo de los recursos. La observación general que se deriva de este modelo es que se pueden identificar dietas predominantemente marinas al nivel de grupo, en los cuales estas presas contribuyen al núcleo de la dieta total. Son pocos los individuos atípicos que consumen más recursos marinos que la media grupal (María Luisa, Bahía Crossley I), o que sus dietas puedan describirse como mixtas (Acatushun, BS11). Los valores isotópicos más negativos corresponden a dietas predominantemente terrestres (I. Hoste, río Leticia e I. Navarino).

El segundo modelo de mezcla que utilizamos en esta tesis incluye a las plantas como otra fuente a ser considerada en la dieta, además de las presas animales (Figura 8.7). Aunque gana en realismo, se incrementan las incertezas de las proporciones estimadas de ingesta de los recursos terrestres: hay menor distancia isotópica entre los guanacos y las plantas. Este modelo 2, que habíamos aplicado en un trabajo anterior (Kochi 2016), vuelve a señalar que el consumo de guanacos podría encontrarse sobreestimado cuando no se consideran los vegetales como otro recurso consumido.

Estos datos apoyarían el aporte pequeño pero constante de las plantas a la dieta de los individuos (Berihuete Azorín 2014). Aparte de cuestiones tafonómicas, una causa de la baja representación de los restos arqueobotánicos en los sitios sería el patrón de recolección. Con respecto al pan de indio y las bayas, Gusinde (1986: 537) observa que “no es costumbre recogerlas y llevarlas a la choza; se conforman con comer un puñado de estos hongos en el lugar”.

estimaciones de la contribución de los recursos, pero no se modifica la importancia relativa de los mismos en la dieta total (Kochi 2016).

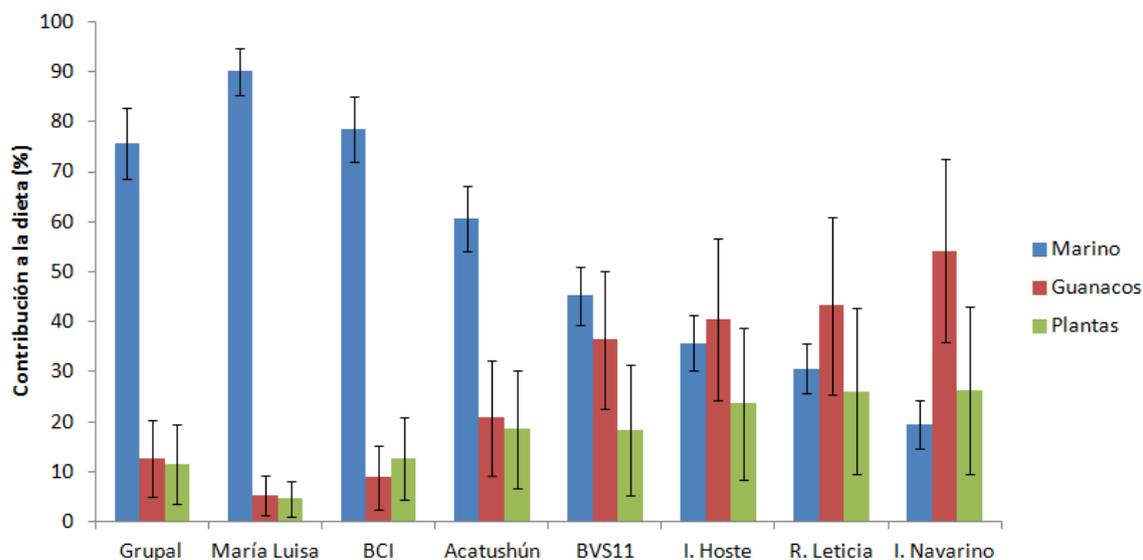


Figura 8.11. Consumo promedio de recursos marinos, guanacos y plantas para la mediana grupal y los individuos atípicos. Las barras corresponden a un desvío estándar.

En conjunto, los pinnípedos, las aves marinas, los peces y los mejillones se consumieron de forma regular, aportando entre un 70-80 % de las dietas a nivel grupal. A nivel individual, dependiendo de la estación del año o las características fisiográficas de una localidad comerían porcentajes diferentes a los aquí indicados; pero estas variaciones a corto plazo no se registran en el colágeno o la apatita, cuyas señales isotópicas integran la dieta durante lapsos más extensos. En todo caso, una pregunta interesante sería poder determinar qué taxones consumen los individuos como los de I. Hoste, río Leticia y Navarino, cuya dieta es predominantemente terrestre. Dentro de la categoría de “recursos marinos”, se han agrupado taxones que difieren en el trabajo requerido para su obtención, transporte y/o procesamiento. Dentro de ese 70-80 % que aporta el conjunto de los recursos marinos a la dieta total, puede que una presa —por ejemplo, los pinnípedos— aporten más calorías que otras, o que todas contribuyan en cantidades similares. En ese caso, sería aun menor la ingesta de cada uno de los animales, lo que concordaría con las expectativas de las dietas marinas diversificadas hacia el Holoceno tardío (Zangrado 2009a).

En capítulos anteriores hemos citado un modelo basado en el análisis multivariado de los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (Froehle et al. 2012). A partir de las mediciones isotópicas en 158 individuos de ocho poblaciones prehistóricas, dicho modelo define cinco clusters. Sus composiciones dietarias se conocen por la comparación con datos isotópicos de animales bajo dietas controladas y por otras líneas de evidencia (Kellner y Schoeninger 2007). En el trabajo de Froehle et al. (2012), los individuos del norte de Tierra del Fuego, la

costa sur y litoral norte de Península Mitre se reparten entre el *cluster* 3 (proteína marina; energía 50 % C₃ y 50 % C₄, este último interpretado como energía marina) y el *cluster* 1 (100 % proteínas C₃; energía 100 % C₃). La incorporación de nuevos individuos (Alunni et al. 2021) no indicaba diferencias notables entre los que procedían del canal Beagle y Península Mitre, pero sí se observaban cuatro individuos fuera del *cluster* 3. Además de los adultos de islas Hoste y Navarino que se habían ubicado en el *cluster* 1 (Froehle et al. 2012), al igual que los individuos del Norte de la Isla, dos individuos no se asignaban en ningún grupo: BVS 11 y Acatushún.

En esta tesis, la muestra más amplia de restos humanos sigue las mismas tendencias: la gran mayoría de los individuos se ubica en el *cluster* 3, tanto los del canal Beagle como los de Península Mitre (Figura 7.26). El modelo multivariado no indica grandes diferencias en la dieta según la procedencia geográfica de los individuos. La mayoría de ellos se caracterizarían como consumidores de una dieta compuesta por proteínas marinas, y una porción energética 50 % C₃ y 50 % marina. Por otra parte, aumentó el número de individuos en el *cluster* 1, con el adulto del río Leticia de la costa norte de Península Mitre y el neonato de la estancia Harberton (MFM 07). Asimismo, hay más individuos que no se clasifican en ningún cluster: el otro niño de la estancia Harberton (MFM 36) se encuentra entre los *clusters* 1 y 3; mientras que el individuo de B. Crossley I y el niño de Caleta Falsa (MFM 58; S8-5) se encuentran por encima del *cluster* 3.

En el caso de algunos subadultos como S8-5, su posición por fuera de los *clusters* se relacionaría con el proceso de lactancia, por lo que desarrollaremos su condición en el apartado de “Edad”. Las variaciones de $\delta^{15}\text{N}$ tienen mayor peso en la Función 2 (Froehle et al. 2012), y por eso el niño S8-5 se encontraría por encima del límite superior del *cluster* 3. Sin embargo, el niño de la estancia Harberton MFM 36 se encuentra desplazado en el eje de la Función 1, en el cual tienen más peso las variaciones de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$. En este caso, no se podría descartar la transición de una dieta a otra, y que el tejido óseo no haya alcanzado el equilibrio en la composición isotópica con respecto a la nueva dieta. En estos subadultos, la reconstrucción paleodietaria con modelos bayesianos no sería el enfoque más adecuado para caracterizarlos.

Aquí resulta provechoso comparar los modelos de mezcla bayesianos para los individuos adultos que no “encajan” en ningún *cluster*, como BVS 11 y Bahía Crossley 1. Estos podrían haber tenido dietas que no estarían contempladas en la base de datos original del modelo multivariado (Zhu y Sealy 2018).

La dieta del individuo adulto de BVS 11 está compuesta en partes relativamente similares de recursos marinos (45 ± 6 %) y guanacos (36 ± 14 %), complementado en proporciones menores por plantas (18 ± 13 %). Posiblemente estas son las dietas propiamente mixtas que no pueden ser discriminadas por las funciones de Froehle et al. (2012). Por otra parte, los porcentajes de consumo de recursos del individuo de Bahía

Crossley I no se diferencia demasiado del grupo del canal Beagle; solamente estaría extendiendo el límite superior de las dietas marinas en el modelo multivariado.

Con estos modelos no insistimos en buscar porcentajes absolutos más precisos para cada recurso consumido, sino que comprendemos mejor la clasificación de las dietas en las categorías más amplias para las comparaciones regionales (Barberena 2002). Tal como observaba este autor, en ningún caso estaríamos observando dietas literalmente 100 % terrestres o marinas; esta generalización tiene coherencia con la variabilidad de la composición de los conjuntos zooarqueológicos en Tierra del Fuego (Santiago y Vázquez 2012) y en la costa sur de la Isla Grande en particular (Tivoli y Zangrando 2011; Vázquez et al. 2011). Por otra parte, encontramos un panorama diferente al que describen Alfonso-Durruty et al. (2015) sobre Fuego-Patagonia: las dietas mixtas no son las predominantes entre los individuos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados; en cambio, los recursos marinos constituyen el núcleo de las dietas a largo plazo. Más allá de que todos los antecedentes indiquen una adaptación litoral en estas poblaciones (Orquera y Piana 1983, 2005), el registro isotópico y la tasa de renovación ósea sugieren que la flexibilidad de los sistemas de subsistencia estaría acotada a lapsos tal vez estacionales, o una etapa del ciclo del uso de la tierra (Binford 1983).

Variaciones en la dieta según sexo

Los marcadores paleodietarios señalan diferencias en la dieta a largo plazo entre los adultos de sexo femenino y masculino de la costa sur de Tierra del Fuego y Península Mitre. En primer lugar, destaca la asimetría de la distribución de los valores δ . En el histograma correspondiente a los individuos masculinos (Figura 8.12), las colas son más largas hacia la izquierda, especialmente en la dieta proteica —representada por las mediciones de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ —. También hay más individuos atípicos masculinos que femeninos. En este sentido, si se observan los diagramas de caja y bigote (Figura 7.18), las mujeres se asemejan a una distribución más normal en la dieta proteica. En ambos sexos, los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ que promedian la dieta total tienen una distribución asimétrica negativa; pero el 50 % de los casos centrales femeninos tiende a valores más positivos que el 50 % de los individuos masculinos (Tabla 7.9). En términos generales, la gran mayoría de las mujeres consumen proteínas con origen predominantemente marino. Entre los hombres hay más individuos cuya dieta se complementa con recursos terrestres en proporciones variables; mientras que hay otros con dietas marcadamente terrestres. La consideración de la asimetría de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ en ambos sexos sugiere una incorporación más generalizada de energía C_3 , pero en proporciones mayores entre los hombres. El tamaño de la muestra de adultos clasificados por sexo es muy pequeño en Península Mitre ($n < 5$), pero por el momento se observan diferencias más marcadas en las medianas, en comparación con los del canal Beagle.

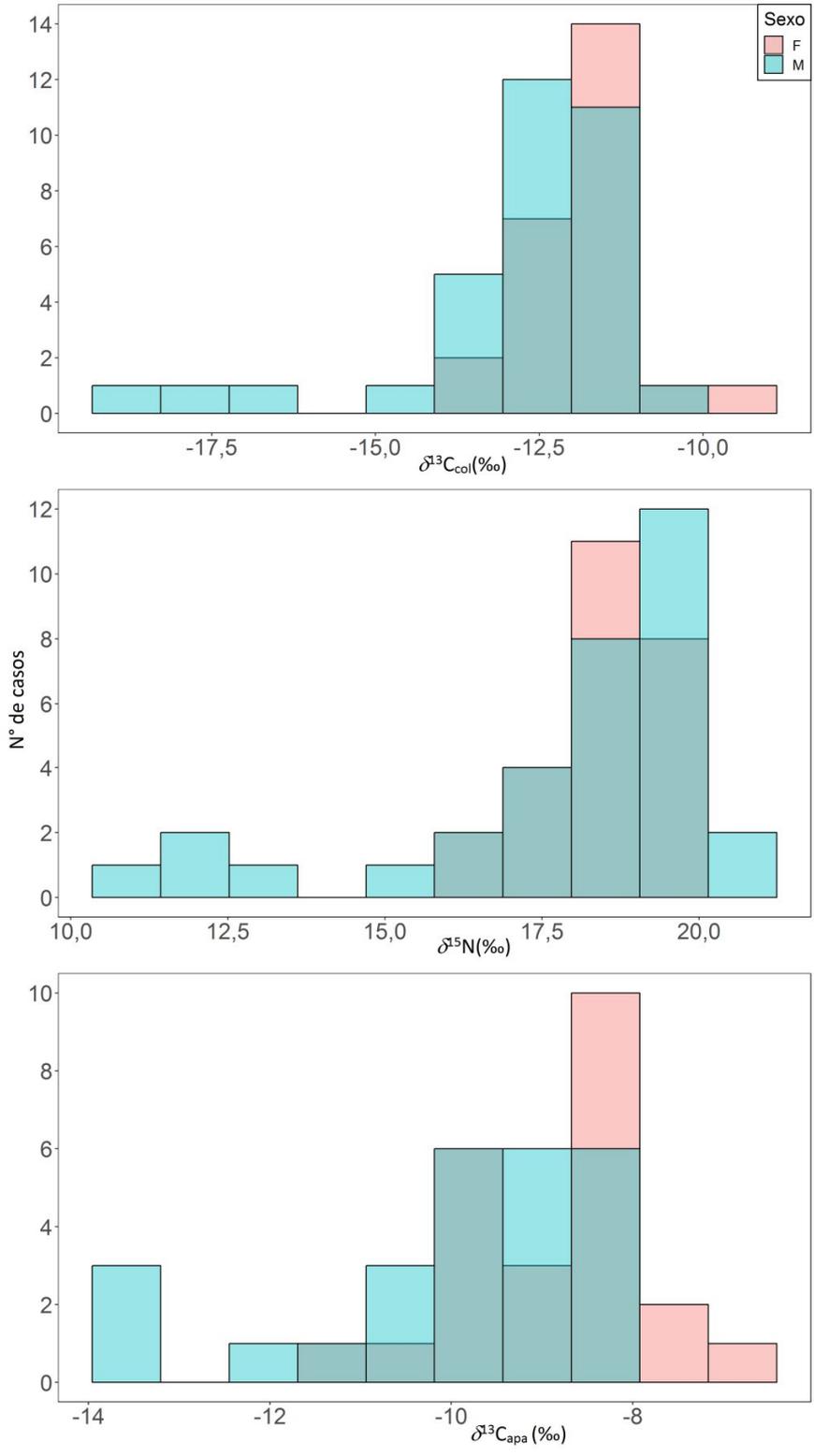


Figura 8.12. Histogramas superpuestos en donde se compara la distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (sup.), $\delta^{15}\text{N}$ (centro) y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (inf.) entre los adultos femeninos y masculinos de la costa sur de Tierra del Fuego.

En segundo lugar, es notable la variación isotópica que presenta la muestra masculina en comparación con la femenina, más homogénea (Tabla 8.2). Considerando las distribuciones asimétricas, una medida robusta de dispersión es el rango intercuartílico (RIQ). En el $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, el RIQ no difiere tanto entre los sexos. Pero en el $\delta^{15}\text{N}$, el RIQ es de 1,2 ‰ en mujeres y 2 ‰ en hombres. La variación en la composición isotópica del nitrógeno es llamativa ya que un factor de discriminación promedio entre niveles tróficos es de $\delta^{15}\text{N} = 3,4 \pm 1$ ‰ (Post 2002). Entonces, se interpreta que el 50 % de los casos centrales masculinos abarca una diversidad de dietas proteicas que se acerca a un nivel trófico de diferencia.

Si se toma una medida más absoluta de dispersión como el rango entre los valores máximos y mínimos, se encuentra más de un nivel trófico de diferencia en $\delta^{15}\text{N}$ entre los hombres (rango= 9,8 ‰); en las composiciones isotópicas del carbono se refleja una variación considerable en la proporción de alimentos asimilados con diferentes líneas de base en la cadena trófica. El tamaño de la muestra masculina es relativamente mayor a la femenina, pero es difícil que este efecto genere un sesgo hacia tendencias más negativas en todos los marcadores paleodietarios entre los hombres.

	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}$ (‰)		$\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (‰)	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
n	25	33	25	33	24	26
s	0,9	1,7	0,9	2,5	1,02	1,65
RIQ	0,9	1,4	1,2	2	1,42	1,93
Rango	4,8	7,6	3,7	9,8	4,43	5,79

Tabla 8.2. Medidas de dispersión de los marcadores paleodietarios en adultos según el sexo.

Debido a la asimetría y la variación isotópica, se requiere una comparación cautelosa de las tendencias centrales entre los sexos. Las medidas más sensibles como la media señalan diferencias significativas en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, con valores más bajos en los hombres; no así en la media de $\delta^{15}\text{N}$. Los valores más bajos en la muestra masculina se promedian con una mayor densidad de casos en el intervalo más positivo. Según el histograma, la moda de $\delta^{15}\text{N}$ se encuentra entre 19,5 y 20 ‰. Esta sería la tercera característica particular en la muestra masculina: en combinación con la asimetría negativa, hay más individuos con valores altos de $\delta^{15}\text{N}$. Esta diferenciación entre

marcadores paleodietarios sugiere que no solo hay variaciones de nivel trófico, sino en la composición de los macronutrientes de la dieta: los hombres podrían estar consumiendo fuentes de energía C_3 —por ejemplo, grasas de animales terrestres con frecuencia— y esta característica de la dieta estaría reflejándose solo en los valores de $\delta^{13}C_{col}$ y $\delta^{13}C_{apa}$.

Una medida más robusta de tendencia central, la mediana, minimiza las diferencias isotópicas entre sexos. La diferencia entre las medianas de hombres y mujeres es de 0,4 ‰ en $\delta^{13}C_{col}$ y 0,96 ‰ en $\delta^{13}C_{apa}$. En $\delta^{15}N$ no hay diferencias. Esto no contradice a las interpretaciones anteriores, sino que señala un patrón similar al conjunto total de los individuos humanos. Una buena parte de los individuos masculinos forma un *cluster* que se superpone a los individuos femeninos, con los valores δ más positivos; pero indudablemente hay mayor variabilidad isotópica entre los individuos adultos masculinos.

Los gráficos de dieta proteica según el sexo y comparando diferentes formas de estimación del nicho isotópico sintetizan todas las observaciones mencionadas (Figura 8.13). A la vez, ilustran cuestiones metodológicas relacionadas a las muestras asimétricas:

- 1) La forma de la elipse estándar corregida muestra mayor covariación lineal en hombres que en mujeres, extendiéndose sobre todo hacia el extremo negativo de los valores δ ; los individuos masculinos consumen dietas con proporciones más variables de recursos marinos y terrestres.
- 2) El área de la elipse estándar corregida (SEA_c) correspondiente al sexo femenino es menor, reflejando dietas más homogéneas a largo plazo.
- 3) La elipse correspondiente al sexo femenino tiene una superposición considerable con el extremo positivo de la elipse de los individuos masculinos; hay hombres que consumieron dietas más marinas, similares a la gran mayoría de las mujeres. La mayoría de dichos individuos son del canal Beagle, pero debe considerarse que el tamaño de la muestra de adultos masculinos de Península Mitre es muy acotada ($n=4$). Este punto lo retomaremos en la sección 8.2.1.3 (Sectores geográficos, Sexo y edad).

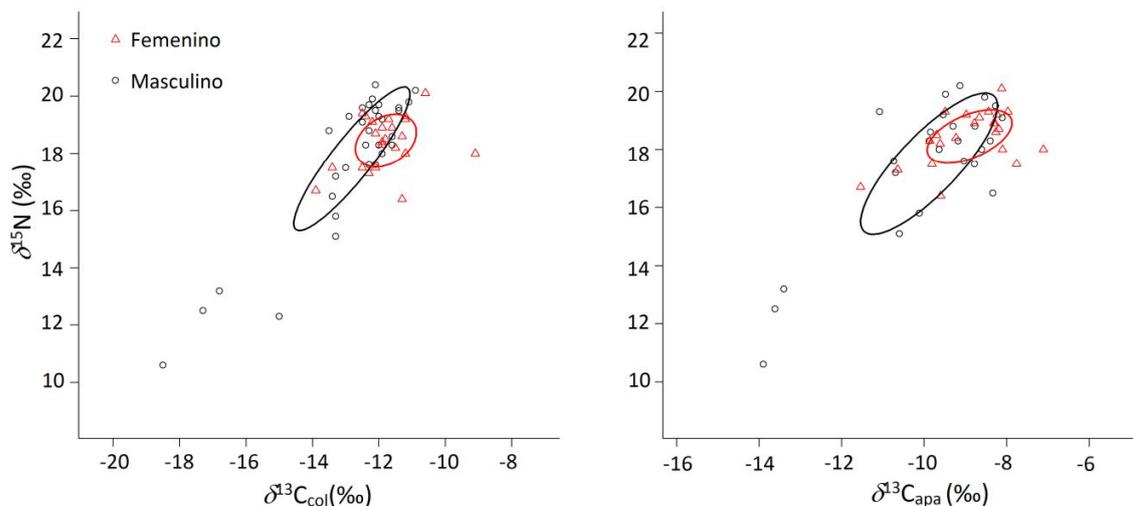


Figura 8.13. Nichos isotópicos de adultos diferenciados por sexo, de dieta proteica (izq.) y dieta total vs. posición trófica (der.)

La dispersión isotópica en los individuos masculinos puede resultar de la combinación de un radio de forrajeo más amplio que el de las mujeres (Wood et al. 2021) y el consumo de alimentos obtenidos fuera del campamento base durante las partidas logísticas (Kusaka et al. 2008; Berbesque et al. 2016; Chaile y Tessone en prensa). En particular, la tendencia hacia valores δ más negativos en los hombres apunta hacia el consumo constante de recursos terrestres fuera del campamento base. Esta interpretación tiene su apoyo en los análisis zooarqueológicos que proponen la integración de las zonas interiores a la movilidad marítima, y estrategias selectivas de transporte de carcasas de guanacos que implicarían partidas extensas de caza (Alunni 2021). También concuerda con la etnografía, que menciona la caza de guanacos como una actividad habitualmente a cargo de los hombres (Orquera y Piana 1999b).

No obstante, reiteramos que el registro isotópico es un promedio a largo plazo de la dieta asimilada. En ese sentido, parece improbable un patrón sostenido de consumo diferenciado de recursos según el sexo en un lapso como mínimo, decenal. También es inesperado cuando se asume la distribución generalizada de las presas en el campamento base, o se plantean estrategias de transporte para minimizar el riesgo de escasez de lípidos (Alunni 2021). Halperin (1980) advierte que la división sexual del trabajo puede variar en relación con contextos ecológicos cambiantes; por ejemplo, siguiendo cambios estacionales en el tamaño y composición de la unidad productiva. Otros trabajos enfatizan la estructura de los recursos, definida a partir de la relación entre energía y riesgo (Elston et al. 2014); por lo que las tareas de los individuos masculinos y femeninos convergen y divergen en escalas de tiempo variables. La captura de los guanacos y su consumo fuera del campamento base puede haber sido una actividad cotidiana de los hombres,

contribuyendo a la variabilidad isotópica observada en el conjunto central de los individuos masculinos. Pero difícilmente haya sido de un carácter tan exclusivo y constante que explique los valores isotópicos de los individuos masculinos más alejados de la tendencia central.

Para los casos más atípicos pueden considerarse otras hipótesis sobre las diferencias sexuales en las dietas, inferidas a partir del registro isotópico. Algunos de ellos son la diferenciación en las actividades de subsistencia al nivel de familias y linajes dentro de la misma población (Kusaka et al. 2008) y patrones de residencia postmatrimoniales que vinculan comunidades costeras y del interior (Walker y DeNiro 1986). Ambos fueron pensados a partir de etnografías de cazadores-recolectores usualmente denominados como complejos, como los Ainu que rodean el mar de Ojotsk (Watanabe 1983) y los Chumash en la costa sur de California (Johnson 1982; Braje et al. 2011). La diferenciación ocupacional por familias, también observada en pueblos de la costa noroeste del Pacífico (Watanabe 1983), supone una organización social bastante rígida. Más allá de que los Yaganes en tiempos históricos no son similares en este aspecto, no se ajustaría a nuestro caso, en donde solo los hombres consumen las dietas más terrestres. Por otra parte, entre los cazadores-recolectores con mayor movilidad, las explicaciones que recurren a los patrones de residencia postmaritales apuntan hacia la macroescala de la movilidad en los individuos (Grove 2009) y el mantenimiento de redes sociales (Whallon 2006), que son compatibles con sistemas sociales flexibles (Barberena et al. 2022). Esta discusión nos lleva, una vez más, a considerar las variaciones en los marcadores paleodietarios a nivel regional y genera la necesidad de examinar la composición isotópica de oxígeno en los individuos como marcador de movilidad.

Variaciones en la dieta según la edad

El análisis paleodietario de los subadultos indudablemente enriquece la caracterización de la subsistencia de las poblaciones nativas de Tierra del Fuego. Si bien la muestra es acotada (n=17), hay al menos un individuo para cada una de las categorías de edad consideradas (Figuras 7.21, 7.22, 7.23 y 8.14). Para las categorías más jóvenes, como en el caso de los neonatos, es posible inferir la dieta materna; en los infantes y la etapa más temprana de la niñez, la comparación con la dieta adulta permite abordar las prácticas de lactancia y destete (Schurr 1997; Tessone et al. 2015). Finalizado el proceso de destete, la dieta de los niños puede diferir de los adultos, porque también se aprovisionan de alimentos con estrategias de obtención alternativas (Tsutaya 2017). Estos tópicos usualmente se interrelacionan con preguntas propias de la bioarqueología y la paleodemografía (Jay 2009); pero son posibles vías de entrada hacia temas como la

transmisión y el aprendizaje de pautas de subsistencia que permiten la reproducción de una cultura (Politis 1998; Sacchi 2010).

Entre los neonatos, se encuentra el individuo excavado por Annie Goodall en estancia Harberton (MFM 07). Sus valores isotópicos ($\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -17,2 \pm 0,3 \text{ ‰}$ y $\delta^{15}\text{N} = 14,8 \pm 0,3 \text{ ‰}$) son muy bajos en comparación con la media y un desvío estándar en los mismos marcadores paleodietarios en las adultas de la costa sur de Tierra del Fuego y Península Mitre (Figura 8.14). Es más similar a los valores isotópicos observados en las adultas del norte de la Isla Grande de momentos precontacto (n=12), cuyo promedio y un desvío estándar es de $-16 \pm 3,3 \text{ ‰}$ y $14,4 \pm 2,6 \text{ ‰}$ para el $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$, respectivamente. El neonato probablemente refleja una dieta materna terrestre asimilada durante la gestación, sin el efecto del nivel trófico que genera el amamantamiento (Fuller et al. 2006). No obstante, dada la dispersión de los valores isotópicos en las adultas del norte de la Isla, no se descarta la lactancia como parte de su alimentación. Waters-Rist et al. (2011) advierte que no es fácil determinar si un subadulto se encuentra entre el proceso de lactancia o destete, si hay una alta variación en $\delta^{15}\text{N}$ en la muestra femenina adulta.

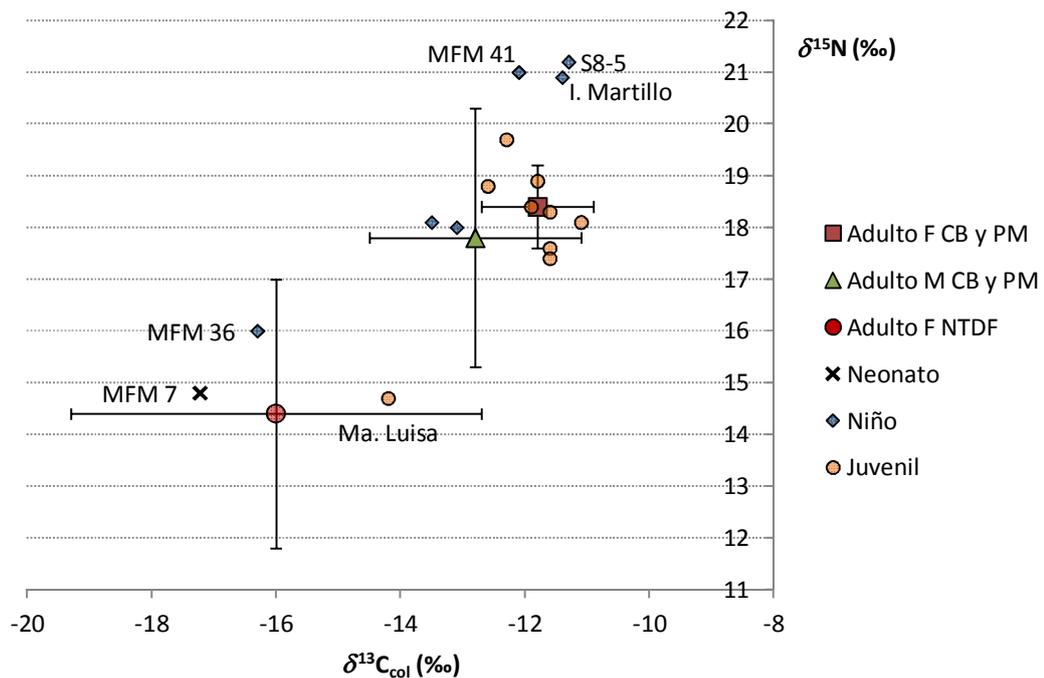


Figura 8.14. Distribución de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en subadultos del canal Beagle y Península Mitre, en comparación con la media y el desvío de los adultos femeninos y masculinos.

Para los infantes, contamos con un individuo del canal Beagle procedente del sitio Shamakush I (Orquera y Piana 1996). Su valor publicado de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -12,3 \pm 0,3 \text{ ‰}$ se encuentra dentro de la media y el desvío estándar de las adultas de la costa sur de la Isla (n=25) en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -11,8 \pm 0,9 \text{ ‰}$. Por el rango estimado de edad —entre 0 y 6 meses— su valor isotópico reflejaría la dieta materna marina durante la gestación. Alternativamente, tendría la señal isotópica de la leche materna, tal como reportaron Orquera y Piana (1996); pero no presenta la discriminación esperada de $\sim 1 \text{ ‰}$ en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (Fuller et al. 2006) durante el amamantamiento.

Entre los niños de sexo indeterminado (n=5) encontramos individuos con patrones similares en sus relaciones isotópicas (Figura 8.15). Dos de ellos habrían comenzado el proceso de destete complementando su dieta con recursos marinos similares a los adultos: el individuo 7 de Isla Martillo ($\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -11,4 \pm 0,3 \text{ ‰}$; $\delta^{15}\text{N} = 20,9 \pm 0,3 \text{ ‰}$) y el de Caleta Falsa S8-5 código MFM 58 ($\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -11,3 \pm 0,3 \text{ ‰}$; $\delta^{15}\text{N} = 21,2 \pm 0,3 \text{ ‰}$). Tienen un valor alto de $\delta^{15}\text{N}$ en comparación con el promedio de las adultas (n=25; $\delta^{15}\text{N} = 18,4 \pm 0,9 \text{ ‰}$), pero son similares en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$. El primero fue recuperado en superficie y está representado solo por un fémur izquierdo; a partir de su longitud se estimó su edad entre los 2-2,5 años. El segundo fue recuperado en la costa norte de Península Mitre, en el sitio 8 de la localidad Caleta Falsa (Chapman y Hester 1973). Su edad se estima entre los 2,5-5 años (Guichón y Suby 2011).

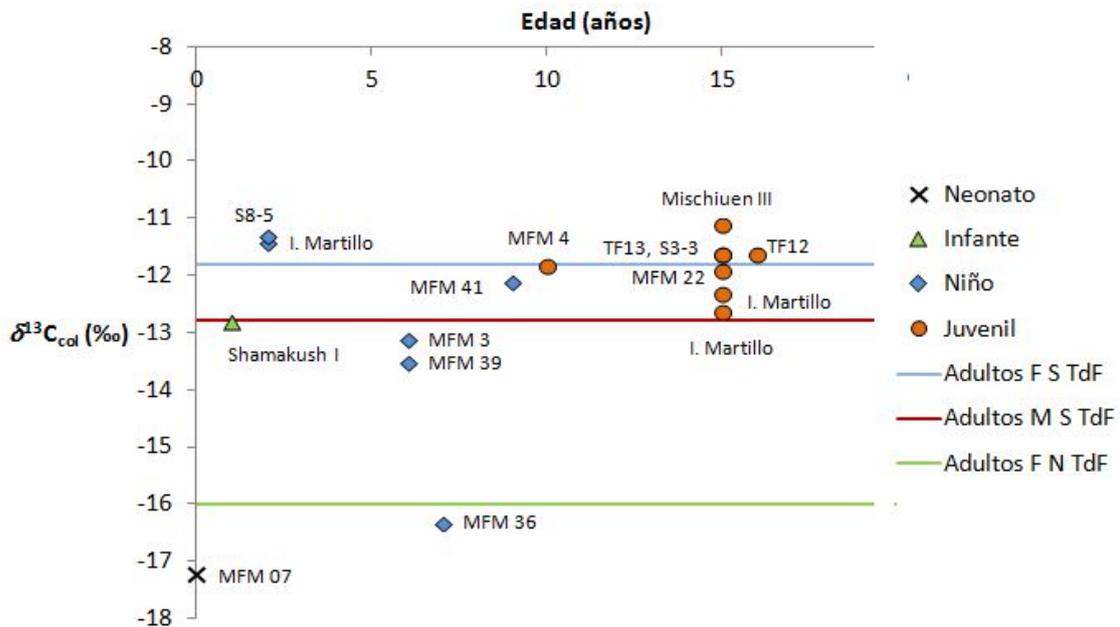


Figura 8.15. Valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰) y edad en años en los subadultos de la costa sur del canal Beagle y Península Mitre. Las líneas corresponden al promedio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ en adultos.

Esta combinación de valores en los marcadores isotópicos sugiere que continúan tomando leche materna, pero ya podrían estar incorporando alimentos marinos similares a la dieta adulta⁷². En las etnografías se mencionan los mejillones, el pescado (Hyades y Deniker 1891: 195) y las bayas (Bridges 1866 en Orquera y Piana 1999b) como complementos a la leche materna; así como trozos de grasa y carne previamente pasados por el fuego (Gusinde 1951: 255). Por otra parte, el valor isotópico de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ sugiere que no hay una selección de recursos demasiado diferente a la de los adultos para complementar la dieta de este infante; podrían estar simplemente premasticados o procesados de manera diferente para facilitar la deglución (Waters-Rist et al. 2011; Howcroft et al. 2014). Por último, en el niño de Caleta Falsa S8-5 se señala que no presenta lesiones patológicas en los elementos recuperados (Guichón y Suby 2011). La exposición a diferentes estresores durante el destete (Lewis 2006) podría encontrarse entre sus causas de fallecimiento. Un tercer individuo de la categoría de los niños, el de Almanza con código MFM 41 tiene combinaciones de valores isotópicos similares a los mencionados ($\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -12,1 \pm 0,3 \text{ ‰}$; $\delta^{15}\text{N} = 21 \pm 0,3 \text{ ‰}$). Dada su edad promedio, su enriquecimiento en ^{15}N resulta llamativo.

Otro par de niños, los de la Isla Redonda (MFM 3) y bahía Cambaceres (MFM 39), presentan valores isotópicos similares a los adultos. Por lo tanto, se infiere que consumieron alimentos parecidos. Los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ son $-13,1 \pm 0,3 \text{ ‰}$ y $-13,5 \pm 0,3 \text{ ‰}$, respectivamente. Son un poco más negativos que la media femenina, pero se encuentran dentro del intervalo de la media masculina adulta ($n=33$) y su desvío estándar, con $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -12,8 \pm 1,7 \text{ ‰}$. Con respecto al $\delta^{15}\text{N}$, el niño de la Isla Redonda tiene un valor de $18 \pm 0,3 \text{ ‰}$ y el de bahía Cambaceres, $18,1 \pm 0,3 \text{ ‰}$. Este par tiene un relación $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ más baja que los niños que estarían en proceso de destete, con valores de $\delta^{15}\text{N}$ comprendidos entre el promedio las adultas y su desvío estándar correspondiente (Figura 8.16).

Finalmente, el niño MFM 36 hallado en la estancia Harberton tiene los valores isotópicos mínimos para su categoría de edad: $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -16,3 \pm 0,3 \text{ ‰}$ y $\delta^{15}\text{N} = 16 \pm 0,3 \text{ ‰}$. Sería una observación atípica extrema en comparación con las adultas de la costa sur de la Isla, pero no con las mujeres del norte de la Isla Grande. De este último grupo ($n=12$), si se toman las medianas de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -16,3 \text{ ‰}$ y $\delta^{15}\text{N} = 14,3 \text{ ‰}$, el niño MFM 36 presenta una diferencia de $\delta^{15}\text{N} = 1,7 \text{ ‰}$.

⁷² No obstante, el factor de discriminación $\Delta^{13}\text{C}$ en lactantes no fue determinado de hueso a hueso, sino en tejidos con tasas de renovación más rápida (Fuller et al. 2006). Por lo tanto, deben matizarse las interpretaciones acerca de la diferencia isotópica entre los restos óseos de subadultos lactantes y la media adulta femenina.

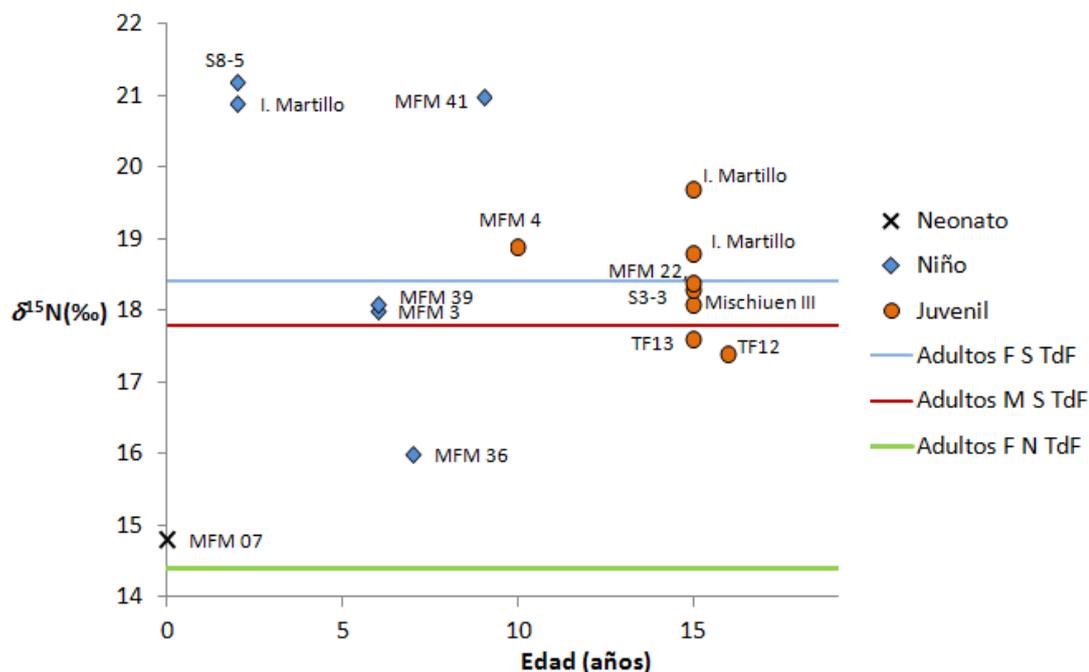


Figura 8.16. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ (‰) y edad en años en los subadultos de la costa sur del canal Beagle y Península Mitre. Las líneas corresponden al promedio de $\delta^{15}\text{N}$ en adultos.

Los juveniles ($n=9$) son los más numerosos dentro de la muestra de subadultos. El valor mínimo corresponde al individuo femenino de María Luisa (N°6 en Yesner et al. 1991) de la costa norte de Tierra del Fuego. Es un caso similar al anterior, ya que sus valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ se encuentran comprendidos en el rango de variación de la muestra femenina del norte de la Isla Grande (Figura 8.15, 8.16).

El valor máximo en $\delta^{15}\text{N} = 19,7 \pm 0,3$ ‰ corresponde al individuo juvenil 2 de isla Martillo. Su valor de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -12,3 \pm 0,3$ ‰ se encuentra dentro de variación isotópica de la muestra adulta, indicando una dieta predominantemente marina. Por otra parte, el individuo S3-3 de Caleta Falsa tiene valores muy similares ($\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -11,6$ ‰ y $\delta^{15}\text{N} = 19,3$ ‰) al resto de los juveniles en ambos marcadores isotópicos. Estos individuos ameritan cierta reflexión, ya que presentan cribra orbitalia (Guichón y Suby 2011), sumado a reacciones periósticas en el individuo de isla Martillo (Kochi et al. 2021). El consumo regular de proteínas marinas provee los requerimientos necesarios de hierro, vitamina B12 y C —esta última en los órganos y tejidos crudos— (Kuhnlein y Soueida 1992; Fediuk et al. 2002; Hopping et al. 2012). En estos casos, la cribra orbitalia no tendría su origen en deficiencias dietarias crónicas, que pueden asociarse a valores más bajos de $\delta^{15}\text{N}$ (Zarina et al. 2016). En cambio, en cazadores-recolectores marítimos se ha propuesto la pérdida de nutrientes como una de las causas para la cribra orbitalia, a partir de la exposición a parásitos de la carne cruda de peces y mamíferos marinos (Walker 1986). Tampoco se

pueden descartar efectos sinérgicos de otros factores como el hacinamiento, las enfermedades infecciosas y condiciones asociadas con la muerte prematura de glóbulos rojos o su producción incrementada (Walker et al. 2009; Zarina et al. 2016).

El resto de los individuos juveniles presenta valores isotópicos muy similares entre sí en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$. Excluyendo al individuo n°6 de María Luisa, con una dieta típicamente terrestre, los juveniles (n=8) tienen prácticamente la misma media y desviación estándar ($\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -11,8 \pm 0,5 \text{ ‰}$; $\delta^{15}\text{N} = 18,4 \pm 0,7 \text{ ‰}$) que las adultas de la costa sur de la Isla. Esta categoría de edad consume recursos marinos en proporciones muy similares a las adultas. No obstante, dadas las características de la ecología isotópica local, es difícil evaluar si apuntan hacia la obtención y consumo de presas específicas con estrategias de obtención diferentes de los adultos (Bird y Bird 2000).

En $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ como proxy de la dieta total se observa casi la misma tendencia general que en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ por categoría de edad (Figura 8.17). En general, el análisis isotópico sobre la bioapatita en función de la edad sigue los mismos principios que los análisis sobre colágeno (Tsutaya y Yoneda 2015). Se interpreta que los individuos subadultos consumieron lípidos y carbohidratos de origen marino y terrestre en proporciones similares a la porción proteica de la dieta. La única excepción sería el individuo juvenil femenino de María Luisa, que no cuenta con una estimación de la edad cronológica. A pesar de tener el valor más bajo de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}} = -10,4 \text{ ‰}$, no se aleja demasiado de la tendencia del resto de los juveniles, como sí se observa en $\delta^{15}\text{N}$. Por otra parte, el juvenil Fueguino 12 de la colección bioantropológica romana (Tafari et al. 2017) tiene el valor máximo de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ de la muestra total. Esto sugiere cierta diferenciación en la porción energética de la dieta, como podría ser la incorporación de alimentos más enriquecidos en ^{13}C o la disminución en el consumo de los recursos más empobrecidos en ^{13}C , como las grasas de animales o vegetales terrestres.

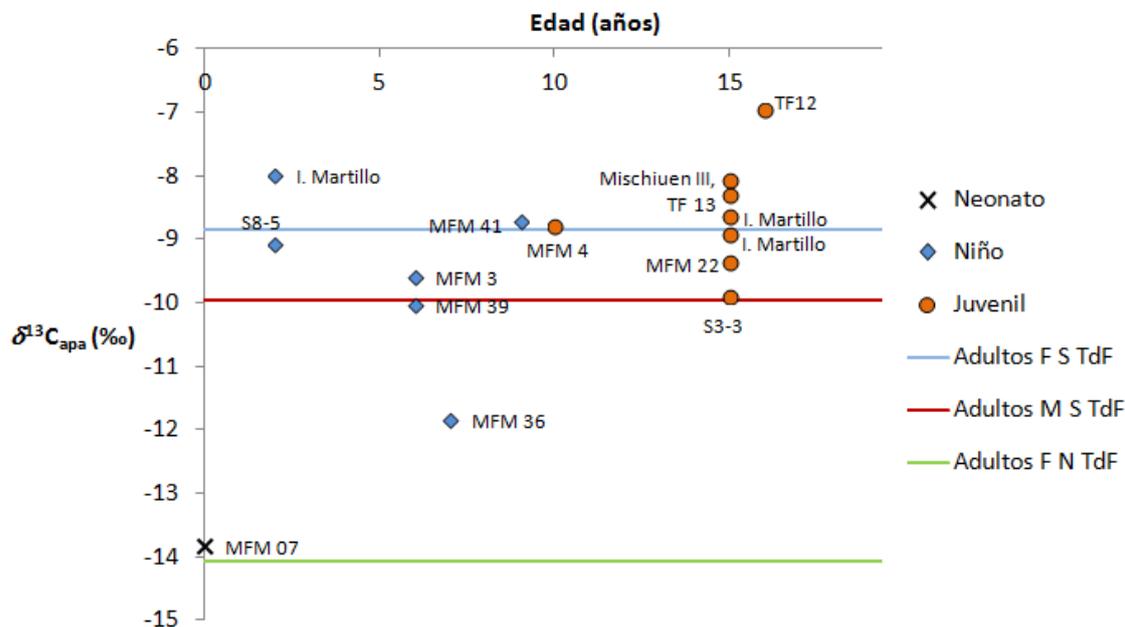


Figura 8.17. Valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (‰) y edad en años en los subadultos de la costa sur del canal Beagle y Península Mitre. Las líneas corresponden al promedio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ en adultos.

Es sumamente interesante hallar variabilidad dietaria entre los subadultos, incluso dentro de las mismas categorías de edad. En síntesis, destacamos los siguientes patrones: 1) *Hay niños que se encontraban en proceso de destete y su dieta se complementaba con recursos marinos* (el individuo 7 de Isla Martillo y S8-5 de Caleta Falsa). Esta observación concuerda con los estudios etnográficos comparativos y arqueológicos (Waters-Rist et al. 2011; Tessone et al. 2015), que señalan un período prolongado de amamantamiento en sociedades cazadores-recolectoras. Las etnografías locales también mencionan una lactancia prolongada (Martial 2007 [1888]: 38) hasta dos años o más, e incluso hasta los seis años (Orquera y Piana 1999b). Por otro lado, los niños de bahía Cambaceres y el de isla Redonda ya tienen valores isotópicos que reflejan una dieta similar a los adultos. Como no cuentan con información cronológica y tampoco tienen demasiados datos acerca de su contexto de hallazgo, es difícil explicar esta variación en la misma categoría de edad. También sería necesario estimar su edad al momento de la muerte con mayor precisión. En el caso de que los 4 niños sean cronológicamente contemporáneos, reflejarían cierta variabilidad en las prácticas de lactancia que también puede encontrarse en comunidades actuales (Sellen 2007) y en casos arqueológicos (Turner et al. 2007). Estas diferencias pueden deberse a condiciones materiales variables como la disponibilidad de alimentos complementarios; contextos culturales específicos; o factores puntuales de decisiones maternas individuales (Sellen 2007).

2) *Los dos subadultos recuperados en la estancia Harberton tienen dietas predominantemente terrestres.* El neonato MFM 7 puede relacionarse con una madre consumiendo una dieta terrestre durante su gestación. Lucas Bridges (1952: 270) relata que las visitas⁷³ de los Selk'nam a Cambaceres y Harberton se hicieron cada vez más frecuentes a medida que avanzaba la presión ganadera en el norte de la Isla Grande. Casali (2013) postula que a partir de 1900, la estrategia de supervivencia adoptada por los Selk'nam es el afincamiento prolongado como trabajadores en las misiones y estancias. Otra alternativa es una madre yagán, consumiendo una dieta diferente a la tradicional durante el proceso de gestación. No obstante, los escritos de Thomas Bridges (2001) sugieren que la distribución de los derivados de la harina, el azúcar y el arroz respondía a situaciones puntuales de escasez o de intercambio. En cualquiera de los dos casos, la dieta de este subadulto da cuenta de los procesos de cambio postcontacto más intensos de fines del siglo XIX y principios del XX: la modificación de las pautas territoriales frente a la imposición de la economía ganadera (Casali 2013) y ciertos cambios en la alimentación tradicional. Sobre el niño MFM 36 mencionamos que es difícil afirmar si estaba tomando leche materna en adición a los alimentos terrestres, por la variabilidad interna de $\delta^{15}\text{N}$ en las adultas femeninas del norte de la Isla. En el mismo sentido, el valor de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ tampoco se aparta de la tendencia central en las adultas, por lo que no se puede afirmar que haya asimilado fuentes de lípidos o carbohidratos muy diferentes a las tradicionales. Sin embargo, su caso es particular por ser el único niño con una dieta claramente terrestre en el canal Beagle. Esta discusión se retomará en la sección de “Cronología”, ya que se discuten las variaciones dietarias con un número mayor de individuos, incluyendo los adultos.

3) *Los subadultos procedentes de la costa norte de Península Mitre tienen dietas disímiles en el origen de la porción proteica* (individuo infantil S8-5 Caleta Falsa, juvenil S3-3 Caleta Falsa y juvenil N°6 María Luisa). El infante S8-5 se relaciona con una madre consumiendo una dieta marina. Asimismo, el individuo juvenil S3-3 tiene valores muy similares a la dieta adulta femenina de la costa sur. Por otro lado, el individuo de María Luisa tiene una dieta predominantemente terrestre. Dos de ellos proceden de contextos fechados en el Holoceno tardío final: una antigüedad de 850 ± 70 AP para el sitio 8 en Caleta Falsa

⁷³ Casali (2013: 5) cita un informe del jefe de policía Ramón Cortés del año 1895. Su objetivo era trasladar a indígenas Selk'nam que pedían amparo en Ushuaia hacia la estancia Harberton; pero los indígenas que ya estaban instalados allí no se encontraban en una situación mejor: “desembarqué dirigiéndome al paraje donde la tribu campava [sic] dos millas más o menos del puerto a inmediaciones del bosque (...) jamás vi un cuadro comparable al que se presentó ante mis ojos. Era un acinamiento [sic] de seres humanos macilentos y desnudos, unos lloraban en ese momento la muerte de uno de los pequeños que no había podido resistir las inclemencias del tiempo”.

(Chapman y Hester 1973) y una fecha posterior a 1000 AP para el individuo de María Luisa (Yesner et al. 2003). Las observaciones que realizamos a partir de los subadultos tienen un alcance limitado por el tamaño de la muestra. Sin embargo, esta categoría de edad se suma a los individuos adultos que sugieren una mayor variabilidad paleodietaria en Península Mitre desde momentos previos al contacto; en la costa sur, los subadultos con dietas terrestres proceden específicamente de la estancia Harberton y son de momentos históricos. Otra cuestión a reflexionar sobre la variabilidad paleodietaria es si los subadultos cambiarían radicalmente de dieta marina a terrestre o viceversa a lo largo de sus vidas. Para un neonato con una dieta atípica para el sitio analizado, Howcroft et al. (2014), se pregunta si la madre se encontraba de visita desde otra comunidad con una cultura y un sistema de subsistencia diferentes, o si estaba experimentando un cambio dietario al momento de fallecer. En nuestro caso, parte de la variabilidad paleodietaria de Península Mitre se relacionaría también con la circulación de individuos pertenecientes a grupos con estrategias de subsistencia orientadas hacia diferentes ámbitos.

8.2.1.2 Marcador de movilidad

En principio, la muestra aquí estudiada (n=69) sirve como referencia del rango de variación esperable en los valores isotópicos de oxígeno en el carbonato de los restos óseos humanos ($\delta^{18}\text{O}_c$) hallados en la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados entre los 2500 años AP y fines del siglo XIX. La primera observación general es que los valores $\delta^{18}\text{O}_c$ tienen una distribución prácticamente normal, con una moda pronunciada (Tabla 7.14, Figura 7.27).

Lightfoot y O'Connell (2016) plantean que los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ en una población determinada se aproximan a una distribución normal como otros datos biológicos, particularmente los que son resultado de diversos factores cooperando de forma aditiva (Sokal y Rohlf 2009). De hecho, este es un supuesto a partir del cual se identifican los individuos migrantes mediante la variación isotópica en una muestra. En ese sentido, esta muestra puede considerarse bastante homogénea. El rango entre el valor máximo y mínimo es de 4,84 ‰; este valor se encuentra dentro de la dispersión observada en muestras humanas de entre 50 y 75 individuos a nivel global (Lightfoot y O'Connell 2016) y en cazadores-recolectores de Argentina (Ugan et al. 2012; Barberena et al. 2018; Serna et al. 2020). Esta segunda observación se refuerza si consideramos las medidas robustas de dispersión como el rango intercuartílico (RIQ= 1,14 ‰) y la mediana de los desvíos absolutos con respecto a la mediana ($\text{MAD}_{\text{norm}} = 0,9 \text{ ‰}$). Ambos tienen valores más bajos que el rango.

En principio, la distribución normal de los valores $\delta^{18}\text{O}_c$ con una baja dispersión sugiere que los individuos consumieron fuentes de agua similares a lo largo de sus últimos años de vida. Podría interpretarse que no hay variaciones interindividuales muy

significativas en el rango de forrajeo a lo largo de sus vidas (*lifetime range*, Binford 1983). Alternativamente, un problema de equifinalidad sería que se diferencien en los rangos de forrajeo, pero las fuentes de agua consumidas no se distinguen isotópicamente (Lightfoot y O'Connell 2016).

Con respecto a la identificación de los individuos atípicos a partir de la variabilidad interna de la muestra, se han utilizado 3 criterios (Lightfoot y O'Connell 2016). En el análisis de sociedades cazadoras-recolectoras altamente móviles (Serna et al. 2019), es más pertinente interpretar a los casos atípicos como individuos con rangos de forrajeo diferentes al resto de la muestra, más que como migrantes o “foráneos”. Si se definen como valores atípicos de $\delta^{18}\text{O}_c$ aquellos que se encuentran por fuera de 2 desviaciones estándar de la media muestral ($x \pm 2s$), se identifica un máximo de 4 individuos con rangos de forrajeo diferentes. El adulto de estancia Harberton (Kozameh y Testa 2004) tiene el valor mínimo de $\delta^{18}\text{O}_c = -6,7 \pm 0,1$ ‰. Hacia el otro extremo de la distribución, se definen como atípicos la adulta MFM 74 recuperada en el barrio Los Cauquenes, el individuo 7 de isla Martillo y la adulta MFM 9 de Bahía Valentín con el valor máximo de $\delta^{18}\text{O}_c = -1,9 \pm 0,1$ ‰. Es interesante que entre entre estos casos no se incluya el único individuo recuperado en Isla de los Estados. Si retomamos nuestro marco de referencia moderno de $\delta^{18}\text{O}$ en fuentes de agua dulce (Sección 7.1.2), la recta de regresión predice que las aguas más enriquecidas se encuentran hacia el este de la Isla Grande. La inclusión de una *isla offshore* en el rango de movilidad no se estaría reflejando en la composición isotópica, posiblemente porque su ocupación se extiende por un lapso acotado y/o en bajas frecuencias para un tejido de renovación lenta como el hueso.

El niño de isla Martillo no sería exactamente un individuo no local. Probablemente su valor de $\delta^{18}\text{O}_c$ está más enriquecido por el efecto del amamantamiento (Wright y Schwarcz 1998), tal como indican sus valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$. Por otra parte, es interesante que los 3 adultos sean identificados como “atípicos” a partir de sus mediciones $\delta^{18}\text{O}_c$, porque no se distinguen del resto en los marcadores paleodietarios. A la inversa, los individuos que identificamos como más bajos en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ que el resto de la muestra no se distinguen del resto en $\delta^{18}\text{O}_c$.

Esta situación puede ser, en parte, por un problema metodológico: el método de $x \pm 2s$ por definición tiende a identificar casos atípicos, porque dentro de desviaciones estándar de una muestra normalmente distribuida se encuentra el 95,4 % de las observaciones (Lightfoot y O'Connell 2016). Los otros 2 métodos son más robustos y estrictos: el IQR de Tukey identifica como atípico solo a la adulta MFM 9, y el $3 \cdot \text{MAD}_{\text{norm}}$ no detecta ninguno. En conclusión, a partir de la variabilidad interna de la muestra y los métodos más robustos de detección de casos atípicos, solo la adulta MFM 9 de Bahía Valentín podría haber promediado un rango de forrajeo diferente al resto de los individuos de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados.

Retomando el marco de referencia en aguas, su rango de acción podría haberse concentrado hacia dicho sector.

No obstante, el marco de referencia en aguas advierte que los isótopos de oxígeno podrían tener limitaciones para describir la movilidad en la Isla. Si bien contamos solo con tres muestras de agua del sector norte, no se diferencian de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ de los ríos de la costa sur; e incluso siguen el mismo eje longitudinal de variación espacial. En consecuencia, las mediciones de $\delta^{18}\text{O}_c$ en restos óseos humanos distinguirían diferencias en la intensidad de uso del espacio a lo largo de la costa sur de la isla. Pero no permiten inferir diferencias en dirección norte-sur. Una segunda advertencia surge de la comparación de los coeficientes de variación⁷⁴ (CV) de $\delta^{18}\text{O}$ entre la muestra de restos humanos y la de aguas modernas; el primer grupo es un poco más variable que el segundo, con CV de 20,3 % y 18,7 % respectivamente. Es posible que el marco de referencia actual no explique la totalidad de la variación observada de $\delta^{18}\text{O}_c$ en los individuos, aunque debería incluir a la mayor parte de los individuos.

Teniendo en cuenta estas dificultades, se evalúa el grado de correspondencia entre la procedencia de los restos humanos analizados y el marco local de referencia de aguas modernas. Para ello utilizamos las ecuaciones de conversión de $\delta^{18}\text{O}_c$ en escala VPDB a VSMOW (Coplen 1983); luego, de $\delta^{18}\text{O}_c$ a fosfato ($\delta^{18}\text{O}_p$; lacumin et al. 1996; Chenery et al. 2012) y finalmente, de $\delta^{18}\text{O}_p$ a agua bebida estimada ($\delta^{18}\text{O}_{dw}$; Longinelli 1984; Daux et al. 2008 y Luz y Kolodny 1985). La combinación de las ecuaciones de lacumin et al. (1996) y Longinelli (1984) predice los valores más negativos de $\delta^{18}\text{O}_{dw}$. En cambio, la combinación de las ecuaciones de Chenery et al. (2012) y Daux et al. (2008) genera las estimaciones más positivas de $\delta^{18}\text{O}_{dw}$. En la Figura 8.18 graficamos estos dos valores estimados de $\delta^{18}\text{O}_{dw}$ para cada individuo, ya que el resto de los valores predichos se ubica dentro de este intervalo.

Con este método, solo el 3 % de los individuos (4/69) cae por fuera del rango de valores de $\delta^{18}\text{O}$ del marco de referencia. En todos esos casos, la estimación del agua bebida tiende sistemáticamente a valores más positivos que el máximo de $\delta^{18}\text{O} = -5,3 \pm 0,12\%$ registrado en Isla de los Estados. El porcentaje de individuos asciende al 14 % si estimamos el $\delta^{18}\text{O}_{dw}$ con una combinación de ecuaciones diferente a la de lacumin et al. (1996) y Longinelli (1984).

⁷⁴ El coeficiente de variación (CV) se utiliza para comparar las desviaciones estándar entre poblaciones con promedios diferentes y provee una medida de variación independiente de la unidad de medición. El CV muestral describe la desviación estándar como un porcentaje del promedio y es un estimador del CV poblacional (Quinn y Keough 2002: 17).

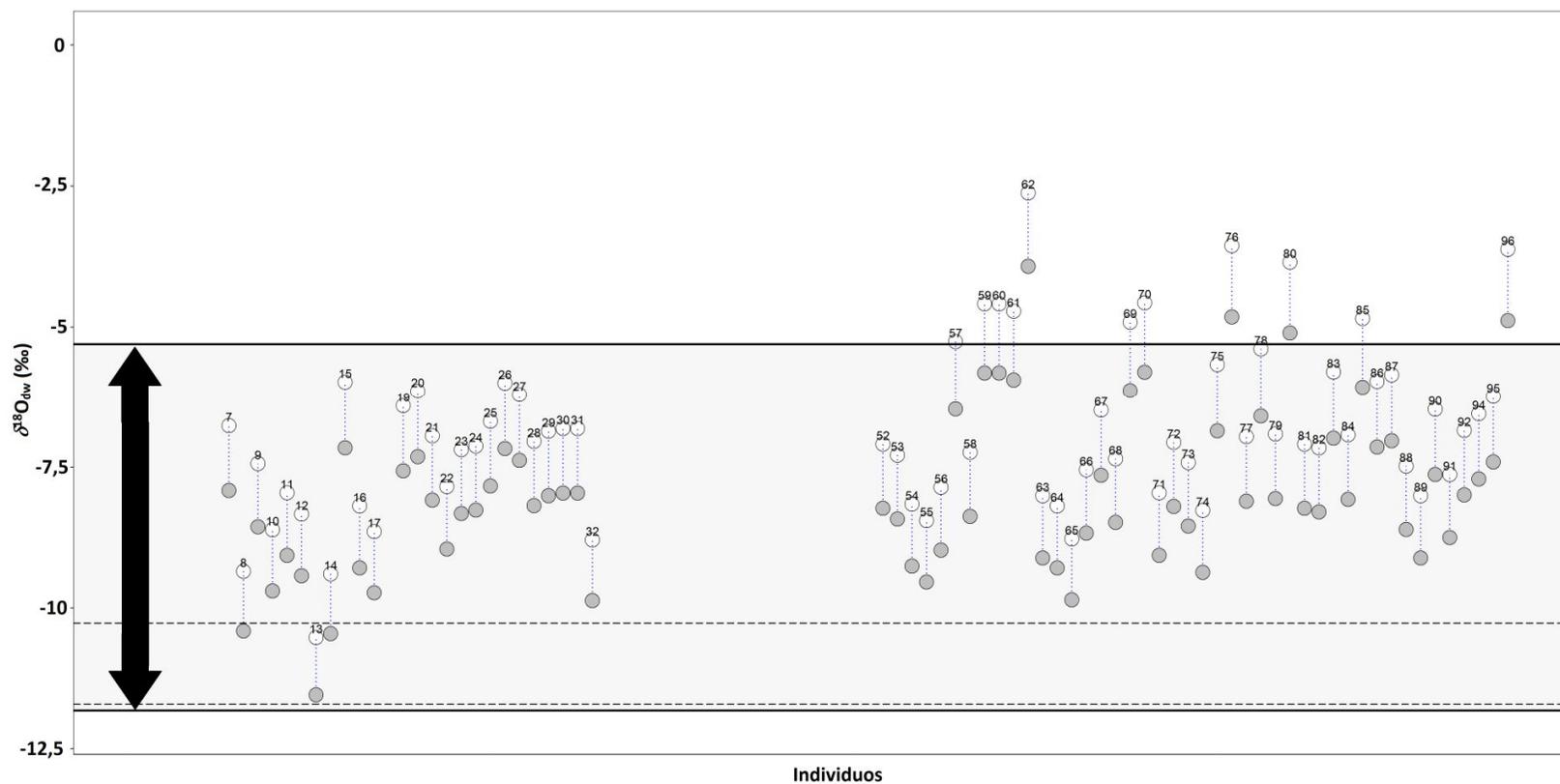


Figura 8.18. Estimación de las aguas bebidas ($\delta^{18}O_{dw}$) para cada individuo de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados. Referencias: 1) círculo blanco. Valor máximo generado a partir de las ecuaciones de Chenery et al. (2012) y Daux et al. (2008). 2) círculo gris. Valor mínimo generado a partir de las ecuaciones de Iacumin et al. (1996) y Longinelli (1984). 3) Franja gris. Rango de valores $\delta^{18}O$ en fuentes actuales de agua. 4) Franja con líneas punteadas. Rango de valores $\delta^{18}O_{pp}$ en precipitaciones, medidas en Ushuaia (IAEA 2019). La numeración de los individuos corresponde a la tabla del Anexo del capítulo 7.

Una posible causa de la discrepancia entre los métodos de análisis es que nuestro muestreo de aguas potencialmente consumidas está incompleto. Fuentes no analizadas, pero que podrían estar sistemáticamente enriquecidas en ^{18}O son los chorrillos, charcos poco profundos y turbales. Las etnografías mencionan “tubos sorbedores” hechos con hueso de ave para tomar agua acumulada con poca profundidad (Martial 2007 [1888]: 35), combinados con “filtros” de hierbas o líquenes si el líquido no surgía lo suficientemente claro (Orquera y Piana 1999b). Un nuevo valor máximo de $\delta^{18}\text{O}$ reduciría el porcentaje de individuos discordantes con el marco de referencia actual.

Dado el carácter transgeneracional de la muestra humana, otro factor a considerar es la variación de $\delta^{18}\text{O}$ en aguas a través del tiempo: ya sea por cambios climáticos que afectan la línea de base o por cambios culturales en la preparación de los alimentos, bebidas o los sistemas de acceso a las fuentes de agua (Lightfoot et al. 2014). Los individuos postcontacto tienden hacia valores más altos de $\delta^{18}\text{O}_c$ en comparación con los precontacto (Figura 7.41), pero los promedios no presentan diferencias significativas entre los bloques temporales. Hervir agua para hacer infusiones, la cocción de guisos — como el que transcribe Payró (2001 [1898]: 189)— o el fermentado para fabricar alcohol genera fraccionamientos entre +0,4 a +1,3 ‰ entre el agua original y el producto final (Brettell et al. 2012). El consumo continuo de estos líquidos podría estar generando valores ligeramente más elevados de $\delta^{18}\text{O}_c$ en los individuos, pero una magnitud tan baja de variación no explicaría las observaciones más positivas; asimismo, tendrían que ser consumidos regularmente por un lapso extendido en el tiempo.

El flujo principal de oxígeno que ingresa al cuerpo es del agua bebida, una fracción de 0,62 contra 0,14 de los alimentos (Gretebeck et al. 1997); estos últimos contienen átomos de O en forma de agua y también químicamente vinculados en las moléculas. La proteína de los peces marinos tiene valores de $\delta^{18}\text{O} = +19,2 \pm 1,3 \text{ ‰}$ y los bivalvos, $\delta^{18}\text{O} = +20,4 \pm 1,2 \text{ ‰}$ (Chesson et al. 2011). Dependiendo del tipo de dietas —por ejemplo, abundantes en carnes— es esperable que el $\delta^{18}\text{O}_c$ sea más positivo en el tejido óseo, resultando en algunas estimaciones más elevadas del $\delta^{18}\text{O}_{dw}$ en el agua bebida (Daux et al. 2008). La dieta marina también estaría aportando a los valores estimados de $\delta^{18}\text{O}_{dw}$ más elevados que el marco de referencia local, pero en *todos* los individuos; no explicaría que una fracción de ellos tenga los valores más positivos.

En síntesis, la aplicación de los métodos de identificación de individuos no locales en la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados generan resultados discrepantes. La consideración de los indicadores más robustos de la variabilidad interna de $\delta^{18}\text{O}_c$ en la muestra (Lightfoot y O’Connell 2016) identifica, como máximo, a un solo individuo como “foráneo”. Este resultado tiene cierta coherencia con otras líneas de evidencia arqueológica. Por ejemplo, la reducción de redes de comunicación visual en el archipiélago fueguino y la disminución de variedad de materias

primas alóctonas en el canal Beagle se detecta desde momentos posteriores al 4000 AP, por lo que se ha planteado una menor comunicación entre regiones y mayor demarcación de límites en el acceso a determinados espacios (Fiore 2006). Dicha restricción es más notable hacia el archipiélago fueguino occidental. Los linajes del ADNmt de los grupos del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados se diferencian de la población Kawéskar (Crespo et al. 2020), mientras que una de las ancestrías compartidas entre ellos se remonta al 4700 AP (Nakatsuka et al. 2020). A modo tentativo, Alfonso-Durruty et al. (2015) sugiere que la concentración de modificaciones craneales en localidades muy productivas como Bahía Inútil y el canal Beagle podría relacionarse con un proceso de expansión demográfica en los últimos 2000 años. Si bien las formaciones sociales pueden ser abiertas, pequeños grupos de cazadores-recolectores comienzan a estar más asociados con áreas particulares.

En relación con las estrategias de subsistencia, la baja dispersión de los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ es coherente con los estudios del canal Beagle que plantean una movilidad residencial con relocalizaciones frecuentes, pero con reocupación de las mismas localidades (Breivik et al. 2016): estructurado por la construcción y reutilización del hábitat con los concheros anulares (Piana y Orquera 2010; Zangrando 2018) y la atracción por los puertos naturales con buenas condiciones para el desembarco (Breivik et al. 2016). Las tecnologías de navegación permiten ampliar la distancia a recorrer a escala macrorregional, no solo en los movimientos logísticos; pero no necesariamente resulta en rangos de acción más amplios que los cazadores-recolectores pedestres en todos los casos (Ames 2002). En este caso, no estaríamos detectando demasiados individuos que estén bebiendo aguas por fuera del marco de referencia aquí utilizado para la costa sur de Tierra del Fuego y la costa atlántica —este último sector caracterizado en forma exploratoria—.

La proporción de individuos no locales aumenta —a un mínimo de cuatro individuos— a partir del método de la estimación de $\delta^{18}\text{O}_{dw}$ de las aguas bebidas (Longinelli 1984; Luz y Kolodny 1985) y la comparación con el marco de referencia moderno. En la consideración de los resultados de ambos métodos, concluimos que un porcentaje menor de los individuos probablemente consumió fuentes de agua diferentes a los de la costa sur de Tierra del Fuego e Isla de los Estados; por lo que inferimos un rango de movimiento distinto al resto de los individuos a lo largo de su vida (*lifetime range*). Como son aguas más enriquecidas en ^{18}O , hipotetizamos que son de latitudes más bajas a la costa sur; pero por el momento no encontramos variaciones isotópicas latitudinales y es necesario profundizar el muestreo.

Esta interpretación no contradice por completo a lo anteriormente mencionado, ya que sigue siendo una proporción menor de individuos la que se diferencia en su rango de movimientos a lo largo de su vida. En todo caso, puede estar reflejando cuestiones

relacionadas a la macroescala de la movilidad (Grove 2009) y el mantenimiento de redes sociales (Whallon 2006; Alfonso-Durruty et al. 2015). El mecanismo de “visitas” planteado para la costa central del Estrecho de Magallanes sería un ejemplo de ello (Borrero et al. 2011). Pallo y Borrazo (2016) sugieren la existencia de “visitas” en la Isla Grande de Tierra del Fuego a partir de la distribución de las tobas Miraflores, en un vector norte-sur de circulación hasta el litoral meridional de Península Mitre. La circulación de esta materia prima no fue sistemática hacia la costa sur. Pero los datos isotópicos de $\delta^{18}\text{O}_c$ sugerirían que las visitas u otro mecanismo de interacción social, desde el norte u otra región, estarían presentes. Sería un resultado que se desprende también del modelo de depositación expeditiva del cuerpo (Walthall 1999) en sociedades con alta movilidad residencial y rangos amplios. La depositación final del cuerpo ocurre cerca del lugar de deceso, ya sea dentro o fuera de su rango de acción; esta última entendiéndola como la zona extendida en la macroescala de la movilidad.

El patrón fundamental que revelan los isótopos de oxígeno es que la población de la costa sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados integran rangos de movilidad similares a lo largo de sus vidas. A pesar del gradiente positivo de $\delta^{18}\text{O}$ en aguas hacia el este de la Isla Grande, los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ en los restos humanos no se segregan por su procedencia geográfica. Asimismo, las aguas bebidas estimadas indican que la gran mayoría de los valores isotópicos en humanos se explican por una combinación de fuentes de aguas del tramo central y oriental del canal, así como las más enriquecidas hacia el extremo oriental de la Isla. Este marcador isotópico suma otra evidencia a la hipótesis que sostiene una misma dinámica poblacional integrando la el canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados (Zangrando et al. 2009; Vázquez et al. 2011).

Distribución de $\delta^{18}\text{O}$ por sexo

A diferencia de los marcadores paleodietarios de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}_{\text{apa}}$, los promedios de $\delta^{18}\text{O}_c$ no se diferencian significativamente entre los adultos de sexo femenino (n=21; $-4,42 \pm 0,9 \text{ ‰}$) y masculino (n=22; $-4,63 \pm 0,98 \text{ ‰}$). Tampoco presentan diferencias marcadas en la forma de la distribución o en la dispersión. Asimismo, el porcentaje de individuos cuya estimación de $\delta^{18}\text{O}_{\text{dw}}$ se encuentra dentro del marco de referencia de aguas modernas es muy similar para ambos sexos: 87 % para las mujeres y 82 % para los hombres. Esto indica que integran rangos de movilidad similares a lo largo de sus vidas (*lifetime range*, Binford 1988).

La variación paleodietaria entre los sexos no se corresponde con variaciones de $\delta^{18}\text{O}_c$ en la misma magnitud. Es posible que hayan existido pautas de distribución y consumo de alimentos diferenciadas por sexo, pero sin correlato en otras actividades relacionadas a la subsistencia como la obtención de alimentos y el rango espacial de los

movimientos logísticos; o por lo menos, no en un lapso suficientemente extenso como para que se refleje en el registro isotópico. Hemos citado observaciones en las que las tareas de los individuos masculinos y femeninos convergen y divergen en escalas de tiempo variables (Elston et al. 2014), por lo que en general sería difícil encontrar diferencias significativas en $\delta^{18}\text{O}_c$ entre los sexos y nos parece poco probable que haya pautas de diferenciación sexual tan rígidas y sostenidas en el tiempo. Por otra parte, se presentaron escenarios en otras escalas, como los patrones de residencia postmatrimoniales que vinculan comunidades costeras y del interior (Walker y DeNiro 1986) y las mencionadas “visitas” para el mantenimiento de redes sociales extensas (Whallon 2006). En estos casos, los marcadores paleodietarios señalarían vinculaciones entre grupos con estrategias de subsistencia orientadas hacia diferentes ámbitos, pero que no se distinguen en las relaciones isotópicas del oxígeno. Dichos movimientos podrían ser entre los sectores norte y sur de la Isla.

Distribución de $\delta^{18}\text{O}$ por edad

Los fluidos corporales como la leche materna están más enriquecidos en ^{18}O que el agua bebida por la madre. En consecuencia, un subadulto que se alimenta exclusivamente con leche materna presenta valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ más positivos que aquellos que ingieren otros líquidos de forma complementaria (Wright y Schwarcz 1998, 1999). En poblaciones arqueológicas, se observaron diferencias isotópicas entre los tejidos adultos y los lactantes: $\delta^{18}\text{O} =$ de 0,3 a 0,7 ‰ en carbonato óseo (Williams et al. 2005) y $\delta^{18}\text{O} =$ 2 ‰ en fosfato óseo (White et al. 2004). En el caso de la variación intraindividual, se registraron diferencias de $\delta^{18}\text{O} =$ 0,6 ‰ entre el esmalte del premolar y el tercer molar (Wright y Schwarcz 1999) y aproximadamente 1,1 ‰ entre el incisivo deciduo —formado en el útero— y otros dientes deciduos (Chinique de Armas et al. 2022).

En la Figura 7.30, dos subadultos destacan por tener los valores más elevados de $\delta^{18}\text{O}_c$. El niño de sexo indeterminado MFM 58, S8-5 de Caleta Falsa, tiene un valor de $\delta^{18}\text{O}_c = -3,1 \pm 0,1\%$ y es un 1,32 ‰ más positivo que el valor medio de $\delta^{18}\text{O}_c = -4,42 \pm 0,9\%$ en las adultas (n=21). Este enriquecimiento en ^{18}O es coherente con la interpretación paleodietaria de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$, de los cuales inferimos la ingesta de leche materna complementada con otros alimentos sólidos. La misma situación aplica para el niño de sexo indeterminado, individuo 7 de Isla Martillo; pero presenta un valor aún más elevado de $\delta^{18}\text{O}_c = -2,5 \pm 0,1\%$. La diferencia con la media adulta es de 1,9 ‰. Este valor enriquecido en ^{18}O podría deberse a que la fuente principal de agua ingerida es la leche materna. En cambio, el individuo MFM 58 estaría tomando agua disponible del ambiente, además de la contenida en la leche materna; esta suplementación puede estar relacionada o no con el proceso de destete (Williams et al. 2005).

Para un tercer individuo —MFM 41, recuperado en Almanza— también habíamos destacado su valor más positivo de $\delta^{15}\text{N}$. Sin embargo, su valor de $\delta^{18}\text{O}_c = -8,7 \pm 0,1 \text{ ‰}$ está en torno a la media adulta. De los cuatro marcadores isotópicos analizados, solo el $\delta^{15}\text{N}$ presenta un valor significativamente más alto. Entonces, es posible que este marcador esté indicando el consumo selectivo de alimentos de alto nivel trófico. Una tercera alternativa es una situación de estrés nutricional (Reitsema 2013); podrían evaluarse marcadores inespecíficos de estrés en los únicos elementos recuperado del niño MFM 41: el cráneo y los dos molares presentes.

Los subadultos restantes de todas las categorías de edad presentan valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ que se encuentran dentro del rango adulto. Finalmente, en comparación con el marco de referencia de aguas (Figura 8.18), todos los subadultos quedan incluidos dentro del rango local de $\delta^{18}\text{O}$.

Relación entre marcadores paleodietarios y de movilidad

A partir de los diagramas de dispersión que relacionan los marcadores paleodietarios — $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ — con los valores de $\delta^{18}\text{O}_c$ (Figura 7.31), planteamos que no hay una relación directa entre las diferentes características de la dieta y la movilidad. Un patrón difuso en los tres diagramas y por otra parte, la estimación de aguas bebidas, rechazan una dicotomía de cazadores-recolectores con dietas marinas viviendo en un sector y los de dietas terrestres en otro sector de la costa sur de Tierra del Fuego. Tal como señala Borrero (2011) estas categorías modales están excesivamente influenciadas por los registros etnográficos y etnohistóricos, y se discutirán con mayor profundidad en apartado de “Sectores geográficos”.

8.2.1.4 Sectores geográficos

Los gráficos exploratorios (Figura 7.32, 7.33) que comparan la distribución de los marcadores isotópicos entre el grupo del canal Beagle ($n=75$) y Península Mitre e Isla de los Estados ($n=19$) señalan varias similitudes entre estos grupos: la concentración de los individuos hacia dietas más marinas, con una minoría que consumía una proporción más variable de recursos terrestres. Si incluimos los individuos del norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego en la comparación ($n=26$; Yesner et al. 1991; Borrero et al. 2001; Guichón et al. 2001; Zangrando et al. 2004; Santiago et al. 2011), el rango y la tendencia central de los valores δ son más similares entre el canal Beagle y Península Mitre e Isla de los Estados (Figura 8.19).

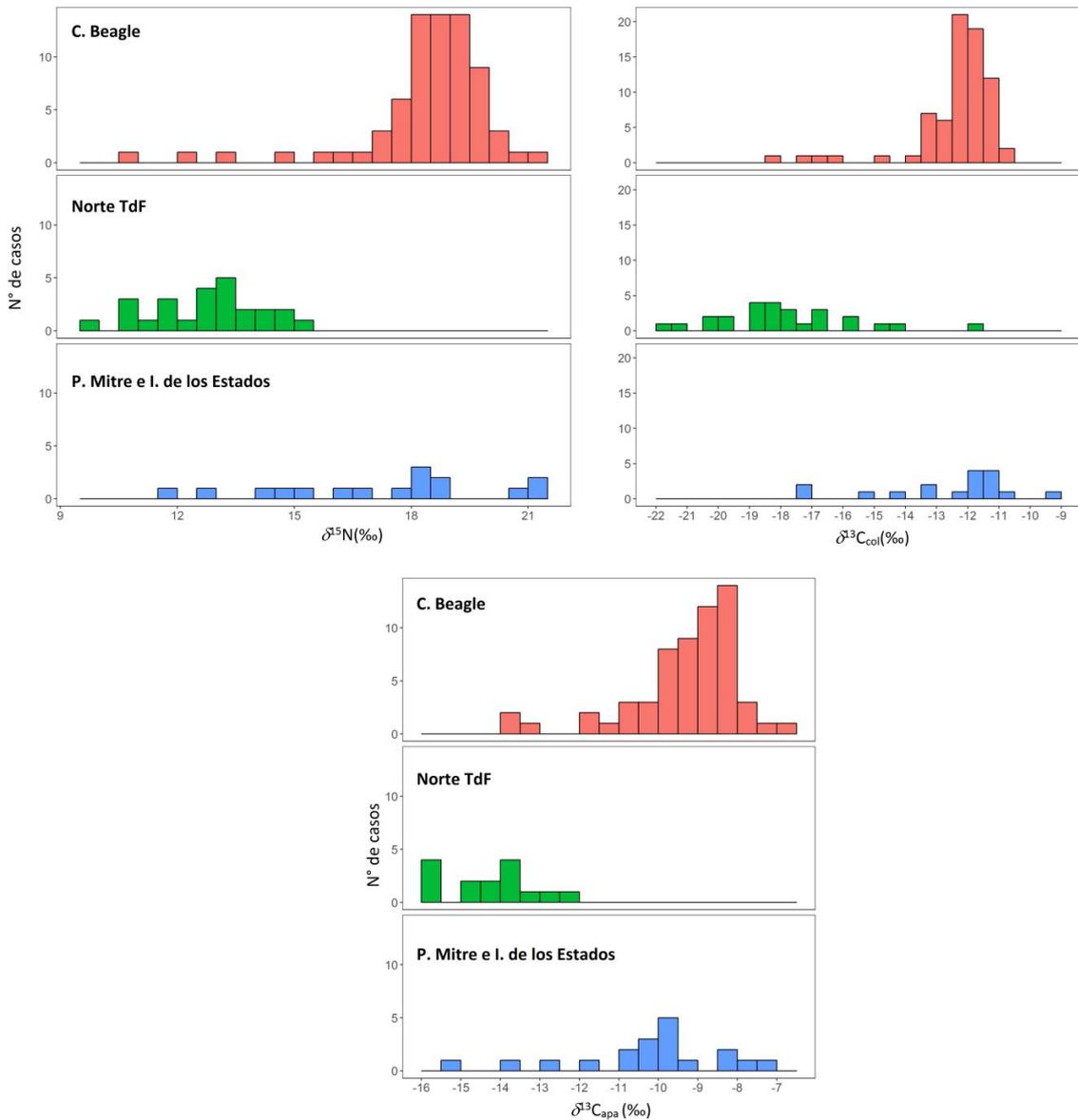


Figura 8.19. Comparación de las distribuciones de los valores de los marcadores paleodietarios entre el canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados, y el norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego.

En los marcadores paleodietarios, las medianas entre estos dos sectores difieren en 1 ‰ o menos; con la exclusión de los casos recurrentemente identificados como atípicos, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$. Esto indica que la tendencia central de estos dos grupos no se diferencian en la composición de la dieta total en términos de macronutrientes; ni en el origen de la porción proteica de la dieta; ni en la posición trófica dentro del ecosistema local. En el marcador de movilidad, $\delta^{18}\text{O}_c$, tampoco hay diferencias significativas entre los

promedios. No se detecta un rango espacial de movilidad restringido entre los sectores del canal Beagle o los puntos más orientales de Península Mitre e Isla de los Estados, aunque por el momento no se pueden diferenciar movimientos entre el sector norte y sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego.

Lo que se infiere del registro isotópico de estos conjuntos transgeneracionales — desde una perspectiva ecológica— es que estos grupos se relacionan de forma muy similar con su medio ambiente a largo plazo. Consumieron los mismos grupos de recursos en posiciones similares dentro de la red trófica, obteniéndolos probablemente en los mismos espacios geográficos. Estas observaciones apoyan la propuesta de Zangrando et al. (2009) acerca de una dinámica poblacional que integraba el canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados. Esta hipótesis fue evaluada mediante las tendencias cronológicas en la tecnología y la distribución de los fechados radiocarbónicos (Zangrando et al. 2009); las conexiones genéticas (Crespo et al. 2020) y la comparación de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (Panarello et al. 2006). La variación en la composición de los conjuntos zooarqueológicos entre las localidades de la costa sur de Tierra del Fuego parece estar reflejando la disponibilidad local o estacional de ciertas especies y por ende, la flexibilidad de las estrategias de subsistencia; ya que la similitud en las tendencias centrales del registro isotópico sugiere que a largo plazo, los recursos marinos constituyen el núcleo de la dieta de los individuos.

En esta tesis reforzamos la representatividad de las muestras en términos de su tamaño, y una observación novedosa sobre Península Mitre es su variabilidad isotópica en $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$. Tomando el rango intercuartílico (RIQ) como medida robusta de dispersión, la muestra de la península tiene un RIQ mayor que el del canal Beagle, particularmente en $\delta^{15}\text{N}$ (3,8 ‰ vs. 1,3 ‰) y $\delta^{18}\text{O}_c$ (2,01 ‰ vs. 1,04 ‰).

En el modelo isotópico de base etnográfica, formulado por Barberena et al. (2021), una población con alta diversidad dietaria forma parte de las expectativas para un sistema social de tipo extensivo. Pero como la diversidad isotópica interindividual se concentra en un sector geográfico, es posible que el registro isotópico refleje una forma de ocupación peculiar de Península Mitre dentro de la organización de la subsistencia, más allá de las características de la dinámica social. El estudio previo de Tessone et al. (2011) no encuentra diferencias significativas entre los registros isotópicos de los litorales norte y sur de la península, por lo que destacaban las diferencias entre el panorama bioarqueológico y las variaciones del registro instrumental y arqueofaunístico. En esta tesis hemos seguido este criterio de análisis para las comparaciones geográficas. Pero con una mayor cantidad de individuos, podemos reevaluar la subdivisión analítica entre el litoral norte y sur de Península Mitre. A partir de la posición de los nichos isotópicos (Figura 8.20), observamos que la diversidad paleodietaria es mayor en el litoral norte de

Península Mitre que en el sur; y que el nicho isotópico del canal Beagle se solapa prácticamente por completo con el litoral sur.

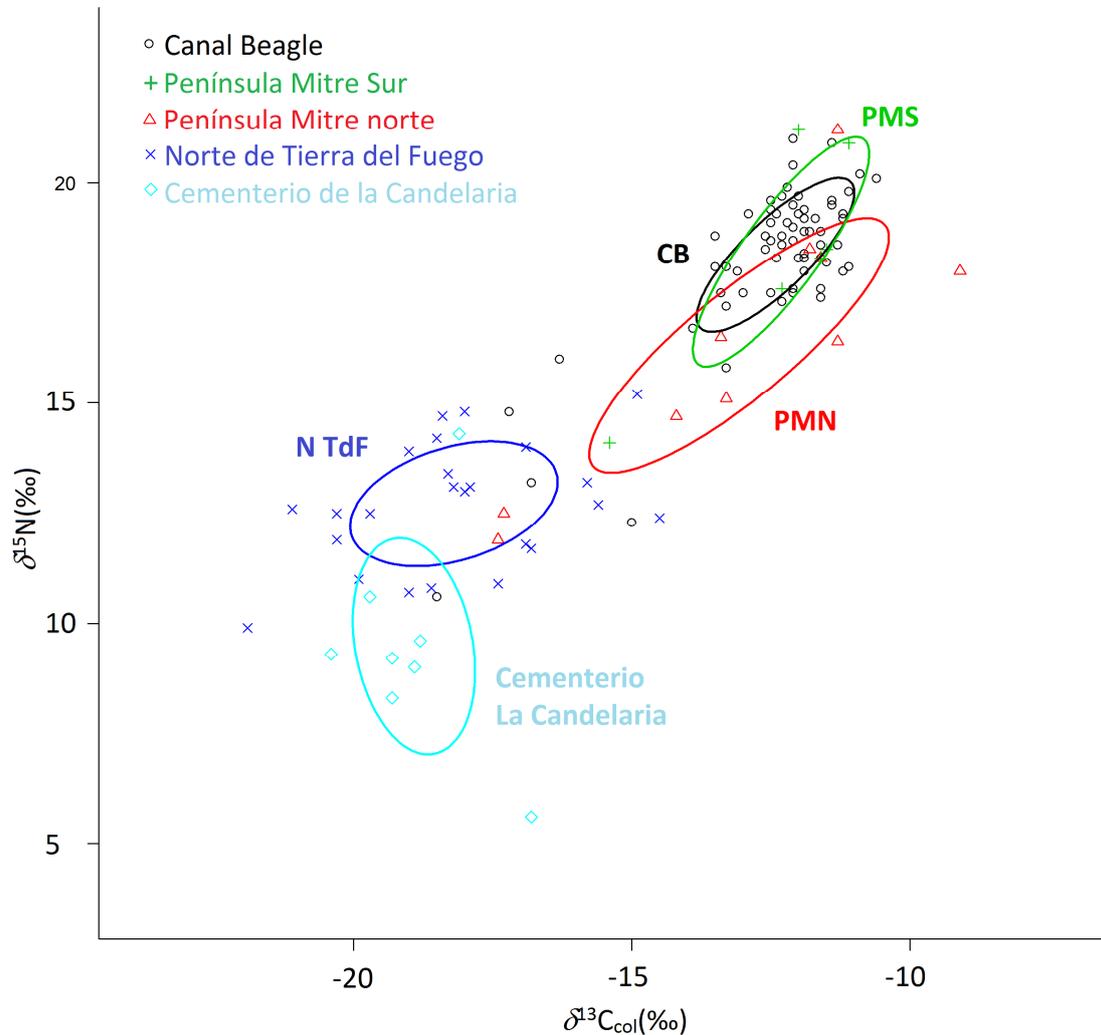


Figura 8.20: Nichos isotópicos de dieta proteica para el canal Beagle, litoral norte y sur de Península Mitre e Isla de los Estados y norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego, graficados con elipses estándar corregidas (SEAC). Referencias: Yesner et al. (1991, 2003); Orquera y Piana (1996); Borrero et al. (2001); Guichón et al. (2001); Tessone et al. (2003); Barberena (2004); Zangrando et al. (2004); Panarello et al. (2006); Santiago et al. (2011); Alfonso Durruty et al. (2015); Kochi (2017); Tafuri et al. (2017); Valenzuela et al. (2019).

En términos generales, a partir de la homogeneidad paleodietaria planteamos mayor estabilidad a largo plazo en las estrategias de subsistencia —y de residencia, posiblemente— en un espacio continuo entre el canal Beagle, el litoral sur de Península Mitre e Isla de los Estados. Coincidimos con las perspectivas biogeográficas y

microevolutivas que postulan a Península Mitre como un corredor permeable a la circulación de grupos (Lanata 2002), sobre todo en el litoral norte; cuya variabilidad paleodietaria puede responder a historias de vida más diversas, promediadas incluso en un tejido con tasa de renovación lenta como el hueso. La cercanía del nicho isotópico con el grupo del norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego sugiere también mayor vinculación con este último grupo. La ocupación de Península Mitre podría implicar más que historias de vida diversas, al incluir diferentes grupos cazadores compartiendo un mismo espacio geográfico (Vázquez et al. 2011). Estas características del conjunto transgeneracional bajo análisis problematizan la proyección de las divisiones étnicas, sus fronteras y distribuciones de los mapas históricos hacia momentos previos al contacto. El registro isotópico, con una profundidad temporal mayor al registro escrito, ilustra un panorama de conexiones, continuidades y superposiciones en la dieta y la movilidad de los grupos que tradicionalmente se definen como unidades analíticas diferenciadas.

Sexo y edad

La subdivisión de la muestra por sexo y edad al interior de cada sector geográfico genera grupos muy pequeños ($n < 5$), particularmente en Península Mitre; por lo que nos limitamos a analizar las tendencias más generales. Con respecto a la dieta proteica, los diagramas de caja de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 7.34 y 7.35) indican un solapamiento de las tendencias centrales a través de las diferentes categorías de edad y sexo, tanto en el canal Beagle como en Península Mitre; aunque en este último sector, los adultos masculinos tienden a valores más negativos en ambos marcadores. Estos solapamientos reiteran lo que se señaló en el apartado anterior, cuando inferimos continuidad paleodietaria entre los sectores. Pero la inclusión de las variables de sexo y edad también muestra que la diferencia entre las medianas de $\delta^{15}\text{N}$ de los adultos masculinos ($n=4$; 15,8 ‰) y femeninos ($n=3$; 18 ‰) es más pronunciada en Península Mitre que en el canal Beagle. Se observa un contraste interesante, ya que los individuos con los valores máximos de $\delta^{15}\text{N}$ —exceptuando los subadultos— son dos adultos de sexo indeterminado de la península: MFM 9 ($\delta^{15}\text{N}= 20,9 \pm 0,3$ ‰) y BCI ($\delta^{15}\text{N}= 21,2 \pm 0,3$ ‰).

A futuro, un muestreo más intensivo en Península Mitre confirmaría si la variabilidad paleodietaria no refleja una tendencia más bimodal en la porción proteica, con individuos consumiendo una dieta más especializada en recursos marinos de alto nivel trófico, y otros con mayor consumo de recursos terrestres. A modo exploratorio, por el momento se sugiere que varios adultos de sexo masculino en Península Mitre consumían más presas terrestres que el resto del grupo, por lo que sus rangos de forrajeo mantendrían una mayor conexión con los ambientes terrestres. Por otro lado, la similitud y la baja dispersión de las distribuciones de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ entre las adultas de sexo femenino permiten plantear que consumían dietas mucho más homogéneas y marinas a

largo plazo, en ambos sectores. Este patrón en los individuos adultos de sexo femenino podría ser el correlato de los patrones de asentamiento lineales en sociedades marítimas (Horwitz 1990; Yesner 1990), con movilidad “atada” a las costas (Lanata 2002; Fitzhugh 2002); sumado a estrategias de obtención de recursos marinos que minimizan el riesgo de falla en el aprovisionamiento (Zeanah 2004). Por ejemplo, los mejillones, la pesca desde el litoral o el uso de trampas (Bird 1999).

Una vez analizadas las tendencias en la porción proteica de la dieta, podemos concentrarnos en la porción energética que se refleja en $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (Figura 7.36). Las cajas correspondientes a los individuos de Península Mitre –excepto por las adultas– se encuentran hacia el extremo más negativo, en comparación a los del canal Beagle. La mediana más negativa de todas las categorías es, una vez más, la de los adultos masculinos de Península Mitre ($n=5$; $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}} = -10,74 \text{ ‰}$). Se podría postular que en estos adultos, el consumo más frecuente de proteínas de origen terrestre estuvo acompañado de la ingesta de grasas del mismo origen, más empobrecidas en ^{13}C .

En el caso del $\delta^{18}\text{O}_c$ como marcador de movilidad, el desbalance en el tamaño de la muestra por categorías de sexo y edad se vuelve crítico. Por ejemplo, hay una sola adulta de sexo femenino procedente de Península Mitre con medición de $\delta^{18}\text{O}_c$ (Caleta Falsa S7 s/n MFM-59, $\delta^{18}\text{O}_c = -3,19 \pm 0,08 \text{ ‰}$). Hecha esta aclaración, podemos mencionar que los adultos masculinos del canal Beagle y Península Mitre abarcan un rango similar de valores de $\delta^{18}\text{O}_c$; a su vez, se solapan con el rango de variación de las adultas del canal Beagle. En la escala espacial de análisis, estos individuos proceden de sectores separados en el eje longitudinal, donde hay variaciones continuas en los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en aguas. Sin embargo, las tendencias centrales de $\delta^{18}\text{O}_c$ en los restos óseos son similares. A partir de este marcador planteamos que a nivel poblacional, los movimientos residenciales y el ciclo humano del uso de la tierra (Binford 1988) no se restringen a un sector de la costa sur de la Isla Grande. Tampoco se justifica la proyección de los límites etnográficos ya sea en bahía Sloggett o en bahía Aguirre (Chapman y Hester 1973; Vidal 1985; Orquera y Piana 1999b).

Nichos ecológicos

Esta tesis se propuso indagar en la vinculación cultural entre los habitantes prehistóricos del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados durante el Holoceno tardío. En los antecedentes, citamos las comparaciones macroregionales que se apoyan en diferentes líneas de evidencia, las que sugieren diversos panoramas acerca de la continuidad biocultural de los grupos que habitaron estos sectores (Zangrando et al. 2009; Tessone et al. 2011; Crespo et al. 2019; Nakatsuka et al. 2020). Aquí adoptamos un enfoque ecológico cultural y utilizamos el concepto de nicho ecológico (Schoener 2009) para inferir las interacciones entre los grupos humanos que habitaron diferentes sectores

geográficos de la costa sur de Tierra del Fuego. Como hipótesis, planteamos que *los cazadores-recolectores que habitaron distintos sectores de la costa meridional de Tierra del Fuego durante el Holoceno tardío se diferencian en el uso del hábitat y la macroescala de la movilidad para evitar la competencia por recursos similares*. Derivamos como expectativa, cierta variación en el nicho isotópico, específicamente en el eje del $\delta^{18}\text{O}$, entre los individuos agrupados en estos dos sectores. Pero al mismo tiempo, se espera que los nichos isotópicos se superpongan en gran medida por la similitud de recursos explotados.

El análisis de la ecología isotópica local, en el inicio de este capítulo, nos exige cierto ajuste sobre las expectativas iniciales. El análisis de la distribución natural de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ señala que el eje de $\delta^{18}\text{O}$ tiene su mayor potencial en la evaluación de los movimientos oeste-este de la costa meridional de Tierra del Fuego. Por otra parte, la variabilidad regional de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en los guanacos es lo suficientemente marcada para que se transfiera a los consumidores sucesivos en la cadena trófica. En este caso, los marcadores paleodietarios en los humanos podrían reflejarse los movimientos entre el bosque y la estepa en sentido norte-sur, con mayor sensibilidad que los isótopos de oxígeno. Pero solo se detectarían en forma de nichos isotópicos más amplios, si algunos individuos del grupo se especializan en el consumo de recursos terrestres (Flaherty y Ben-David 2010).

En el capítulo anterior graficamos los nichos isotópicos (Newsome et al. 2007) a nivel de grupo (Figura 7.38, Figura 8.21), a través de las elipses estándar corregidas (Jackson et al. 2011): por un lado agrupamos los individuos procedentes del canal Beagle y por otro, los de Península Mitre e Isla de los Estados. En este apartado se utilizan dos propiedades del nicho isotópico para poner a prueba la hipótesis. Uno de ellos es su **posición** en el gráfico bivariado, cuyos cuadrantes también se denominan espacio- δ (Newsome et al. 2007). La otra propiedad es el **tamaño o amplitud** calculado en área por mil al cuadrado (‰^2 ; Jackson et al. 2011). En los gráficos observamos la posición y el tamaño de las elipses estándar corregidas (SEA_C). En los diagramas de caja se grafican las estimaciones bayesianas de los tamaños de las elipses estándar (SEA_B), que son mucho más variables en Península Mitre. Este es un efecto relacionado al tamaño de la muestra, ya que en torno a las 10 observaciones fluctúan considerablemente tanto la posición como la forma de las elipses (Jackson et al. 2011). Por ello, para comparar los tamaños de las elipses, nos basamos en la **probabilidad** de que las distribuciones posteriores de SEA_B del canal Beagle sean menores que las SEA_B de Península Mitre e Isla de los Estados.

En la Figura 8.21, las relaciones isotópicas del carbono y el nitrógeno son respectivamente los ejes x e y del gráfico bivariado. En conjunto, ambos ejes representan las dos dimensiones de la dieta y el hábitat del nicho ecológico. Caracterizan la dieta proteica en términos del origen de la carne consumida y su proporción relativa; por lo que

al mismo tiempo describen la intensidad de uso de los ambientes marino y terrestre. Las posiciones de los nichos isotópicos del canal Beagle y el de Península Mitre e Isla de los Estados son muy similares en el espacio- δ . Una superposición considerable de los nichos isotópicos, derivados de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en tejido óseo, se interpreta como la explotación de presas en ambientes similares a largo plazo. Esta superposición de los nichos ecológicos puede implicar un impacto considerable sobre los recursos consumidos (Wizing et al. 2019), aunque en la ecología isotópica local, los diversos recursos marinos no se distinguen entre sí. En otras palabras, isotópicamente no se puede determinar sobre qué especie hay una mayor presión depredadora, pero tiene coherencia con los análisis zooarqueológicos que señalan una presión antrópica constante sobre los pinnípedos (Zangrando et al. 2014b; Nye et al. 2020) y los bivalvos (Pérez 2020), sin llegar a la sobreexplotación.

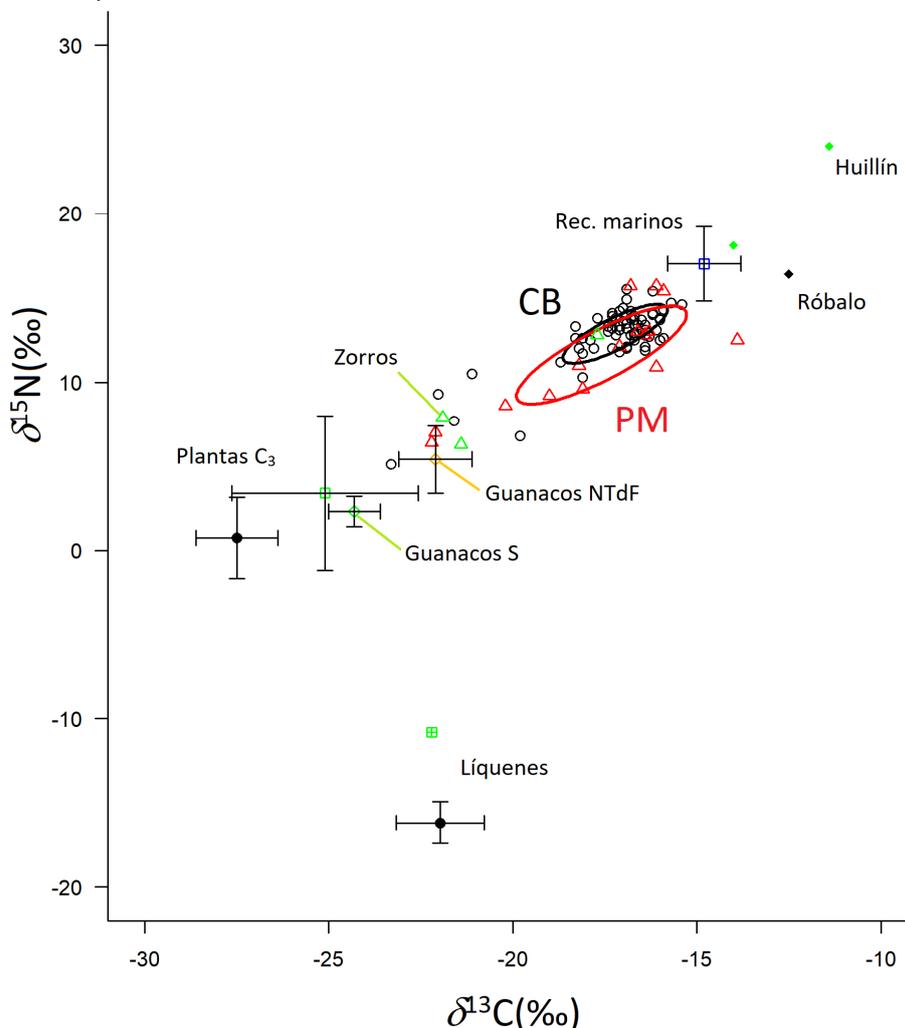


Figura 8.21. Nichos isotópicos de los grupos del canal Beagle, Península Mitre e I. de los Estados en relación con los recursos. Los valores isotópicos de los individuos corresponden a dietas estimadas.

En cuanto a la amplitud, el área de la SEA_c de Península Mitre e Isla de los Estados prácticamente abarca por completo al SEA_c del canal Beagle (Figura 8.21). Asimismo, tiene un área mayor de SEA_c que se extiende hacia un extremo más negativo de $\delta^{15}\text{N}$ y un poco más positivo en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$. El SEA_c tiende a sobreestimar las diferencias en Península Mitre, pero las estimaciones de SEA_B indican que es probable que el nicho isotópico de Península Mitre sea mayor al del canal Beagle. Esta métrica indica mayor variabilidad interindividual en las dietas promediadas, apoyando la caracterización de este espacio como un corredor donde confluyeron grupos más diversos en términos de sus estrategias de subsistencia.

La superposición de las elipses indica que gran parte de los individuos del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados compartieron dietas y/o hábitats similares a lo largo del Holoceno tardío. Pero al mismo tiempo, la mayor amplitud del nicho isotópico de un grupo respecto a otro (Figura 8.22) se interpreta como una dieta más diversa; en el caso de Península Mitre e Isla de los Estados, incluiría mayor diversidad trófica con individuos que consumieron mayor proporción de proteínas terrestres. Sin embargo, el canal Beagle también incluiría una diversidad trófica considerable, pero orientado hacia las redes tróficas marinas; la particularidad de la ecología isotópica marina local es que los animales presentan un gran solapamiento de los valores isotópicos, excepto por los mejillones (Kochi et al. 2018). Una observación interesante de Flaherty y Ben-David (2010) es que los grupos conformados por individuos con dietas generalizadas tienden a nichos isotópicos más acotados, porque a largo plazo terminan promediando el rango de valores isotópicos de todos sus recursos. Esto tiene sentido con la diversidad taxonómica de los conjuntos zooarqueológicos y el incremento de la uniformidad de las especies a través del Holoceno medio y tardío (Zangrando 2009a; Tivoli y Zangrando 2011). En cambio, un grupo de individuos con dietas especializadas puede reflejarse en nichos isotópicos amplios, también con relación a la variación espacial en la distribución natural de las relaciones isotópicas en los recursos (Flaherty y Ben-David 2010); como la que se detecta en los guanacos de Tierra del Fuego (Kochi et al. 2020). La mayor amplitud del nicho isotópico de Península Mitre e Isla de los Estados hacia un extremo ligeramente más positivo de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ probablemente refleja el consumo frecuente de los guanacos de la estepa, más enriquecidos en $\delta^{13}\text{C}$. El acceso regular de los individuos a una comunidad de vegetación diferente al bosque, y el consumo de herbívoros de dicho sector generaría un nicho isotópico más amplio que el del canal Beagle.

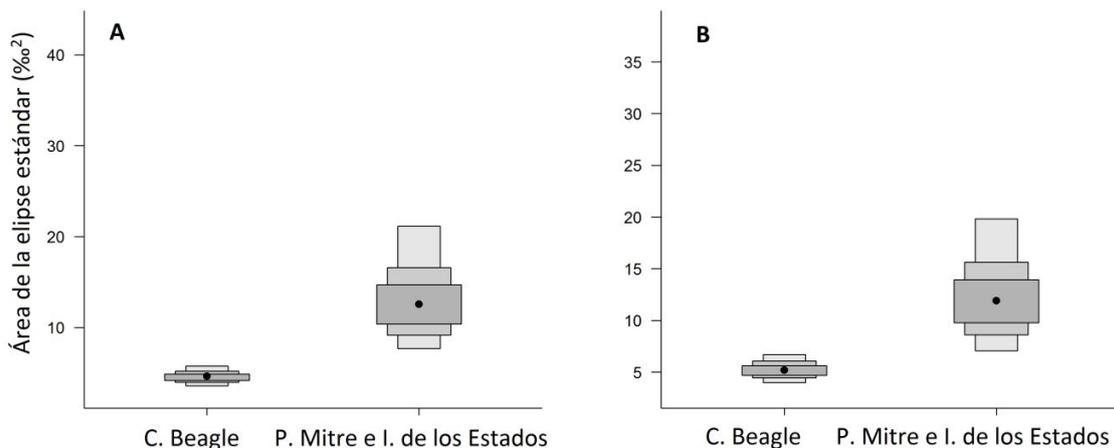


Figura 8.22. Áreas de las elipses estándar bayesianas (SEA_B) por sectores. A) Elipses construidas con $\delta^{13}C_{col}$ y $\delta^{15}N$, B) elipses construidas con $\delta^{13}C_{apa}$ y $\delta^{15}N$. Las áreas en tonos de gris representan los intervalos de credibilidad del 50, 75 y 95 % respectivamente.

La caracterización de las posiciones de los nichos isotópicos se mantiene cuando se utilizan otros marcadores paleodietarios como ejes del gráfico bivariado, como $\delta^{13}C_{apa}$ y $\delta^{15}N$ (Figura 7.38B). El $\delta^{13}C_{apa}$ representa la dieta total de manera lineal, y no predominantemente a la dieta proteica como $\delta^{13}C_{col}$; pero ambos reflejan las dos dimensiones de la dieta y el hábitat del nicho ecológico. En todo caso, la similitud de los nichos isotópicos construidos con marcadores diferentes robustece las inferencias realizadas sobre el nicho ecológico. Los diagramas de caja con las múltiples estimaciones de SEA_B indican un nicho isotópico consistentemente mayor en Península Mitre en comparación con el canal Beagle también en la dieta total (Figura 8.22B). Que la consideración de la dieta total sugiera un nicho ecológico mayor en Península Mitre tiene relación, una vez más, con la diversidad interindividual en las dietas; posiblemente con la proporción de grasas marinas y terrestres. Esto podría sugerir también el uso de diferentes técnicas de preparación y/o almacenaje de grasas. Ejemplos etnográficos serían las “piedras graseras” entre los *Selk’nam* (Gallardo 1910:263; Lothrop [1928] 2002: 62) o las “salchichas” de aceite pescado (Gusinde 1951: 214-217).

La covariación de un marcador paleodietario con $\delta^{18}O_c$ permite comparar otra caracterización del nicho ecológico manteniendo las dimensiones de dieta y hábitat; pero con un elemento cuya variación en los consumidores depende mucho menos de la dieta (Figura 7.38 C y D). La superposición de los nichos isotópicos del canal Beagle y Península Mitre es relativamente menor que en los gráficos anteriores, los que solo incluían los marcadores paleodietarios. Dicha superposición se observa sobre todo en el eje de $\delta^{18}O_c$; por lo que los grupos ocuparían con la misma intensidad los sectores correspondientes al canal Beagle central y oriental y el extremo oriental de Península Mitre. Con respecto al

tamaño, el SEA_B de Península Mitre es significativamente mayor que el del canal Beagle (Figura 8.23); pero insistimos en que el mayor eje de variación corresponde a la dieta total (Figura 7.34 C) o al nivel trófico (Figura 7.34 D) y no tanto en el hábitat representado por $\delta^{18}\text{O}_c$. De estos últimos dos gráficos se interpreta que hay cierta variación en el nicho ecológico de los grupos según el sector geográfico. En base a las características de la ecología isotópica y la amplitud de nicho, los individuos de Península Mitre explotan mayor variabilidad de recursos tanto en el hábitat compartido con el grupo del canal Beagle, como en un hábitat diferente que los primeros no estarían ocupando con regularidad.

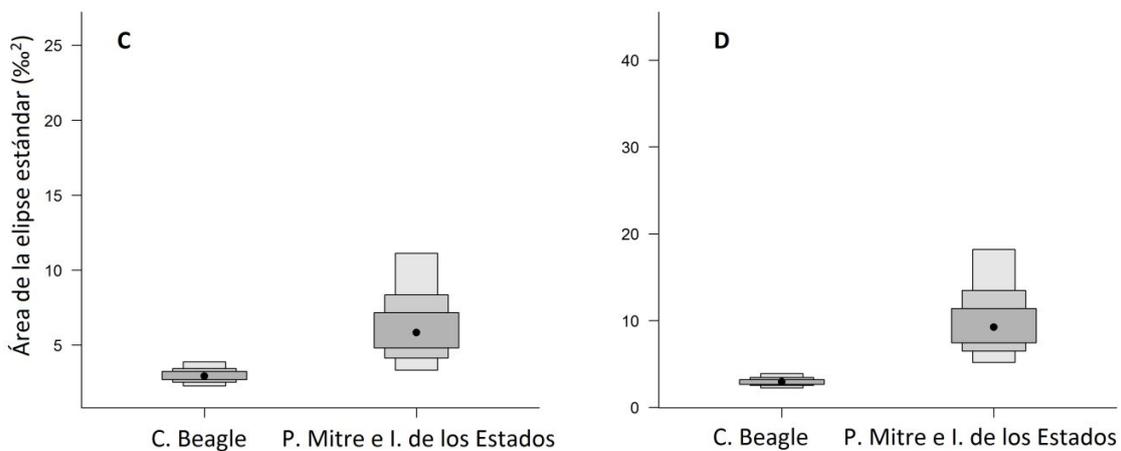


Figura 8.23. Áreas de las elipses estándar bayesianas (SEA_B) por sectores. C) Elipses construidas con $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$, D) elipses construidas con $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$. Las áreas en tonos de gris representan los intervalos de credibilidad del 50, 75 y 95 % respectivamente.

Finalmente, también estimamos la superposición entre los grupos a partir de los individuos con mediciones sobre los cuatro marcadores isotópicos en simultáneo — $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$ —. En la Figura 7.39, las distribuciones de probabilidades de superposición con el intervalo de credibilidad del 95 % (marcado entre líneas punteadas) son bastante amplias. Una vez más, interpretamos que es el efecto de la incerteza en la posición de las elipses y su área, por el tamaño acotado de la muestra de Península Mitre e Isla de los Estados. Aún así, se observan las mismas propiedades que en los gráficos anteriores, con pares de marcadores isotópicos y muestras más grandes. La probabilidad de superposición es considerable entre los dos grupos definidos por los sectores geográficos. Es mucho más probable que un individuo del canal Beagle se superponga con el nicho isotópico de Península Mitre (un promedio de probabilidad de superposición del 50 %). Pero al mismo tiempo, hay más probabilidades de que un individuo de Península Mitre se encuentre por fuera del nicho isotópico del grupo del canal Beagle (un promedio

de probabilidad de superposición del 35 %) porque como grupo su nicho isotópico es más amplio.

Concluimos que la hipótesis acerca de la *diferenciación en el uso del hábitat y la macroescala de la movilidad entre los cazadores-recolectores de diferentes sectores de la costa meridional de Tierra del Fuego durante el Holoceno tardío, para evitar la competencia por recursos similares*, es parcialmente corroborada. La gran superposición de los nichos isotópicos sugiere que no hay una diferenciación significativa entre los nichos ecológicos. Pero definitivamente hay mayor variación en la dimensión de los recursos consumidos y el hábitat terrestre explotado por el grupo de Península Mitre e Isla de los Estados, y abarca la diversidad observada en el grupo del canal Beagle.

Uno de los puntos que enfatizamos de este análisis es la conexión entre los grupos del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados, en la movilidad a largo plazo en la costa meridional de la Isla Grande de Tierra del Fuego. En el eje de $\delta^{18}\text{O}_c$, cuyo alcance es mayor para caracterizar los movimientos oeste-este en la costa sur, prácticamente no hay separación entre los nichos isotópicos de los dos grupos comparados. A futuro, sería necesario reexaminar esta afirmación con un tejido cuyo lapso de formación sea más acotado, como los dientes (Barberena et al. 2017) y explorar los cambios de vida; especialmente en Península Mitre, donde la amplitud del nicho isotópico sugiere conexiones entre ambientes ecológicamente variables. Por el momento, reafirmamos que los análisis isotópicos sobre un conjunto transgeneracional de individuos apoya el modelo de una misma dinámica poblacional que abarca toda la costa meridional de la Isla Grande de Tierra del Fuego (Vázquez et al. 2007; Zangrando et al. 2009; Vázquez et al. 2011).

El segundo punto a destacar es que la homogeneidad paleodietaria, en términos modales, a lo largo de la costa sur de Tierra del Fuego (Panarello et al. 2006) y entre los litorales norte y sur de Península Mitre (Tessone et al. 2011) sigue observándose en la superposición considerable de los nichos isotópicos entre los sectores geográficos. No obstante, la ampliación de la muestra de individuos y la inclusión de nuevos marcadores isotópicos sugiere que hay cierta heterogeneidad paleodietaria con diversidad de hábitats explotados. Esta tendencia sería más pronunciada en el litoral norte de Península Mitre, cuya elipse estándar tiene menor superposición y una pendiente diferente al del canal Beagle y el litoral sur de Península Mitre e Isla de los Estados (Figura 8.20). En los primeros, una pendiente de la elipse más similar al grupo de individuos del norte de la Isla podría sugerir cierta asociación en los recursos más consumidos (Miller y Makarewicz 2019), que en la ecología isotópica identificamos con los guanacos que habitan en la estepa. Entonces, se plantea que habría cierta diferencia en las conexiones grupales de los individuos que fueron enterrados en Península Mitre: algunos de ellos habrían integrado más frecuentemente los ambientes de la estepa en su sistema de subsistencia, incluso dentro de una orientación hacia la explotación de ambientes marinos. Dicha variabilidad

podría reflejar la dinámica de los sistemas sociales (Barberena et al. 2022), que la asociaríamos particularmente a la circulación de los individuos de sexo masculino porque muestran la dispersión más marcada en los marcadores paleodietarios. Pero también puede fundamentarse en las características de las conductas mortuorias de la depositación expeditiva de los cuerpos (Walthall 1999; Barrientos 2002; Tessone 2003). Dentro de la perspectiva biogeográfica de Lanata (2002) que caracteriza a Península Mitre como un corredor permeable a la circulación de grupos, en el conjunto transgeneracional de individuos depositados en este sector se acumulan más individuos con mayor conexión y/o acceso hacia los ambientes de estepa en la Isla Grande.

Un nicho isotópico significativamente menos amplio en el canal Beagle en comparación con Península Mitre e Isla de los Estados —excepto cuando se considera la dieta total— lo relacionamos con la dieta marina diversificada y la estabilidad relativa del patrón de asentamiento y el ciclo humano del uso de la tierra. Esta interpretación se apoya también en la particularidad de los concheros anulares, más frecuentes en el canal Beagle, los que constituyen hábitats culturalmente construidos y reutilizados. Si atraían reocupaciones sucesivas (Piana y Orquera 2010; Zangrando 2018; Haas y Kuhn 2019), tiene coherencia con los nichos isotópicos más acotados cuando se considera la dimensión de la movilidad junto con la dieta en el grupo del canal Beagle.

Reiteramos que la hipótesis es parcialmente corroborada porque la amplitud inferida del nicho ecológico del grupo de Península Mitre e Isla de los Estados sería suficiente para evitar la competencia con los individuos del canal Beagle por recursos similares. No obstante, en la dieta proteica —principalmente en las presas explotadas— hay una superposición muy marcada de los individuos del canal Beagle sobre el nicho isotópico de Península Mitre, hacia el extremo más positivo de los valores δ . Sobre los recursos más enriquecidos isotópicamente, como las presas marinas, sí podría estar actuando mayor presión depredadora y posiblemente procesos de competencia. Si bien los isótopos estables no tienen la resolución suficiente para distinguir rangos de acción *offshore-inshore* en los consumidores, este panorama es coherente con los modelos zooarqueológicos que proponen un proceso de crecimiento demográfico, circunscripción espacial y ampliación de los rangos de forrajeo hacia ambientes *offshore* en los últimos 1500 años antes del presente (Zangrando 2008; Tivoli y Zangrando 2011).

Estas inferencias que hacemos sobre la interacción de los cazadores-recolectores de la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados sugieren nuevas consideraciones acerca de la diferenciación étnica en tiempos históricos más tardíos. Estamos de acuerdo con las proposiciones generales de Borrero et al. (2011) y Alfonso Durruty et al. (2015), sobre la inadecuación de la proyección de identidades etnográficas Selk'nam, Haush y Yagán hacia tiempos históricos. Las reconstrucciones de paleodietas y de movilidad no serían las líneas de evidencia más adecuadas para abordar la etnicidad,

un fenómeno principalmente definido por la autoadscripción (Barth 1976; Briones 1998). Sin embargo, nos permiten reflexionar acerca del proceso de interacción entre estos grupos que llevó a ser registrado como diferentes en las crónicas y fuentes etnográficas.

A diferencia de la discusión que plantean Alfonso Durruty et al. (2015) al nivel de Fuego-Patagonia, es posible que las identidades étnicas modernas en la costa meridional de Tierra del Fuego no resulten solo de la interacción de los grupos locales con los europeos y criollos. El análisis de los nichos ecológicos sugiere cierta superposición en los hábitats y recursos explotados entre los individuos del canal Beagle y Península Mitre, que a largo plazo sí pueden haber estimulado mayor diferenciación en los nichos ecológicos a nivel de grupo y en el establecimiento de redes interpersonales (Alfonso Durruty et al. 2015). En síntesis, las características de una segmentación étnica tal como se proyecta en los mapas etnográficos (Hyades y Deniker 1891; Furlong 1917; Chapman 1987; Lothrop 2002 [1928]) no tienen correlatos estrechos en términos de nichos ecológicos ni una profundidad temporal extensa en momentos precontacto; pero sí pueden reflejar la etapa incipiente de un proceso de diferenciación.

8.2.1.5 Cronología

La última hipótesis trata sobre las variaciones cronológicas en las dietas nativas a partir de los momentos posteriores al contacto con los europeos. Se ha propuesto que *hay una continuidad de las pautas previas de aprovisionamiento y consumo de recursos proteicos entre los individuos prehistóricos y los de momentos postcontacto hasta los inicios del siglo XX. Los mayores cambios se observan en la dieta no proteica, pero en baja intensidad hasta mediados del siglo XIX, en los individuos hallados en las cercanías de los establecimientos religiosos y ganaderos de la costa sur de Tierra del Fuego.*

La continuidad de las prácticas de caza y recolección a lo largo del período de contacto, incluso cuando se instalan en torno a las misiones y otros establecimientos, se ha planteado principalmente a partir de las fuentes escritas (Bridges 2001; Bove 2005 [1883]) y en menor medida, los registros visuales (Butto 2017). También se contaba con el registro isotópico de la colección bioantropológica reunida por Giacomo Bove, a fines del siglo XIX (Marangoni et al. 2011; Tafuri et al. 2017). Este último estudio apoyaba la revisión mencionada de las fuentes, ya que indicaba baja variación en la dieta proteica. Sin embargo, la dieta total —y especialmente el consumo de la porción energética— quedaba sin caracterizar (Tafuri et al. 2017). Es un aspecto que podría haberse alterado en las pautas nativas de alimentación, ya que entre los alimentos foráneos más frecuentemente ofrecidos se encontraban los derivados de los carbohidratos y el azúcar (Bridges 2001 [1875]; Bridges 2001 [1876]; Bridges 1952 [1948]; Martial 2007; Fell 1859 en Chapman 2012; Bascopé 2016 entre otros). Se plantea que los carbohidratos derivados de plantas C₃ deberían sumar variabilidad isotópica a las fuentes preponderantes de energía, como las

grasas de animales locales; en especial el azúcar⁷⁵, un producto obtenido de una planta C₄. Por lo tanto, las expectativas que se derivan de la hipótesis son 1) un incremento significativo de los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ de los individuos a través del tiempo y 2) variaciones en el nicho isotópico de los habitantes del canal Beagle; los individuos más tardíos formarían probablemente un nicho más amplio y/o desplazado en comparación con los de momentos anteriores a la segunda mitad del siglo XIX.

Los individuos que se consideran de momentos posteriores a 1851 tienen un promedio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ significativamente más elevado con respecto a los individuos agrupados en los bloques precontacto y 1500-1850 (MLG; $F_{2,27}=5,41$, valor $p=0,01$). Los diagramas de caja de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ correspondientes a los tres bloques temporales (Figura 7.41C) muestran la tendencia más clara de incremento en los valores isotópicos a través del tiempo. El promedio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ también presenta variaciones cronológicas, pero no de la manera esperada: el más alto es el del bloque 1500-1850, mientras que el bloque precontacto y los más tardíos no se diferencian entre sí. No obstante, el bloque más tardío tiene los 3 individuos atípicos más negativos en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$. Por ejemplo, si se excluye el individuo MFM 36 ($\delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -16,3 \pm 0,3 \text{‰}$) —que también era el individuo más negativo de su rango de edad— no hay variaciones significativas en el promedio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ a través del tiempo (MLG, $F_{2,39} = 1,82$, valor $p=0,18$). Los marcadores restantes, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}$, tampoco presentan variaciones significativas entre los bloques temporales.

Estas tendencias cronológicas señalan que la mayor variación en la dieta se produjo en la dieta total y no en la dieta proteica. Los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ reflejan en partes iguales los aportes de los lípidos, carbohidratos y proteínas, mientras que el $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ está sesgado hacia el aporte de las proteínas. Por lo tanto, lo que cambió a través del tiempo es el consumo de lípidos y carbohidratos por parte de las poblaciones nativas.

Los valores más positivos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ estarían reflejando el consumo de lípidos y/o carbohidratos más enriquecidos en ¹³C. Un alimento enriquecido en ¹³C, que formó parte de las experiencias de aculturación en muchas partes del mundo con poca resistencia (Mintz 1996), es el azúcar de caña. Las fuentes mencionan su consumo en forma de melaza (SMM 1859: 206 en Bascope 2016), como endulzante del té, del arroz (Bridges 2001 [1876]), de la leche (Spears 1895; Bridges 1952 [1948]) y como ingrediente de otros alimentos (Hyades y Deniker 1891: 210). Asimismo, es un artículo demandado en los trueques (Bridges 2001 [1875]: 54). Como trabajadores del nuevo modelo socioeconómico ganadero impuesto por los colonizadores (Piana et al. 2003; Bitloch 2005), los Yaganes recibieron azúcar como parte del salario (Bridges 1952 [1948]). Hay menciones suficientes sobre el azúcar como una fuente de energía C₄ frecuentemente consumida por los grupos nativos, y con más seguridad en la etapa más tardía del contacto. Pero al mismo tiempo, la

⁷⁵ En los Antecedentes habíamos señalado que en el período y en la región bajo estudio no sería probable la presencia de azúcar de remolacha, cuya vía fotosintética es C₃.

diferencia en los promedios de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ entre el bloque precontacto y el bloque 1851-principios del S.XX no es tan pronunciada: se estima que es entre $\text{IC}_{95\%}=0,4-1,34$ ‰. Si el azúcar es la fuente enriquecida en ^{13}C , se interpreta que su consumo es frecuente pero en proporciones bastante bajas. Otras líneas de evidencia apoyarían esta afirmación: por ejemplo, el porcentaje de caries por individuo e incluso el número de individuos con caries es relativamente bajo en los restos analizados del sur de Tierra del Fuego; aunque la escasez de individuos fechados condiciona las comparaciones cronológicas (Pandiani et al. 2022).

Otra posibilidad es que se haya alterado la proporción de consumo de grasas animales a favor de los carbohidratos C_3 . Los productos con harina se encuentran entre los primeros alimentos introducidos a Tierra del Fuego (Cook 1773:44) y tuvieron funciones similares al azúcar. Los bizcochos y los panes formaban parte de las raciones diarias en las misiones (SAMM 1859: 206 en Bascopé 2016; Bridges 2001 [1875]) y posteriormente, en las estancias (Payró 1898). Los bizcochos también fueron intercambiados por pieles de nutria y cultivos producidos en la misión anglicana (Martial 2007 [1888]: 19, 20, 42). Para fines del siglo XIX, algunas recetas foráneas ya estarían incorporadas a la preparación de los alimentos cotidianos. Por ejemplo, los sacos de harina son un regalo apreciado para hacer *dampers* (pan sin levadura; Bridges 1952 [1948]: 232). No obstante, según la ecología isotópica local, una fuente vegetal de energía C_3 más bien tendería a disminuir el valor de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ en comparación con las grasas de animales marinos. En todo caso estaría disminuyendo el consumo de grasa de animales terrestres como el guanaco, que son los más empobrecidos en ^{13}C . Asimismo, la incorporación de las harinas sería en proporciones muy menores, ya que no se observan cambios diacrónicos en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ —a diferencia de los individuos enterrados en la misión salesiana “La Candelaria” (Valenzuela et al. 2019) —. Esto último también indicaría que el consumo de alimentos ricos en proteínas no se vio modificado.

En ese sentido, una tendencia aún más notable en la costa sur de Tierra del Fuego es la ausencia de variaciones significativas en los promedios de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ entre los bloques cronológicos. Retomando un trabajo previo (Tafari et al. 2017), reiteramos la persistencia de ciertas pautas de subsistencia en la población nativa a partir de las continuidades en el consumo de la porción proteica de la dieta; aunque con las limitaciones en la resolución isotópica del análisis de la molécula de colágeno (Chikaraishi et al. 2014) y las características de la ecología isotópica local (Kochi et al. 2018). En esta tesis, con el análisis isotópico de la bioapatita encontramos que sí hay otros aspectos de la dieta que fueron alterados por el proceso de contacto, como el consumo de la porción energética de la dieta. Entonces, la primera expectativa de la hipótesis —un incremento significativo de los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ de los individuos a través del tiempo— es corroborada.

La segunda expectativa, la variación en el nicho isotópico de los habitantes del canal Beagle a través del tiempo, es más compleja para analizar. Entre el bloque temporal 1 más temprano y el bloque 3 más tardío, los nichos isotópicos construidos con pares de marcadores paleodietarios (Figura 7.42 A y B) mantienen su área o tamaño relativo (Figura 8.23 A y B) porque varía la dispersión en diferentes marcadores isotópicos. El caso más claro es la Figura 7.42 A: el nicho isotópico del grupo precontacto (bloque 1) presenta la mayor variación en el eje de $\delta^{15}\text{N}$, mientras que el nicho isotópico más tardío (bloque 3) se extiende en el eje de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$.

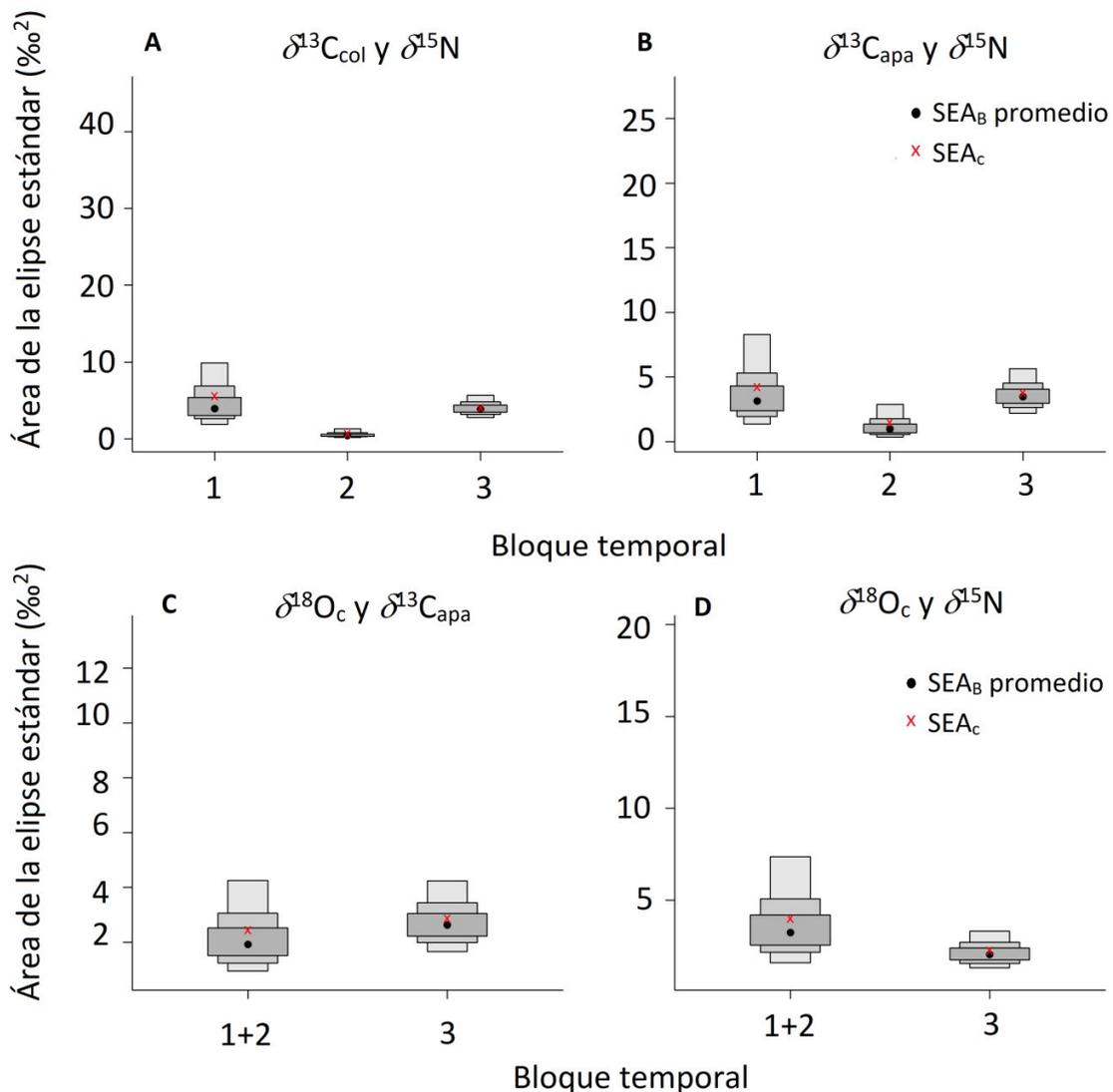


Figura 8.23. Áreas de las elipses estándar bayesianas (SEA_B) por bloques cronológicos: 1- Precontacto; 2-1500-1851; 3- 1851 en adelante. Las áreas en tonos de gris representan los intervalos de credibilidad del 50, 75 y 95 % respectivamente.

Además de la forma, los nichos isotópicos cambian de posición en el diagrama- δ a través del tiempo. Una vez más, este cambio se observa con claridad en el gráfico de posición trófica vs. dieta total (Figura 7.42 B; $\delta^{15}\text{N}$ vs. $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$). La proporción de área superpuesta⁷⁶ entre las elipses estándar bayesianas (SEA_B) del bloque 1 y 3 es entre 44-49 %. Si no hubiese variaciones cronológicas en el tamaño, forma y/o posición de los nichos isotópicos comparados, la superposición se acercaría al 100%. Este es el caso del diagrama de la posición trófica vs. base fotosintética en la dieta proteica (Figura 7.42 A; $\delta^{15}\text{N}$ vs. $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$). La superposición de las SEA_B de los bloques 1 y 3 se encuentra en torno al 58-80 %. La covariación de $\delta^{15}\text{N}$ vs. $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y las estimaciones bayesianas apuntan hacia la misma observación que el análisis univariado de los marcadores isotópicos: la dieta proteica varió menos en el tiempo que la dieta total.

El bloque cronológico 2, que abarca los individuos fechados entre 1500-1850, presenta el nicho isotópico más pequeño (Figura 8.23 A y B). Una posible interpretación es que este bloque abarca un lapso relativamente acotado, y por lo tanto refleja menos diversidad interindividual en las dietas que los bloques temporalmente más extensos. Otro aspecto es que en la Figura 7.22 A de la dieta proteica, la elipse del bloque 2 se encuentra prácticamente solapada por la elipse del bloque 3; es decir que no se diferenciarían demasiado entre sí. Asimismo, las estimaciones bayesianas también indican que el bloque 2 también se encuentra totalmente comprendido en el bloque 1 (100%). Lo interesante es que en la Figura 7.22 B de posición trófica vs. dieta total, el solapamiento entre el bloque 1 y 2 disminuye al 69%. Es posible que algunos individuos de este bloque sean posteriores a 1850 y pertenezcan al bloque 3. Por esta razón ya estarían registrando cierta variación en la dieta total con respecto a los momentos precontacto. Hemos trabajado con la mediana como estimador del punto central de la fecha calibrada para los individuos (Telford et al. 2004). A pesar de ser un estimador robusto, no deja de ser un valor puntual que intenta describir las formas complejas de la función de distribución de los fechados (op.cit).

La construcción del nicho isotópico a partir de un marcador de movilidad como $\delta^{18}\text{O}_c$ y otro marcador paleodietario como $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ o $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 7.42 C y D) tiende a atenuar las diferencias cronológicas señaladas. En esos dos gráficos, se unificaron los bloques 1 y 2 para aumentar el número de individuos más tempranos con mediciones de $\delta^{18}\text{O}_c$. Por lo tanto, se están comparando los individuos precontacto y contacto más temprano contra los más tardíos de la segunda mitad del siglo XIX. El nicho isotópico del bloque 3 tiende a ser consistentemente más amplio que el del bloque 1+2 cuando se considera la covariación de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$ (Figura 8.23); al menos en el 69 % de las 10^4 iteraciones de SEA_B . Una vez más, el tamaño del nicho isotópico parece mantenerse a

⁷⁶ Dependiendo de qué bloques cronológicos se ubican como numerador y denominador en el cálculo de la proporción de área superpuesta.

través del tiempo pero con diferentes formas, porque varía la dispersión en diferentes marcadores isotópicos. La elipse estándar del bloque 1+2 se extiende en el eje de $\delta^{18}\text{O}_c$ y la elipse del bloque 3, en el eje de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ (Figura 7.42 C). Como no presentan una diferencia muy marcada en su tamaño y la superposición entre las elipses de los bloques cronológicos es entre 68-80 %, la variación cronológica en el nicho ecológico sería acotada en la dimensión de la movilidad. Asimismo, la diferencia en la dieta total disminuye si se agrupan dos bloques en uno solo (precontacto y período 1500-1850), lo que remite a nuestro problema de la asignación de individuos en los bloques cronológicos postcontacto 2 y 3.

La comparación de los nichos isotópicos en el diagrama de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}_c$ (Figura 7.42 D) muestra una diferencia más marcada de tamaño. En el 91 % de las 10^4 iteraciones de SEA_b , el bloque 1+2 tiene un nicho isotópico más amplio que el bloque 3. De ahí que la elipse del bloque más temprano solapa el 91% del área de la elipse del bloque más tardío; a la inversa, la superposición es solo del 9 %. Esto permite inferir que en ciertos aspectos se redujo el nicho ecológico en los momentos más tardíos; hay una combinación más reducida de dietas en diferentes niveles tróficos explotados en ambientes diferentes.

Por último, también se consideró la superposición de los nichos isotópicos incorporando los tres marcadores paleodietarios al mismo tiempo — $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ — en la Figura 7.43. Retomando la división original en 3 bloques cronológicos, la superposición entre los nichos isotópicos varía a través del tiempo. La probabilidad de encontrar a un individuo del bloque 1 en el nicho isotópico del bloque 3 es entre el 20 y el 70 % (Figura 7.43, fila 1 columna 3). A la inversa, los individuos más tardíos del bloque 3 tienen entre un 10 y 60 % de probabilidades de superponerse en el nicho isotópico del bloque 1 más temprano (Figura 7.43, fila 3 columna 1). Si bien son distribuciones amplias de probabilidades, nos plantean un cambio gradual en los nichos isotópicos a través del tiempo porque se alejan del solapamiento completo entre sí.

El análisis de los nichos isotópicos resulta más complejo porque estamos proyectando un nicho ecológico multidimensional con diferentes pares de marcadores isotópicos, y evidentemente no sigue una relación directa en todos los casos. Sin embargo, la comparación de los nichos isotópicos indica una diferenciación gradual a través del tiempo; aunque no siempre hacia la ampliación en los momentos más tardíos. Sumando el análisis univariado de los marcadores isotópicos, se corrobora la hipótesis sobre las variaciones cronológicas en las dietas nativas con posterioridad al contacto con los europeos. Hasta los inicios del siglo XX, hay continuidad en las pautas previas de aprovisionamiento y consumo de recursos proteicos entre los individuos prehistóricos y los de momentos postcontacto. Asimismo, corroboramos que la dieta no proteica sufre cambios. Originalmente habíamos planteado que la baja intensidad del cambio duraría

hasta mediados del siglo XIX, aunque a la luz de los resultados este patrón persistiría incluso hasta fines del siglo.

La continuidad de los patrones paleodietarios reflejaría las particularidades que señala Casali (2013) sobre la colonización de Tierra del Fuego: un proceso tardío, con situaciones de contacto interétnico a corto plazo hasta fines del siglo XIX, hasta la imposición abrupta y desenfrenada de la economía ganadera. En este sentido, retomamos la discusión planteada por Valenzuela et al. (2019) en relación con el trabajo de Tafuri et al. (2017), acerca de la transición alimentaria de las poblaciones nativas de Tierra del Fuego. En dicha discusión, los autores cuestionan si la persistencia en los patrones paleodietarios de los grupos del canal Beagle describe adecuadamente al proceso postcontacto. En cambio, plantean que la continuidad de la composición isotópica del colágeno óseo se debe fundamentalmente a la cronología temprana de las colecciones; ya que en el cementerio de la misión salesiana —en uso entre 1897 y 1948— la comunidad Selk'nam sí registra un cambio más abrupto en la dieta.

Aunque no son muy numerosos, en esta tesis hemos incorporado más individuos asociados a objetos de mediados del siglo XIX (individuos MFM 25, MFM 36), e incluso hemos excavado nuevos contextos mortuorios (individuo 2 Isla Martillo; Kochi et al. 2021). Solo en los individuos que están vinculados al funcionamiento de una estancia ganadera sí se puede plantear posibles alteración de la dieta (MFM 36); pero tampoco se descarta la presencia de individuos Selk'nam buscando refugio en el sur, como registraron las fuentes escritas (Casali 2013). A pesar de la cercanía a la estancia Harberton y su asociación con objetos de mediados del siglo XIX, el individuo 2 juvenil de Isla Martillo presenta dietas marinas similares a los adultos prehistóricos. La generalización más amplia que podemos hacer, es que en la totalidad de la muestra de 95 individuos de la costa sur de Tierra del Fuego no se detecta un cambio de nicho isotópico comparable al del norte de la Isla Grande (Figura 8.20). Se puede hacer otra comparación, en una escala suprarregional, con los cazadores-recolectores marítimos más septentrionales del archipiélago de los Chonos y Chiloé (Reyes et al. 2019, Reyes 2021). Los análisis isotópicos indican que estos grupos atravesaron cambios drásticos en su sistema de subsistencia ya desde el siglo XVII-XVIII, transicionando desde una dieta marítima a otra terrestre (op.cit).

Ciertamente la cronología de los individuos de la costa sur de Tierra del Fuego podría ser de algunas décadas más tempranas que las de la misión salesiana. Pero a la luz de las tendencias diferenciadas entre la dieta proteica y la dieta total, complementado con el patrón oscilatorio de movilidad registrado en las fuentes etnográficas (Bridges 2001 [1875]; Bove 2005 [1883]: 89), sostenemos que la discusión central es “la diferencia entre la *respuesta* de las poblaciones del norte y el sur de Tierra del Fuego a las potenciales transiciones alimentarias” (Valenzuela et al. 2019: 14) y el proceso de colonización en su sentido más amplio. Entre los Selk'nam, el proceso de desintegración territorial (Casali

2013) habría sido más agudo que entre los Yaganes; incluso en fuentes más tardías del siglo XX, hay continuidades en la movilidad marítima y la obtención de recursos acuáticos (Gusinde 1982; Stanbuk 2011).

Capítulo 9: Conclusiones

La arqueología de las sociedades marítimas se encuentra con un desafío particular: ¿cómo conectar las actividades realizadas sobre las costas, en las embarcaciones flotando en alta mar y tierra adentro hasta donde ya no se ven las aguas? (Ford 2011). Hay múltiples interacciones posibles subsumidas en la amplia categoría de “cazadores-recolectores marítimos” (Yesner 1980; Bailey y Parkington 1988; Bjerck y Zangrando 2016). De hecho, la trayectoria histórica de diversos grupos cazadores-recolectores en Patagonia demuestra la variabilidad en la explotación de los recursos acuáticos y la ocupación de espacios costeros, en intensidad y frecuencia, a lo largo del Holoceno (Borrero y Barberena 2006; Orquera y Gómez Otero 2007).

Esta tesis buscó contribuir al conocimiento sobre la diversidad de los estilos de vida de las sociedades costeras en el pasado (Erlandson y Fitzpatrick 2006), en cuanto el objetivo principal fue caracterizar la subsistencia y movilidad de los cazadores-recolectores de la costa sur de Tierra del Fuego durante el Holoceno tardío, entre los 2500 años AP hasta los inicios del siglo XX. El primer problema de investigación abordó la vinculación cultural entre los habitantes prehistóricos del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados durante el Holoceno tardío. Los análisis sobre la subsistencia — integrando las líneas de evidencia zooarqueológica y tecnológica— sugieren tanto estrategias flexibles, como grupos cazadores-recolectores con diferentes estrategias compartiendo un mismo espacio geográfico (Vázquez et al. 2011). Estas preguntas se encuentran dentro de las problemáticas clásicas de la arqueología de cazadores-recolectores (Binford 1988), pero las respuestas estuvieron fuertemente direccionadas por las fuentes escritas durante los últimos cuatro siglos (Borrero 1997). Asimismo, el registro bioarqueológico también sugiere panoramas diversos acerca de la continuidad biocultural de los grupos que habitaron estos sectores (Tessone et al. 2011; Crespo et al. 2020).

Nuestro abordaje se enmarcó en la Ecología del Comportamiento Humano (Winterhalder y Smith 2000) y las teorías de los nichos ecológicos (Hutchinson 1957; Newsome et al. 2007; Schoener 2009) para caracterizar las interacciones intergrupales en el pasado, a través de los análisis de isótopos estables del carbono, nitrógeno y oxígeno sobre los restos óseos humanos. Las prácticas culturales relacionadas con la alimentación y la movilidad, en relación con los ambientes donde se aprovisionan, nos permiten inferir las interacciones intra e intergrupales, así como su vinculación con el medio ambiente. Para ello, fue necesario generar una ecología isotópica local como marco de referencia (Barberena y Tessone 2018) para la costa sur de Tierra del Fuego, caracterizando la distribución natural de los isótopos estables del carbono, nitrógeno y oxígeno en los recursos. Una vez más, se resalta que las características de la ecología isotópica

determinan los alcances y las limitaciones de las interpretaciones subsiguientes sobre los datos isotópicos humanos. Se plantearon hipótesis específicas para corroborar los principios generales que caracterizan las distribuciones naturales de los isótopos estables en el ambiente.

Con respecto al ambiente terrestre, se corrobora que las características del ciclo del nitrógeno generan variabilidad en $\delta^{15}\text{N}$ entre la vegetación del canal Beagle y Península Mitre, el cual se transfiere a los guanacos recuperados en contextos del Holoceno tardío. En cambio, las diferencias en la estructura del bosque magallánico y la extensión de los turbales no se reflejan en variaciones significativas de $\delta^{13}\text{C}$ entre guanacos recuperados en localidades del canal Beagle y Península Mitre. Las diferencias isotópicas en la principal presa terrestre se manifiestan a escala local —a lo largo de la costa sur de Tierra del Fuego— y más marcadamente a nivel regional, incluyendo los guanacos de la estepa norte de la Isla Grande. El análisis de los datos compilados sobre las plantas terrestres C_3 también indica una fuerte variación en la composición isotópica del nitrógeno. Si la distancia isotópica entre los alimentos define la resolución de las reconstrucciones paleodietarias (Casey y Post 2011), una implicancia importante para Tierra del Fuego es que los recursos terrestres introducen una variación considerable en la composición isotópica de los restos humanos. En los grupos humanos con un consumo elevado de recursos terrestres y frecuentes movimientos entre el bosque y la estepa en sentido norte-sur, la variación isotópica puede transferirse en forma de nichos isotópicos más amplios.

En este sentido, corroboramos que los animales marinos de la costa meridional de Tierra del Fuego introducen menos variabilidad en el registro isotópico promediado de las dietas a largo plazo. Desde una perspectiva zooarqueológica se encuentran variaciones isotópicas significativas entre las especies de hábitats litorales y pelágicas (Zangrando et al. 2016; Kochi et al. 2018; Zangrando et al. 2022). Pero si se agrupan de manera más general en las categorías de pinnípedos, peces, aves y moluscos, hay una superposición importante en los nichos isotópicos entre los vertebrados. Aquí se encuentra una implicancia fundamental, que es la necesidad de complementar los registros zooarqueológicos y los isotópicos para caracterizar la explotación de los ambientes acuáticos a diferentes escalas y resoluciones (Barberena et al. 2004). Los análisis isotópicos sobre la molécula de colágeno pueden caracterizar el consumo de los diferentes recursos marinos agrupándolos *a priori* (Phillips et al. 2005), y su mayor alcance se encuentra en la detección de variaciones interindividuales en el consumo de presas marinas vs. recursos terrestres.

Finalmente, en contra de nuestras expectativas, se observó un gradiente positivo significativo, de oeste a este, en los valores de $\delta^{18}\text{O}$ medidos sobre las fuentes de agua del tramo central y oriental del canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados. Por el

momento, se postula que este patrón se relaciona con el efecto de la altitud sobre la composición isotópica de las precipitaciones y las fuentes que recargan a los ríos analizados (IAEA Vol.2 2001; Coronato et al. 2017). A pesar de las variaciones climáticas a lo largo del Holoceno tardío, el patrón espacial en la composición isotópica debería mantenerse con relación a los factores topográficos más constantes a nivel regional. La distribución natural de los isótopos del oxígeno a lo largo de la costa sur de Tierra del Fuego es una herramienta sumamente potente para discutir la movilidad de los grupos en sentido longitudinal, en relación con la frecuencia de consumo de diferentes fuentes de agua. Asimismo, el ciclo biogeoquímico del oxígeno sigue principios diferentes a los marcadores paleodietarios como el carbono y el nitrógeno, por lo que se realizan interpretaciones de los nichos isotópicos que se complementan entre sí.

En síntesis, la composición isotópica del carbono y el nitrógeno de los recursos dietarios de la costa sur de Tierra del Fuego tienen variaciones significativas a diferentes niveles espaciales y taxonómicos; el oxígeno en las fuentes de agua también presenta un gradiente espacial en el eje longitudinal. Por lo tanto, los isótopos de estos elementos nos permiten caracterizar variaciones en la dieta y el hábitat de los individuos y los grupos que habitaron el canal Beagle, Península Mitre e Isla de los Estados durante el Holoceno tardío.

A partir de la composición del registro zooarqueológico y tecnológico (Zangrando et al. 2009; Vázquez et al. 2011), las tendencias en la reocupación del espacio a lo largo de la costa sur y las características geográficas para la circulación de las personas (Lanata 1996), se ha hipotetizado que los cazadores-recolectores que habitaron distintos sectores geográficos de la costa meridional de Tierra del Fuego, durante el Holoceno tardío, se diferencian en el uso del hábitat y la macroescala de la movilidad para evitar la competencia por recursos similares. Esta hipótesis es parcialmente corroborada, en la medida en que la gran superposición de los nichos isotópicos —construidos con diferentes marcadores de dieta y de movilidad— no refleja una diferenciación significativa entre los nichos ecológicos. Pero definitivamente hay mayor variación en la dimensión de los recursos consumidos y el hábitat terrestre explotado por los individuos de Península Mitre e Isla de los Estados como grupo, abarcando la diversidad observada en el grupo del canal Beagle. Esta observación deriva de las diferencias en los tamaños de los nichos isotópicos entre los sectores geográficos, indicando variaciones interindividuales en la dieta consumida y el hábitat más frecuentemente utilizado a lo largo de sus vidas.

Una observación importante es que se mantiene la homogeneidad paleodietaria postulada para toda la costa sur de Tierra del Fuego (Tessone et al. 2011), incluyendo el canal Beagle, el litoral sur de Península Mitre e Isla de los Estados. La variabilidad en la composición de los conjuntos zooarqueológicos nos permite inferir la flexibilidad en las estrategias de subsistencia en relación con la estructura de los recursos (Vázquez et al.

2011). Por otra parte, los análisis de isótopos estables resaltan el vínculo constante y a largo plazo entre los grupos humanos, los recursos y el ambiente marino; la conexión entre los grupos con rangos de forrajeos similares a lo largo de los espacios costeros. Sin embargo, el nicho isotópico de los individuos del litoral norte de Península Mitre indica mayor diversidad paleodietaria en este sector, y su posición se acerca al nicho isotópico del conjunto del norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego. Si los patrones de consumo de alimentos expresan en cierta medida las interacciones socioeconómicas (Hermes et al. 2018), en el litoral norte de Península Mitre hay más individuos con conexión hacia el sector de la estepa, en comparación con otros sectores. La ampliación del tamaño de la muestra de restos humanos permitió acercarnos a la variación total en los patrones dietarios. Presentamos una reevaluación del panorama bioarqueológico (Tessone et al. 2011), en el cual el registro isotópico señala diferencias dietarias entre los individuos que probablemente ocupaban con más frecuencia el litoral norte o sur de Península Mitre. La interpretación de la teoría de los nichos ecológicos sugiere que no todos los grupos estarían superponiéndose con la misma intensidad de uso del litoral norte, lo que se atribuye a la evitación de la competencia. Por otra parte, se ha señalado que la costa atlántica presenta un oleaje de alta energía (Montes y Martinioni 2017) y la extensión de las plataformas de abrasión podría ser un obstáculo para el desembarco (Lanata 1996). En este sentido, podría ser un ejemplo de que las tecnologías de navegación estructuran los patrones de asentamiento (Bjerck 2017).

La conexión entre los patrones dietarios a través de sectores geográficos de alguna manera se entrecruza con las distribuciones asimétricas de los marcadores paleodietarios, y con la variación sexual en las dietas de los adultos. Resaltamos que unos pocos individuos atípicos presentan los valores isotópicos más negativos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ al nivel de la muestra total, que esta tendencia se asocia con los individuos de sexo masculino y con la posición del nicho isotópico del litoral norte de Península Mitre. La diferencia sexual en las dietas no podría atribuirse solamente a los rangos de movilidad logística diferenciada; porque si recurrimos a las observaciones etnográficas, las actividades de aprovisionamiento en las canoas se realizan al nivel de unidades familiares (Orquera y Piana 1999b). En esta tesis nos inclinamos por las explicaciones que recurren a los patrones de residencia posmaritales y el mantenimiento de las redes sociales (Grove 2014; Whallon 2006; Grove 2014). Las mujeres presentan una alta consistencia interna hacia los valores isotópicos más positivos, por lo que mantendrían estrategias de subsistencia marítimas durante un lapso extendido de tiempo; mientras que unos pocos individuos masculinos circulan entre grupos con estrategias de subsistencia diferentes. Cameron (2013) dirige la atención hacia los movimientos de segmentos de poblaciones menos visibles que las que migraciones, como los procesos de fisión-fusión en los grupos de cazadores-recolectores. Otra observación relevante es que en dichos procesos, los

segmentos que se desprenden de las poblaciones más grandes pueden tener una composición sesgada en términos de sexo y edad, y tienden a establecerse en “áreas fronterizas”. Como la muestra de adultos masculinos y femeninos de Península Mitre es muy pequeña, queda a modo de propuesta futura ahondar en esta línea. La unidad de análisis al nivel del individuo, con los estudios isotópicos, podría estar revelando un aspecto muy interesante de la dinámica poblacional en la Isla Grande de Tierra del Fuego.

Con respecto a las variaciones cronológicas en la subsistencia, nos preguntamos cuáles fueron las particularidades del proceso de contacto (Goñi 1999) en sociedades con un patrón de asentamiento marítimo y economía especializada. Nuestro enfoque se centró sobre la dieta, considerando las diferencias entre la porción proteica y la energética: las fuentes etnográficas señalan que la mayoría de los alimentos introducidos fueron carbohidratos: los derivados de la harina y el azúcar. Para ello, calibramos los fechados sobre los individuos considerando el efecto reservorio marino y contextualizamos los individuos de momentos históricos. Hasta inicios del siglo XX, corroboramos que hay continuidad en las pautas previas de aprovisionamiento y consumo de recursos proteicos entre los individuos prehistóricos y de momentos postcontacto. El otro aspecto de la dieta que sí fue alterado por la colonización europea es el consumo de la porción energética, inferida a partir de un incremento significativo de los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ de los individuos a través del tiempo. Originalmente habíamos planteado que la baja intensidad del cambio duraría hasta mediados del siglo XIX, aunque a la luz de los resultados este patrón persistiría incluso hasta fines de ese siglo. Entonces, planteamos que algunas pautas tradicionales de subsistencia de los grupos marítimos de Tierra del Fuego tuvieron cierta continuidad durante el proceso de colonización; estas estrategias orientadas hacia la explotación de recursos y ambientes marítimos se reorganizaron para complementar la distribución desigual de la riqueza y la desintegración territorial, impuesta por la economía ganadera.

A modo de cierre, remarcamos que los análisis de isótopos estables comparten un vínculo muy profundo con la arqueología costera. Como una metodología integrada a otras líneas de evidencia, contribuyeron a repensar las escalas espaciales de la subsistencia y la movilidad de los cazadores-recolectores costeros (Borrero y Barberena 2006). Por ejemplo, los trabajos isotópicos pioneros en arqueología fueron los que desafiaron modelos previos acerca de la subsistencia (Chisholm et al. 1982; Sealy y van der Merwe 1985). Para caracterizar los estilos de vida de las poblaciones nativas, es necesario alternar entre diferentes escalas y unidades analíticas del registro arqueológico (Barberena et al. 2004; Tessone et al. 2011), y esta es una de las mayores contribuciones de los análisis isotópicos en la costa sur de Tierra del Fuego, Península Mitre e Isla de los Estados: la información promediada a lo largo de la vida de los individuos sugiere continuidades regionales en donde las fuentes históricas proyectaban fronteras culturales

entre grupos prehistóricos (Tessone et al. 2003; Zangrando et al. 2009; Panarello et al. 2006; Tessone et al. 2011; Vázquez et al. 2011). Se podría señalar un vínculo más entre la arqueología costera y los análisis de isótopos estables: preguntas nuevas sobre las sociedades del pasado, y los deseos de extender los alcances de las reconstrucciones paleodietarias están demandando más avances en el área de la biogeoquímica, como los análisis sobre componentes específicos (Webb et al. 2018). Las conclusiones de esta tesis estarán sujetas a revisión, a nuevos avances teóricos y experimentales en los isótopos estables.

Bibliografía

- Acha, E. M., Mianzan, H. W., Guerrero, R. A., Favero, M. y Bava, J.
2004. Marine fronts at the continental shelves of austral South America: physical and ecological processes. *Journal of Marine systems* 44(1-2): 83-105.
- Adami, M. L. y Gordillo, S.
1999. Structure and dynamics of the biota associated with *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta) from the Beagle Channel, Tierra del Fuego. *Scientia Marina* 63(S1): 183-191.
- Agarwal, S. C., Beauchesne, P., Glencross, B., Larsen, C. S., Meskell, L., Nakamura, C., Pearson, J. y Sadvari, J. W.
2017. Roles for the sexes: The (bio) archaeology of women and men at Çatalhöyük. En: I. Hodder y A. Marciniak (eds.), *Assembling Çatalhöyük*, pp. 87-95. Routledge, Oxon.
- Aguerre, A. M.
2008. *Genealogía de familias tehuelches-araucanas de la Patagonia central y meridional argentina*. Buenos Aires, Editorial de la Facultad de Filosofía y Letras.
- Aguirre, F., Squeo, F. A., López, D., Buma, B., Carvajal, D., Jaña, R., ... y Rozzi, R.
2021. Gradientes Climáticos y su alta influencia en los ecosistemas terrestres de la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia* 49: 1-33.
- Alfonso-Durruty, M. P., Giles, B. T., Misarti, N., San Román, M. y Morello, F.
2015. Antiquity and geographic distribution of cranial modification among the prehistoric groups of Fuego-Patagonia, Chile. *American Journal of Physical Anthropology* 158(4): 607-623.
- Álvarez, M., Vázquez, M. y Piana, E.
2008. Prácticas mortuorias entre los cazadores-recolectores del canal Beagle: el caso de Shamakush Entierro. *Magallania* 36(2): 105-121.
- Albero, M. C., Angiolini, F. E. y Piana, E. L.
1986. Discordant Ages Related to Reservoir Effect of Associated Archaeologic Remains from the Tunel Site, Beagle Channel, Argentine Republic. *Radiocarbon* 28(2A): 748-753.
- Allué, C., Arranz, J. A., Bava, J. O., Beneitez, J. M., Collado, L. y García-López, J. M.

2010. Phytoclimatic characterization and cartography of subantarctic native forests in Isla Grande de Tierra del Fuego (Patagonia, Argentina). *Forest Systems* 9(2): 189-207.

Alunni, D. V.

2018a. El uso de guanacos por cazadores-recolectores de la costa sur de Tierra del Fuego: pautas de aprovechamiento y estudios tafonómicos. Tesis doctoral inédita, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

2018b. Estrategias de aprovisionamiento de guanacos y uso del bosque Magallánico por cazadores-recolectores costeros. *Revista del Museo de Antropología* 11(2): 7-22.

Alunni, D. V., Kochi, S., Tessone, A. y Zangrando, A. F.

2021. Consumo de grasas entre cazadores-recolectores de la costa sur de Tierra del Fuego durante el Holoceno tardío: una evaluación desde la zooarqueología y los isótopos estables. *Comechingonia* 25(3): 61-70.

Alunni, D., Vázquez, M. y Zangrando, A. F.

2020. Explotación de guanacos por cazadores-recolectores durante el Holoceno medio en la costa sur de Tierra del Fuego (Argentina). *Arqueología* 26(2): 157-180

Alunni, D. V. y Zangrando, A. F. J.

2012. Primeros datos sobre el transporte, procesamiento y consumo de guanacos en la localidad arqueológica Heshkaia (sudeste de Tierra del Fuego, Argentina). *Magallania* 40 (1): 319-331.

Alunni, D. V., Zangrando, A. F., Tivoli, A. M., Pérez, S. A., Kochi, S., Martinoli, M. P., Vázquez, M. M., Pinto Vargas, G. y Gutiérrez, M. A.

2021. Distribución natural de restos óseos en la franja intermareal del sur de Tierra del Fuego: observaciones tafonómicas e implicancias arqueológicas. *Relaciones* 46(2): 659-682.

Álvarez, M. R. y Briz I Godino, I.

2006. Organización tecnológica en el proceso de poblamiento del extremo sur de Sudamérica. *Habitus* 4(2): 771-795

Álvarez, M., Fiore, D., Tivoli, A., Salvatelli, L., Saletta, M. J. y Briz, I.

2013. Variabilidad de actividades humanas en momentos recientes de la ocupación del canal Beagle (Tierra del Fuego): el caso de Lanashuaia XXI. En: A. F. Zangrando, R. Barberena, A. Gil, G. Neme, M. Giardina, L. Luna, C. Otaola, S. Paulides, L. Salgán y A. Tivoli

(comps.), *Tendencias teórico-metodológicas y casos de estudio en la arqueología de la Patagonia*, pp. 559-568. San Rafael, Museo de Historia Natural de San Rafael.

Alves, E. Q., Macario, K., Ascough, P. y Bronk Ramsey, C.
2018. The worldwide marine radiocarbon reservoir effect: definitions, mechanisms, and prospects. *Reviews of Geophysics* 56(1): 278-305.

Alves, E. Q., Macario, K. D., Urrutia, F. P., Cardoso, R. P. y Ramsey, C. B.
2019. Accounting for the marine reservoir effect in radiocarbon calibration. *Quaternary Science Reviews* 209: 129-138.

Amarasekare, P.
2009. Competition and Coexistence in Animal Communities. En: S. A. Levin (ed.), *The Princeton guide to ecology*, pp. 196-201. Princeton, Princeton University Press.

Ambrose, S. H.
1990. Preparation and Characterization of Bone and Tooth Collagen for Isotopic Analysis. *Journal of Archaeological Science* 17: 431-451.
1991. Effects of diet, climate and physiology on nitrogen isotope abundances in terrestrial foodwebs. *Journal of Archaeological Science* 18(3): 293-317.
1993. Isotopic analysis of paleodiets: methodological and interpretative considerations. En: M. Sandford (ed.), *Investigations of ancient human tissue*, pp. 59-130. Pennsylvania, Gordon and Breach Science Publishers.
2000. Controlled diet and climate experiments on nitrogen isotope ratios of rats. En: S. H. Ambrose y M. A. Katzenberg (eds.), *Biogeochemical approaches to paleodietary analysis*, pp. 243-259. Nueva York, Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Ambrose, S. H., Butler, B. M., Hanson, D. B., Hunter-Anderson, R. L. y Krueger, H. W.
1997. Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipelago, Western Pacific. *American Journal of Physical Anthropology* 104(3): 343-361.

Ambrose, S. H. y Norr, L.
1993. Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. En: J. B. Lambert y G. Grupe (eds.), *Prehistoric human bone*, pp. 1-37. Berlín, Springer-Verlag.

Ames, K. M.

2002. Going by boat: the forager-collector continuum at sea. En: B. Fitzhugh y J. Habu (eds.), *Beyond foraging and collecting: Evolutionary change in hunter-gatherer settlement systems*, pp. 19-52. Nueva York, Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Amundson, R., Austin, A. T., Schuur, E. A., Yoo, K., Matzek, V., Kendall, C., Uebersax, A., Brenner, D. y Baisden, W. T.

2003. Global patterns of the isotopic composition of soil and plant nitrogen. *Global Biogeochemical Cycles* 17(1): 31.

Anderson, C. B., Pastur, G. M., Lencinas, M. V., Wallem, P. K., Moorman, M. C. y Rosemond, A. D.

2009. Do introduced North American beavers *Castor canadensis* engineer differently in southern South America? An overview with implications for restoration. *Mammal Review* 39(1): 33-52.

Arias, N., Feijóo, S., Quinteros, P. y Bava, J.

2015. Composición botánica de la dieta del guanaco (*Lama guanicoe*) en la Reserva Corazón de la Isla, Tierra del Fuego (Argentina): utilización estacional de *Nothofagus spp.* *BOSQUE* 36 (1): 69-77.

Arneborg, J., Heinemeier, J., Lynnerup, N., Nielsen, H. L., Rud, N. y Sveinbjörnsdóttir, Á. E. 1999. Change of diet of the Greenland Vikings determined from stable carbon isotope analysis and ^{14}C dating of their bones. *Radiocarbon* 41(2): 157-168.

Arnold, J. E.

1995. Transportation innovation and social complexity among maritime hunter-gatherer societies. *American Anthropologist* 97(4): 733-747.

Asadi, M.

2006. *Beet-sugar handbook*. Nueva Jersey, John Wiley & Sons.

Ascough, P., Cook, G. y Dugmore, A.

2005. Methodological approaches to determining the marine radiocarbon reservoir effect. *Progress in Physical Geography* 29(4): 532-547.

Ascough, P. L., Cook, G. T., Dugmore, A. J. y Scott, E. M.

2007. The North Atlantic marine reservoir effect in the Early Holocene: implications for defining and understanding MRE values. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 259(1): 438-447.

Aspillaga, E., Ocampo, C. y Rivas, P.

1999. Restos óseos humanos de contextos arqueológicos del área de isla Navarino: indicadores de estilos de vida en indígenas canoeros. *Anales del Instituto de la Patagonia* 27: 123-135.

Assadourian, C. S.

2006. La economía del Río de la Plata durante el siglo XIX. *Illes i imperis* 9, 149-164.

Atalah, A., Sieldfeld, W. y Venegas Canelo, C.

1980. Antecedentes sobre el nicho trófico de *Canis g. griseus* Gray 1836 en Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de la Patagonia* 11: 259-271.

Austin, A. T. y Vitousek, P. M.

1998. Nutrient dynamics on a precipitation gradient in Hawai'i. *Oecologia* 113(4): 519-529.

Austin, H. A.

1928. *History and development of the beet sugar industry*. The U.S. Beet Sugar Association.

Babot, M. del P.

2009. Tradiciones, preguntas y estrategias en el abordaje arqueológico de la molienda. En: R. Barberena, K. Borrazzo y L. Borrero (eds.), *Perspectivas Actuales en Arqueología Argentina*, pp. 147-188. Buenos Aires, Dunken.

Bailey, G. y J. Parkington

1988. The archaeology of prehistoric coastlines: an introduction. En: The archaeology of prehistoric coastlines, Geoff Bailey y John Parkington (eds.) Pp. 1-10. Cambridge University Press, Cambridge.

Bailey, G. y Milner, N.

2002. Coastal hunter-gatherers and social evolution. *Before farming* 2002(3-4): 1-23.

Bandieri, S. O.

2018. Los estudios sobre la frontera argentino-chilena como espacio social en la Patagonia. Primeros aportes para una historiografía renovada. *Coordenadas: Revista de Historia Local y Regional* 5(2): 1-21.

Banks, W. E., d'Errico, F., Dibble, H. L., Krishtalka, L., West, D., Olszewski, D. I., ... y Vanhaeran, M.

2006. Eco-cultural niche modeling: new tools for reconstructing the geography and ecology of past human populations. *PaleoAnthropology* 4(6): 68-83.

Barberena, R.

2002. *Los límites del mar*. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

2004. Arqueología e isótopos estables en Tierra del Fuego. En: L. A. Borrero y R. Barberena (eds.), *Temas de Arqueología. Arqueología del norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego*, pp. 132-169. Buenos Aires, Editorial Dunken.

Barberena, R., Berón, M. A. y Luna, L. H.

2018. Isótopos estables en el sitio Chenque I: paleodieta y procedencia geográfica. En: M. Berón (comp.), *El sitio Chenque I. Un cementerio prehispánico en la Pampa Occidental. Estilo de vida e interacciones culturales de cazadores-recolectores del Cono Sur Americano*, pp. 367-395. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Barberena, R., Durán, V. A., Novellino, P., Winocur, D., Benítez, A., Tessone, A., Quiroga, M. N., Marsh, E. J., Gasco, A., Cortegoso, V., Lucero, G., Llano, C. y Knudson, K. J.

2017. Scale of human mobility in the southern Andes (Argentina and Chile): A new framework based on strontium isotopes. *American Journal of Physical Anthropology* 164(2): 305-320.

Barberena, R., Romero Villanueva, G., Lucero, G., Fernández, M. V., Rughini, A. A. y Sosa, P. 2017. Espacios internodales en Patagonia septentrional: biogeografía, información y mecanismos sociales de interacción. *Estudios atacameños* 56: 57-75.

Barberena, R., L'Heureux, G. L. y Borrero, L. A.

2004. Expandiendo el alcance de las reconstrucciones de subsistencia. Isótopos estables y conjuntos arqueofaunísticos. En: M.T. Civalero, P. M. Fernández y A. G. Guráieb (eds.), *Contra viento y marea. Arqueología de Patagonia*, pp. 417-433. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Barberena, R., Méndez, C., Mena, F. y Reyes, O.

2011. Endangered species, archaeology, and stable isotopes: huemul (*Hippocamelus bisulcus*) isotopic ecology in central-western Patagonia (South America). *Journal of Archaeological Science* 38(9): 2313-2323.

Barberena R. y Tessone, A.

2018. Isotopic Studies of Foragers' Diet: Environmental Archaeological Approaches. En: C. Smith (ed.), *Encyclopedia of Global Archaeology*. Cham, Springer.

Barberena, R., Tessone, A., Novellino, P., Marsh, E. J., Cortegoso, V., Gasco, A., Guevara, D. y Durán, V. A.

2022. Esferas de movilidad, sistemas de parentesco e isótopos: una exploración comparativa para el norte de Mendoza (Argentina). *Chungará Revista de Antropología Chilena* 54(3): 419-438.

Barrientos, G.

2002. The archaeological analysis of death-related behaviors from an evolutionary perspective: exploring the bioarchaeological record of early american hunter-gatherers. En: J. L. Lanata y G. Martínez (eds.), *Tendencias en Arqueología Evolutiva*. Olavarría, INCUAPA.

Barth, F.

1956. Ecologic relationships of ethnic groups in Swat, North Pakistan. *American Anthropologist* 58(6): 1079-1089.

1976. Introducción. En: F. Barth (comp.) *Los grupos étnicos y sus fronteras*, pp. 9-49. México D.F., Fondo de cultura económica.

Bas, M., Briz i Godino, I., Alvarez, M., Vales, D. G., Crespo, E. A. y Cardona, L.

2019. Back to the future? Late Holocene marine food web structure in a warm climatic phase as a predictor of trophodynamics in a warmer South-Western Atlantic Ocean. *Global change biology* 25(2): 404-419.

Bascopé, J.

2009. De la exploración a la explotación. Tres notas sobre la colonización de la Patagonia austral. *Nuevo Mundo Mundos Nuevos* [citado el 26 de marzo del 2020] Disponible en internet en <https://doi.org/10.4000/nuevomundo.56645>

2013. Emergencia de una sociedad original en *El último confín de la Tierra*. Sentidos coloniales IV [en línea]. *Nuevo Mundo Mundos Nuevos* [citado el 26 de marzo del 2020] Disponible en internet en <http://journals.openedition.org/nuevomundo/64974>

2016. El encantador de yaganes: Entrenamiento de nativos fueguinos en la isla Keppel, 1854-1869 [en línea]. CLACSO, Buenos Aires [citado el 26 de marzo del 2020] Disponible en internet en <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/becas/20160218030932/EncantadorUpload.pdf>

Bauska, T. K., Joos, F., Mix, A. C., Roth, R., Ahn, J. y Brook, E. J.

2015. Links between atmospheric carbon dioxide, the land carbon reservoir and climate over the past millennium. *Nature Geoscience* 8(5): 383-387.

Bearhop, S., Adams, C. E., Waldron, S., Fuller, R. A. y MacLeod, H.

2004. Determining trophic niche width: a novel approach using stable isotope analysis. *Journal of Animal Ecology* 73(5): 1007-1012.

Begon, M., Townsend, C. R. y Harper, J. L.

2006. *Ecology: From individuals to ecosystems*. Malden, Blackwell Publishing.

Belza, J. E.

1974. *En la isla del fuego. 1° Encuentros*. Buenos Aires, Instituto de Investigaciones Históricas Tierra del Fuego.

1975. *En la isla del fuego. 2° Colonización*. Buenos Aires, Instituto de Investigaciones Históricas Tierra del Fuego.

Berbesque, J. C. y Marlowe, F. W.

2009. Sex differences in food preferences of Hadza hunter-gatherers. *Evolutionary Psychology* 7(4): 147470490900700409.

Berbesque, J. C., Wood, B. M., Crittenden, A. N., Mabulla, A. y Marlowe, F. W.

2016. Eat first, share later: Hadza hunter-gatherer men consume more while foraging than in central places. *Evolution and Human Behavior* 37(4): 281-286.

Berihuete Azorín, M.

2014. Las plantas en las economías fueguinas: una perspectiva etnoarqueológica. En: A. M. Tívoli y J. Oría (eds.), *Cazadores de mar y tierra. Estudios recientes en arqueología fueguina*, pp. 389-408. Ushuaia, Editora Cultural Tierra del Fuego.

Bettinger, R. L.

1981. Settlement data and subsistence systems. *American Antiquity* 46(3): 640-643.

Bettinger, R. L. y M. A. Baumhoff

1982. The Numic spread: Great Basin cultures in competition. *American Antiquity* 47(3): 485-503.

Binford, L. R.

1962. Archaeology as anthropology. *American antiquity* 28(2): 217-225.

1980. Willow smoke and dogs' tails: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American Antiquity* 45(1): 4-20.

1982. The archaeology of place. *Journal of Anthropological Archaeology* 1(1): 5-31.

1988. *En busca del pasado: descifrando el registro arqueológico*. Barcelona, Crítica.

2001. *Constructing frames of reference: an analytical method for archaeological theory building using hunter-gatherer and environmental data sets*. Berkeley, University of California Press.

2006. Bands as characteristic of "mobile hunter-gatherers" may exist only in the history of anthropology. En: F. Sellet, R. D. Greaves y P. L. Yu (eds.), *Archaeology and Ethnoarchaeology of Mobility*, pp. 3-22. Gainesville, University Press of Florida.

Bird, D. W. y Bliege Bird, R.

2000. The ethnoarchaeology of juvenile foragers: shellfishing strategies among Meriam children. *Journal of Anthropological Archaeology* 19(4): 461-476.

2017. Martu children's hunting strategies in the Western Desert, Australia. En: B. S. Hewlett y M. E. Lamb (eds.), *Hunter-gatherer childhoods*, pp. 129-146. Routledge.

Bird, R.

1999. Cooperation and conflict: The behavioral ecology of the sexual division of labor. *Evolutionary Anthropology* 8(2): 65-75.

Bird, D. W. y O'Connell, J. F.

2006. Behavioral ecology and archaeology. *Journal of Archaeological Research* 14(2): 143-188.

Bitlloch, R. E.

2005 *Antiguos pueblos del extremo sur del mundo*. Buenos Aires, Libros del Huerquén.

Bjerck, H. B.

2013. Looking with both eyes. *Norwegian Archaeological Review* 46(1): 83-87.

Bjerck, H. y Zangrando, A. F. J.

Introduction: Marine Ventures -- Archaeological Perspectives on Human-Sea Relations. En: H. B. Bjerck, H. M. Breivik, S. E. Fretheim, E. Piana, B. Skar, A. M. Tivoli y A. F. Zangrando (eds.). *Marine Ventures - Archaeological Perspectives on Human-Sea Relations*, pp. 5-14. Reino Unido, Equinox eBooks Publishing.

Bocherens, H., Hofman-Kamińska, E., Drucker, D. G., Schmölcke, U. y Kowalczyk, R.

2015. European bison as a refugee species? Evidence from isotopic data on Early Holocene bison and other large herbivores in northern Europe. *PloS one* 10(2): e0115090.

Bogin, B. y Varea, C.

2020. Evolution of human life history. En: J. H. Kaas (ed.), *Evolutionary Neuroscience*, pp. 753-767. Academic Press.

Bolnick, D. I., Svanbäck, R., Fordyce, J. A., Yang, L. H., Davis, J. M., Hulsey, C. D. y Forister, M. L.

2003. The ecology of individuals: incidence and implications of individual specialization. *The American Naturalist* 161(1): 1-28.

Bond, A. L. y Diamond, A. W.

2011. Recent Bayesian stable-isotope mixing models are highly sensitive to variation in discrimination factors. *Ecological Applications* 21 (4): 1017-1023

Bond, A. L. y Hobson, K. A.

2012. Reporting Stable-Isotope Ratios in Ecology: Recommended Terminology, Guidelines and Best Practices. *Waterbirds* 35(2): 324-331.

Bonhommeau, S., Dubroca, L., Le Pape, O., Barde, J., Kaplan, D. M., Chassot, E. y Nieblas, A. E.

2013. Eating up the world's food web and the human trophic level. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(51): 20617-20620.

Bonino, N. y Pelliza Sbriller, A.

1991. Composición botánica de la dieta del guanaco (*Lama guanicoe*) en dos ambientes contrastantes de Tierra del Fuego, Argentina. *Ecología Austral* 1: 97-102

Borella, F.

2014. *Tafonomía Regional y Estudios Arqueofaunísticos de Cetáceos en Tierra del Fuego y Patagonia Meridional*. Oxford, Archaeopress.

Borrazo, K. y Etchichury, M. C.

2013. Estudio de las materias primas líticas utilizadas para la manufactura de bolas en el norte de Tierra del Fuego (Argentina). *Arqueología* 19(2): 305-324.

Borrero, L. A.

1989-1990. Evolución cultural divergente en la Patagonia Austral. *Anales del Instituto de la Patagonia* 19: 133-140.

1994. The extermination of the Selk'nam. En: L. J. Ellanna y E. S. Burch (eds.), *Key issues in hunter-gatherer research*, pp. 247-261. Berg Publishers.

1997. The origins of ethnographic subsistence patterns in Fuego-Patagonia. En: C. McEwan, L. A. Borrero y A. Prieto (eds.) *Patagonia. Natural History, Prehistory and Ethnography at the uttermost end of the Earth*, pp. 60-81. New Jersey, Princeton University Press.

2011. Los cazadores orientales de Tierra del Fuego. En: A. F. Zangrando, M. Vázquez y A. Tessone (eds.), *Los Cazadores-Recolectores del Extremo Oriental Fueguino Arqueología de Península Mitre e Isla de los Estados*, pp. 287-298. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Borrero, L. A. y Barberena, R.

2006. Hunter-gatherer home ranges and marine resources: An archaeological case from southern Patagonia. *Current Anthropology* 47(5): 855-867.

Borrero, L. A., Guichón, R. A., Tykot, R., Kelly, J., Prieto, A. y Cárdenas, P.

2001. Dieta a partir de isótopos estables en restos óseos humanos de Patagonia Austral. Estado actual y perspectivas. *Anales del Instituto de la Patagonia Serie Cs. Humanas* 29: 119-127.

Borrero, L. A., Martin, F. y Barberena, R.

2011. Visits, "Fuegians", and information networks. En: R. K. Hitchcock, R. Whallon y W. A. Lovis (eds.), *Information and its role in hunter-gatherer bands*, pp. 249-265. Cotsen Institute of Archaeology Press.

Borrero, L. A., Morello, F. y San Román, M.

2020. Geografía cultural de los Archipiélagos de Fuego-Patagonia en tiempos recientes. Movilidad y planificación. *Magallania (Punta Arenas)* 48(2): 45-70.

Borromei, A. M., Musotto, L. L., Coronato, A. M. J., Ponce, J. F. y Pontevedra Pombal, X. 2016. Postglacial vegetation and climate changes inferred from a peat pollen record in the Río Pipo valley, southern Tierra del Fuego. *APA Publicación electrónica* 16(2): 168–183

Borromei, A. M., Ponce, J.F., Coronato, A., Candel, M. S., Olivera, D. y Okuda, M. 2014. Reconstrucción de la vegetación posglacial y su relación con el ascenso relativo del nivel del mar en el extremo este del canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. *Andean geology* 41(2): 362-379.

Bove, G.

[1883] 2005. *Expedición a la Patagonia: Un viaje a las tierras y mares australes (1881-1882)*. Buenos Aires, Ediciones Continente.

Bowen, G. J.

2010. Isoscapes: spatial pattern in isotopic biogeochemistry. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 38: 161-187.

2018. The Online Isotopes in Precipitation Calculator, versión 3.1. Disponible en Internet en: <http://www.waterisotopes.org>.

Bownes, J. M., Ascough, P. L., Cook, G. T., Murray, I. y Bonsall, C.

2017. Using stable isotopes and a bayesian mixing model (FRUITS) to investigate diet at the early Neolithic site of Carding Mill Bay, Scotland. *Radiocarbon* 59(5): 1275-1294.

Braje, T. J., Rick, T. C., Willis, L. M. y Erlandson, J. M.

2011. Shellfish and the Chumash: marine invertebrates and complex hunter-gatherers on late Holocene San Miguel Island, California. *North American Archaeologist* 32(3): 267-290.

Breivik, H., Bjerck, H., Zangrando, A. F. J. y Piana, E.

2016. On the Applicability of Environmental and Ethnographic Reference Frames: An Example from the High-latitude Seascapes of Norway and Tierra del Fuego. En: H. B. Bjerck, H. M. Breivik, S. E. Fretheim, E. Piana, B. Skar, A. M. Tivoli y A. F. Zangrando (eds.), *Marine Ventures - Archaeological Perspectives on Human-Sea Relations*, pp. 75-94. Reino Unido, Equinox eBooks Publishing.

Brettell, R., Montgomery, J. y Evans, J.

2012. Brewing and stewing: the effect of culturally mediated behaviour on the oxygen isotope composition of ingested fluids and the implications for human provenance studies. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 27(5): 778-785.

Bridges, E. L.

[1948] 1952. *El último confín de la tierra*. Buenos Aires, Editorial Sudamericana.

Bridges, T.

2001. *Los indios del último confín. Sus escritos para la South American Missionary Society 1869-1886*. Traducción, compilación y notas por Arnaldo Canclini. Buenos Aires, Zagier & Urruty publicaciones.

Briones, C.

1998. *La alteridad del "Cuarto Mundo": una deconstrucción antropológica de la diferencia*. Buenos Aires, Ediciones del Sol.

Bronk Ramsey, C.

2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51(1): 337-360.

Broussard, C. A. y Young, G. L.

1986. A Reorientation of Niche Theory in Human Ecology: Toward a Better Explanation of the Complex Linkages between Individual and Society. *Sociological Perspectives* 29(2): 259-283.

Brown, J. S.

2009. Foraging Behavior. En: S. A. Levin (ed.), *The Princeton guide to ecology*, pp. 51-58. Princeton, Princeton University Press.

Bryant, J. D., Koch, P. L., Froelich, P. N., Showers, W. J. y Genna, B. J.

1996. Oxygen isotope partitioning between phosphate and carbonate in mammalian apatite. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 60(24): 5145-5148.

Buikstra, J. E., & Ubelaker, D. H.

1994. *Standards for data collection from human skeletal remains*. Arkansas Archaeological Survey Research Series No. 44. Fayetteville, Arkansas Archaeological Survey.

Bujalesky, G. G.

2011. La inundación del Valle Beagle (11.000 AÑOS AP), Tierra del Fuego. The Flood of the Beagle Valley (11.000 YR BP), Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de la Patagonia* 39 (1): 5-21.

Bujalesky, G. G., Coronato, A. M., Rabassa, J. O. y Acevedo, R. D.

2008. El Canal Beagle. Un ambiente esculpido por el hielo. En: Comisión Sitios de Interés Geológico de la República Argentina (Ed.), *Sitios de Interés Geológico de la República Argentina*, Tomo II, pp. 849-864. Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires, Instituto de Geología y Recursos Minerales.

Burkhardt, S., Riebesell, U. y Zondervan, I.

1999. Effects of growth rate, CO₂ concentration, and cell size on the stable carbon isotope fractionation in marine phytoplankton. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 63(22): 3729-3741.

Burkholder P. R., Dodge, C. W. y Burkholder, L. M.

1965. Estudio de los Líquenes de Tierra del Fuego con especial consideración de su actividad antibiótica. *Contribución Científica* N° 21: 1-24.

Burton, R. K., Snodgrass, J. J., Gifford-Gonzalez, D., Guilderson, T., Brown, T. y Koch, P. L. 2001. Holocene changes in the ecology of northern fur seals : insights from stable isotopes and archaeofauna. *Oecologia* 128: 107-115.

Buscaglia, S.

2011. Fronteras permeables en Floridablanca: Agencia indígena y vida cotidiana (Patagonia, Siglo XVIII). En: M. Ramos, A. Tapia, F. Bognanni, M. Fernández, V. Helfer, C. Landa, M. Lanza, E. Montanari, E. Néspolo y V. Pineau (eds.), *Temas y problemas de la Arqueología Histórica*, Tomo I, pp. 179-196. Luján, Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján.

Butto, A. R.

2017. Relaciones entre los yámana/yagán y la sociedad occidental en espacios misionales y no-misionales. Registros fotográficos y arqueológicos de Tierra del Fuego. *Revista de Arqueología Histórica Argentina y Latinoamericana* 11(2): 33-65.

Campi, D. y Bravo, M. C.

1999. La agroindustria azucarera argentina. Resumen historiográfico y fuentes. *América Latina en la Historia Económica* 6 (11): 73-93.

Canclini, A.

1996. *La Armada Argentina en Tierra del Fuego: presencia y acción*. Buenos Aires, Instituto de Publicaciones Navales.

Carelli, M. L. C., Queiroz-Voltan, R. B., Fahl, J. I. y Trivelin, P. C. O.

2003. Leaf anatomy and carbon isotope composition in Coffea species related to photosynthetic pathway. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 15: 19-24.

Carr, C.

1995. Mortuary practices: Their social, philosophical-religious, circumstantial, and physical determinants. *Journal of Archaeological Method and Theory* 2: 105-200.

Casali, R.

2008. Contacto interétnico en el norte de Tierra de Fuego: primera aproximación a las estrategias de resistencia selk'nam. *Magallania* 36(2): 45-61.

2013. Movilidad y uso del espacio: análisis demográfico de la trayectoria selk'nam ante la colonización. Tierra del Fuego, Argentina, 1890-1930. *Anuario del Instituto de Historia Argentina* (13).

Casey, M. M. y Post, D. M.

2011. The problem of isotopic baseline : Reconstructing the diet and trophic position of fossil animals. *Earth Science Reviews* 106: 131–148.

Cashdan, E.

1989. Hunters and gatherers: Economic behavior in bands. En: S. Plattner (ed.), *Economic Anthropology*, pp. 21-48. Stanford, Stanford University Press.

Ceballos, S. G., Roesti, M., Matschiner, M., Fernández, D. A., Damerou, M., Hanel, R. y Salzburger, W.

2019. Phylogenomics of an extra-Antarctic notothenioid radiation reveals a previously unrecognized lineage and diffuse species boundaries. *BMC Evolutionary Biology* 19: 13.

Chaile, C., Kochi, S., Pérez, S. A. y Ceballos, L.

2018. Cazar y recolectar: Aportes interdisciplinarios para pensar la nutrición en estudios arqueológicos. *La Zaranda de Ideas* 16(2): 44-60.

Chaile, C. y Tessone, A.

Cambios en el nicho isotópico de cazadores recolectores del centro-oeste de Santa Cruz, Argentina, durante el Holoceno tardío. *Latin American Antiquity*, En preparación.

Chapman, A.

1987. *Isla de los Estados en la Prehistoria: Primeros Datos Arqueológicos*. Buenos Aires, Eudeba.

2012. *Yaganes del Cabo de Hornos: Encuentros con los Europeos Antes y Después de Darwin*. Santiago de Chile, Pehuén.

Chapman, A. y Hester, T. R.

1973. New data on the archaeology of the Haush: Tierra del Fuego. *Journal de la Société des Américanistes* LXII: 185-208.

Chase, J. M. y Leibold, M. A.

2009. *Ecological niches: linking classical and contemporary approaches*. Chicago, University of Chicago Press.

Chatters, J. C.

1987. Hunter-gatherer adaptations and assemblage structure. *Journal of Anthropological Archaeology* 6(4): 336-375.

Chebez, J. C.

2005. Estudio preliminar. En: *Expedición a la Patagonia: Un viaje a las tierras y mares australes (1881-1882)*, pp.7-13. Buenos Aires, Ediciones Continente.

Chenery, C. A., Pashley, V., Lamb, A. L., Sloane, H. J. y Evans, J. A.

2012. The oxygen isotope relationship between the phosphate and structural carbonate fractions of human bioapatite. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 26(3): 309-319.

Chesson, L. A., Valenzuela, L. O., Bowen, G. J., Cerling, T. E. y Ehleringer, J. R.

2011. Consistent predictable patterns in the hydrogen and oxygen stable isotope ratios of animal proteins consumed by modern humans in the USA. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 25(24): 3713-3722.

Chikaraishi, Y., Steffan, S. A., Ogawa, N. O., Ishikawa, N. F., Sasaki, Y., Tsuchiya, M. y Ohkouchi, N.

2014. High-resolution food webs based on nitrogen isotopic composition of amino acids. *Ecology and evolution* 4(12): 2423-2449.

Chinique de Armas, Y., Mavridou, A. M., Garcell Domínguez, J., Hanson, K. y Laffoon, J. 2022. Tracking breastfeeding and weaning practices in ancient populations by combining carbon, nitrogen and oxygen stable isotopes from multiple non-adult tissues. *Plos one* 17(2): e0262435.

Chisholm, B. S., Nelson, D. E. y Schwarcz, H. P.

1982. Stable-carbon isotope ratios as a measure of marine versus terrestrial protein in ancient diets. *Science* 216(4550): 1131-1132.

Chrzan, J.

2013. Nutritional anthropology. En: K. Albala (ed.), *Routledge International Handbook of Food Studies*, pp. 48-64. Routledge.

Claassen, C.

1994. Washboards, pigtoes, and muckets: Historic musseling in the Mississippi watershed—Introduction. *Historical Archaeology* 28(2): 1.

Clark, I. D. y Fritz, P.

1997. *Environmental Isotopes in Hydrogeology*. Estados Unidos de América, CRC Press.

Clark, R. R.

1984. Notas sobre aves de Península Mitre, Isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina. *El Hornero* 12(3): 212-218.

Clarke, D. L.

2014 [1968]. *Analytical archaeology*. Routledge, Oxon.

Clarke, M. y Goodall, N.

1994. Cephalopods in the diets of three odontocete cetacean species stranded at Tierra del Fuego, *Globicephala melaena* (Traill, 1809), *Hyperoodon planifrons* Flower, 1882 and *Cephalorhynchus commersonii* (Lacepede, 1804). *Antarctic Science* 6(2): 149-154.

Collado, L.

2007. La vegetación de Tierra del Fuego: de la estepa a la selva. En: C. Godoy Martínez (ed.), *Patagonia Total, Antártida e Islas Malvinas*, pp. 755-772. Buenos Aires, Barcel Baires Ediciones.

Colonese, A. C., Verdún-Castelló, E., Álvarez, M., i Godino, I. B., Zurro, D. y Salvatelli, L. 2012. Oxygen isotopic composition of limpet shells from the Beagle Channel: implications for seasonal studies in shell middens of Tierra del Fuego. *Journal of Archaeological Science* 39(6): 1738-1748.

Colwell, R. K.

1992. Niche: a bifurcation in the conceptual lineage of the term. En: E. F. Keller y E. A. Lloyd (eds.), *Keywords in Evolutionary Biology*, pp. 241-248. Massachusetts, Harvard University Press.

Colwell, R. K. y Rangel, T. F.

2009. Hutchinson's duality: the once and future niche. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(2): 19651-19658.

Cook, J.

1777. *A Voyage Towards the South Pole, and Round the World: Performed in His Majesty's Ships the Resolution and Adventure, in the Years 1772-1775*, Vol. I y II. Londres, W. Strahan; and T. Cadell.

Cook, G. T., Ascough, P. L., Bonsall, C., Hamilton, W. D., Russell, N., Sayle, K. L., Scott, E. M. y Bownes, J. M.

2015. Best practice methodology for ^{14}C calibration of marine and mixed terrestrial/marine samples. *Quaternary Geochronology* 27: 164-171.

Cooper, L. W.

1998. Isotopic fractionation in snow cover. En: C. Kendall y J. J. McDonnell (eds.), *Isotope tracers in catchment hydrology*, pp. 119-136. Amsterdam, Elsevier.

Coplen, T. B., Kendall, C. y Hopple, J.

1983. Comparison of stable isotope reference samples. *Nature* 302(5905): 236-238.

Coplen, T. B.

2011. Guidelines and recommended terms for expression of stable-isotope-ratio and gas-ratio measurement results. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 25(17): 2538-2560.

Corbat, M., Tivoli, A. M. y Zangrando, A. F.

2020. Aprovechamiento de peces en el extremo oriental del canal Beagle (Tierra del Fuego, Argentina): una evaluación a partir del registro zooarqueológico de Bahía Moat. *Archaeofauna* 29: 41-57.

Cordero, R. R., Panarello, H. O., Lanzelotti, S. y Favier Dubois, C. M.

2003. Radiocarbon Age Offsets Between Living Organisms from the Marine and Continental Reservoir in Coastal Localities of Patagonia (Argentina). *Radiocarbon* 45 (1): 9-15.

Coronato, A.

2014. Territorios fueguinos: fisonomía, origen, evolución. En: A. M. Tivoli y J. Oría (eds.), *Cazadores de mar y tierra. Estudios recientes en arqueología fueguina*, pp. 43-63. Ushuaia, Editora Cultural Tierra del Fuego.

Coronato, A., Borronei, A. M., Ponce, J. F., Candel, S., Musotto, L., Fernández, M., ... y Quiroga, D.

2022. Holocene environmental changes in the fuegian forest and steppe, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 119: 103952.

Coronato, A. M., Coronato, F., Mazzoni, E. y Vázquez, M.

2008. The physical geography of Patagonia and Tierra del Fuego. *Developments in Quaternary Sciences* 11: 13-55.

Coronato, A., Escobar, J., Mallea, C., Roig, C. y Lizarralde, M.

2003. Características geomorfológicas de ríos de montaña colonizados por *Castor canadensis* en Tierra del Fuego, Argentina. *Ecología austral* 13(1): 15-26.

Coronato, A., Mazzoni, E., Vázquez, M. y Coronato, F. R.

2017. *Patagonia: una síntesis de su geografía física*. Río Gallegos, Ediciones Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

Crespo, C. M., Cardozo, D. G., Tessone, A., Vázquez, M., Kisielinski, C., Arencibia, V., Justin Tackney, Zangrando, A. F. y Dejean, C. B.

2020. Distribution of maternal lineages in hunter-gatherer societies of the southern coast of Tierra del Fuego, Argentina. *American Journal of Physical Anthropology* 173(4): 709-720.

Crespo, E. A., Schiavini, A. C., García, N. A., Franco-Trecu, V., Goodall, R. N. P., Rodríguez, D., Stenghel Morgante, J. y de Oliveira, L. R.

2015. Status, population trend and genetic structure of South American fur seals, *Arctocephalus australis*, in southwestern Atlantic waters. *Marine Mammal Science* 31(3): 866-890.

Curtis, H. y Barnes, S.

1997. *Invitación a la Biología*. Madrid, Editorial Médica Panamericana.

Cury, P., Bakun, A., Crawford, R. J., Jarre, A., Quinones, R. A., Shannon, L. J. y Verheye, H. M. 2000. Small pelagics in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in “wasp-waist” ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* 57(3): 603-618.

Dabbene, R.

2009 [1911]. *Un Viaje a la Tierra Del Fuego*. Buenos Aires, Editorial Albatros, Fundación de Historia Natural Félix de Azara .

Dansgaard, W.

1964. Stable isotopes in precipitation. *Tellus* 16(4): 436-468.

Dalerum, F. y Angerbjörn, A.

2005. Resolving temporal variation in vertebrate diets using naturally occurring stable isotopes. *Oecologia* 144: 647-658.

Daley, T. J., Mauquoy, D., Chambers, F. M., Street-Perrott, F. A., Hughes, P. D. M., Loader, N. J., Roland, T. P., van Bellen, S., Garcia-Meneses, P. y Lewin, S.

2012. Investigating late Holocene variations in hydroclimate and the stable isotope composition of precipitation using southern South American peatlands: an hypothesis. *Climate of the Past* 8(5): 1457-1471.

Dapeña, C. y Panarello, H. O.

1999. Development of the national network for isotopes in precipitation of Argentina. En: II South American Symposium on Isotope Geology, pp. 503-508.

Dapeña, C. y Panarello, H. O.

2008. Isótopos en precipitación en Argentina. Aplicaciones en estudios Hidrológicos e Hidrogeológicos. En: IX Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea. ALHSUD, Quito.

Dargent Chamot, E. C.

2017. Historia del azúcar y sus derivados en el Perú. Investigación inédita para el Instituto de Investigación del Patrimonio Cultural, Universidad Ricardo Palma.

Daux, V., Lécuyer, C., Héran, M. A., Amiot, R., Simon, L., Fourel, F., Martineau, F., Lynnerup, N., Reychler, H. y Escarguel, G.

2008. Oxygen isotope fractionation between human phosphate and water revisited. *Journal of Human Evolution* 55(6): 1138-1147.

David, N. y Kramer, C.

2001. Settlement: systems and patterns. En: N. David y C. Kramer (eds.), *Ethnoarchaeology in action*, pp. 225-254. Cambridge, Cambridge University Press.

de Angelis, H. H.

2015. *Arqueología de los cazadores-recolectores de la faja central de la Isla Grande de Tierra del Fuego*. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Dearing, J. A.

2006 Climate-human-environment interactions: resolving our past. *Climate of the Past Discussions* 2(4): 563-604.

DeCarlo, L. T.

1997. On the meaning and use of kurtosis. *Psychological methods* 2(3): 292-307.

DeNiro, M. J.

1985. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature* 317: 806-809.

De Niro, M. J. y S. Epstein

1978. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 42: 495-506.

1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45: 341-351.

d'Errico, F., Banks, W. E., Warren, D. L., Sgubin, G., van Niekerk, K., Henshilwood, C., Daniau, A. L. y Sánchez Goñi, M. F.

2017. Identifying early modern human ecological niche expansions and associated cultural dynamics in the South African Middle Stone Age. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(30): 7869-7876.

Diamond, J. M.

1978. Niche shifts and the rediscovery of interspecific competition: why did field biologists so long overlook the widespread evidence for interspecific competition that had already impressed Darwin? *American Scientist* 66(3): 322-331.

Diaz, H. F., Trigo, R., Hughes, M. K., Mann, M. E., Xoplaki, E. y Barriopedro, D.

2011. Spatial and temporal characteristics of climate in medieval times revisited. *Bulletin of the American Meteorological Society* 92(11): 1487-1500.

Dickinson, A. B.

1987. A History of Sealing in the Falkland Island and Dependencies, 1764-1972. Tesis doctoral, University of Cambridge.

Diez, M. J., Cabreira, A. G., Madirolas, A., De Nascimento, J. M., Scioscia, G., Schiavini, A. y Lovrich, G. A.

2018. Winter is cool: spatio-temporal patterns of the squat lobster *Munida gregaria* and the Fuegian sprat *Sprattus fuegensis* in a sub-Antarctic estuarine environment. *Polar Biology* 41(12): 2591-2605.

Dillehay, T. D.

1997. ¿ Dónde están los restos óseos humanos del período pleistoceno tardío? Problemas y perspectivas en la búsqueda de los primeros americanos. *Boletín de Arqueología PUCP* 1: 55-63.

Dincauze, D. F.

2000. *Environmental Archaeology: principles and practice*. Nueva York, Cambridge University Press.

Douglas, M. y Gross, J.

1981. Food and culture: Measuring the intricacy of rule systems. *Social Science Information* 20(1): 1-35.

Drucker, D., Bocherens, H., Bridault, A. y Billiou, D.
2003. Carbon and nitrogen isotopic composition of red deer (*Cervus elaphus*) collagen as a tool for tracking palaeoenvironmental change during the Late-Glacial and Early Holocene in the northern Jura (France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 195(3-4): 375-388.

Drucker, D. G., Bridault, A., Hobson, K. A., Szuma, E. y Bocherens, H.
2008. Can carbon-13 in large herbivores reflect the canopy effect in temperate and boreal ecosystems? Evidence from modern and ancient ungulates. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 266(1): 69-82.

Dumond, D. E. y Griffin, D. G.
2002. Measurements of the marine reservoir effect on radiocarbon ages in the eastern Bering Sea. *Arctic*: 77-86.

Dupras, T. L., Schwarcz, H. P. y Fairgrieve, S. I.
2001. Infant feeding and weaning practices in Roman Egypt. *American Journal of Physical Anthropology* 115(3): 204-212.

Ehleringer, J. R., Chesson, L. A., Valenzuela, L. O., Tipple, B. J. y Martinelli, L. A.
2015. Stable isotopes trace the truth: from adulterated foods to crime scenes. *Elements* 11(4): 259-264.

Elston, R. G., Zeanah, D. W. y Coddling, B. F.
2014. Living outside the box: an updated perspective on diet breadth and sexual division of labor in the Prearchaic Great Basin. *Quaternary International* 352: 200-211.

Elton, C. S.
2001. *Animal ecology*. Nueva York, Macmillan Co.

Erlandson, J. M.
2001. The archaeology of aquatic adaptations: paradigms for a new millennium. *Journal of Archaeological Research* 9(4): 287-350.

Erlandson, J. M. y Fitzpatrick, S. M.
2006 Oceans, islands, and coasts: current perspectives on the role of the sea in human prehistory. *Journal of Island & Coastal Archaeology* 1(1): 5-32.

Erlandson, J. M., Rick, T. C. y Braje, T. J.

2009. Fishing up the food web?: 12,000 years of maritime subsistence and adaptive adjustments on California's channel islands. *Pacific Science* 63(4): 711-724.

Estrada Turra, B.

2006. La colectividad británica en Valparaíso durante la primera mitad del siglo XX. *Historia (Santiago)* 39(1): 65-91.

European Environmental Agency

2023. European sea surface temperature. Disponible en Internet en: <https://www.eea.europa.eu/ims/european-sea-surface-temperature> Consultado el 13 de enero del 2023.

Evans, R. D.

2001. Physiological mechanisms influencing plant nitrogen isotope composition. *Trends in Plant Science* 6(3): 121-126.

Falabella, V., Campagna, C. y Croxall, J.

2009. *Atlas del Mar Patagónico. Especies y Espacios*. Buenos Aires, Wildlife Conservation Society y Bird-Life International.

Fediuk, K., Hidioglou, N., Madère, R. y Kuhnlein, H. V.

2002. Vitamin C in Inuit traditional food and women's diets. *Journal of Food Composition and Analysis* 15(3): 221-235.

Fernandes, R.

2016. A simple (R) model to predict the source of dietary carbon in individual consumers. *Archaeometry* 58(3): 500-512.

Fernandes, R., Millard, A. R., Brabec, M., Nadeau, M. J. y Grootes, P.

2014. Food Reconstruction Using Isotopic Transferred Signals (FRUITS): A Bayesian Model for Diet Reconstruction. *PLoS ONE* 9(2): 1-9.

Fernandes, R., Nadeau, M. J. y Grootes, P. M.

2012. Macronutrient-based model for dietary carbon routing in bone collagen and bioapatite. *Archaeological and Anthropological Sciences* 4 (4): 291–301.

Fernández, J. y Panarello, H. O.

2001. Cazadores recolectores del Holoceno medio y superior de la cueva Haichol, región cordillerana central del Neuquén, República Argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXVI: 9-30.

Fernández, M., Ponce, J. F., Zangrando, F. J., Borromei, A. M., Musotto, L. L., Alunni, D. y Vázquez, M.

2020. Relationships between terrestrial animal exploitation, marine hunter-gatherers and palaeoenvironmental conditions during the Middle-Late Holocene in the Beagle Channel region (Tierra del Fuego). *Quaternary International* 549: 208-217

Fernández, P. M. y Tessone, A.

2014. Modos de ocupación del bosque patagónico de la vertiente oriental de los Andes: aportes desde la Ecología Isotópica. *Revista Chilena de Antropología* 30: 83-89.

Fiore, D.

2006. Puentes de agua para el arte mobiliario: la distribución espacio-temporal de artefactos óseos decorados en Patagonia meridional y Tierra del Fuego. *Cazadores-Recolectores del Cono Sur. Revista de arqueología* 1: 137-149.

Fiore, D., Tivoli, A. y Zangrando, A. F.

2013. Is the environment good to eat or good to paint? Faunal consumption and avoidance among hunter-gatherer-fishers in the Beagle Channel Region (Tierra del Fuego, South America). En: M. I. J. Davies y F. N. M'Mbogori (eds.), *Humans and the environment: new archaeological perspectives for the twenty-first century*, pp. 77-96. Oxford, Oxford University Press.

Fiore, D., y Varela, M. L.

2009. *Memorias de papel: Una arqueología visual de las fotografías de pueblos originarios fueguinos*. Buenos Aires, Editorial Dunken.

Fiore, D. y Zangrando, A. F. J.

2006. Painted fish, eaten fish: Artistic and archaeofaunal representations in Tierra del Fuego, Southern South America. *Journal of Anthropological Archaeology* 25(3): 371-389.

Fitzhugh, B.

2002. Residential and logistical strategies in the evolution of complex hunter-gatherers on the Kodiak Archipelago. En: B. Fitzhugh y J. Habu (eds.), *Beyond foraging and collecting:*

Evolutionary change in hunter-gatherer settlement systems, pp. 257-304. Nueva York, Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Fitzhugh, B., Phillips, S. C. y Gjesfjeld, E.

2011. Modeling hunter-gatherer information networks: an archaeological case study from the Kuril Islands. En: R. Whallon, W. A. Lovis y R. Hitchcock (eds.), *Information and its role in hunter-gatherer bands*, pp. 85-115. California, The Cotsen Institute of Archaeology Press.

Fitz Roy, R.

1839. Proceedings of the second expedition, 1826-1830, under the command of Captain P. Parker King, R. N., F. R. S. En: *Narrative of the Surveying Voyages of His Majesty's Ships Adventure and Beagle, Between the Years 1826-36, Describing Their Examination of the Southern Shores of South America, and the Beagle Circumnavigation of the Globe*, Volumen 1. Londres, Henry Colburn.

Flaherty, E. A. y Ben-David, M.

2010. Overlap and partitioning of the ecological and isotopic niches. *Oikos* 119(9): 1409-1416.

Flanagan, J. G.

1989. Hierarchy in simple "egalitarian" societies. *Annual Review of Anthropology* 18: 245-266.

Flannery, K. V.

1965. The Ecology of Early Food Production in Mesopotamia: Prehistoric farmers and herders exploited a series of adjacent but contrasting climatic zones. *Science* 147(3663): 1247-1256.

Flensburg, G. y Wagner, C.

2015. Cuentas vítreas asociadas a entierros humanos en el curso inferior del río Colorado (transición pampeano-patagónica oriental). *Intersecciones en antropología* 16(3): 481-489.

Flores, C. E., Deferrari, G., Collado, L., Escobar, J. y Schiavini, A.

2018. Spatial abundance models and seasonal distribution for guanaco (*Lama guanicoe*) in central Tierra del Fuego, Argentina. *PLoS One* 13(5): e0197814.

Fogel, M. L., Tuross, N. y Owsley, D. W.

1989. Nitrogen isotope tracers of human lactation in modern and archaeological populations. *Carnegie Institution of Washington Yearbook* 88: 111-117.

Fontaine, E. R.

1966. La Industria de la Azúcar de Remolacha en Chile: Un Análisis de Costos y Beneficios. *Cuadernos de Economía* 3(8): 5-81.

Ford, B.

2011. Coastal archaeology. En: A. Catsambis, B. Ford y D. L. Hamilton (eds.), *The Oxford handbook of maritime archaeology*, pp. 763-785. Nueva York, Oxford University Press.

Forster, G.

1777. *A Voyage Round the World in His Britannic Majesty's sloop Resolution commanded by capt. James Cook, during the years 1772, 3, 4 and 5*. Londres, Vol I y II.

France, C. A., Sugiyama, N. y Aguayo, E.

2020. Establishing a preservation index for bone, dentin, and enamel bioapatite mineral using ATR-FTIR. *Journal of Archaeological Science: Reports* 33: 102551.

France, R.

1995a. Carbon-13 enrichment in benthic compared to planktonic algae: foodweb implications. *Marine Ecology Progress Series* 124 (1-3): 307-312.

1995b. Differentiation between littoral and pelagic food webs in lakes using stable carbon isotopes. *Limnology and Oceanography* 40(7): 1310-1313.

1996. Carbon isotope ratios in logged and unlogged boreal forests: examination of the potential for determining wildlife habitat use. *Environmental Management* 20: 249-255.

Frangi, J. L., Barrera, M. D., Puigdefábregas, J., Yapura, P. F., Arambarri, A. M. y Richter, L.

2004. Ecología de los bosques de Tierra del Fuego. En: M. F. Arturi, J. L. Frangi y J. F. Goya (eds.), *Ecología y Manejo de los Bosques de Argentina*, pp. 1-88. La Plata, Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.

Frangi, J. L., Richter, L. L., Barrera, M. D. y Aloggia, M.

1997. Decomposition of Nothofagus fallen woody debris in forests of Tierra del Fuego, Argentina. *Canadian Journal of Forest Research* 27(7): 1095-1102.

Friedli, H., Löttscher, H., Oeschger, H., Siegenthaler, U. y Stauffer, B.

1986. Ice core record of the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratio of atmospheric CO_2 in the past two centuries. *Nature* 324 (6094): 237-238.

Froehle, A. W., Kellner, C. M. y Schoeninger, M. J.

2010. FOCUS: effect of diet and protein source on carbon stable isotope ratios in collagen: follow up to Warinner and Tuross (2009). *Journal of Archaeological Science* 37(10): 2662-2670.

2012. Multivariate carbon and nitrogen stable isotope model for the reconstruction of prehistoric human diet. *American Journal of Physical Anthropology* 147(3): 352-369.

Fry, B.

2007. *Stable isotope ecology*. Estados Unidos de América, Springer Science & Business Media.

Fryxell, J. M. y Sinclair, A. R. E.

1988. Causes and consequences of migration by large herbivores. *Trends in Ecology & Evolution* 3(9): 237-241.

Fuentes, A.

2016. The extended evolutionary synthesis, ethnography, and the human niche: Toward an integrated anthropology. *Current Anthropology* 57(13): 13-26.

Fuller, B. T., Fuller, J. L., Harris, D. A. y Hedges, R. E.

2006. Detection of breastfeeding and weaning in modern human infants with carbon and nitrogen stable isotope ratios. *American Journal of Physical Anthropology* 129(2): 279-293.

Furlong, C. W.

1917. Tribal distribution and settlements of the fuegians, comprising nomenclature, etymology, philology, and populations. *Geographical review* 3(3): 169-187.

Gallardo, C. R.

1910. *Los Onas*. Buenos Aires, Cabaut y Cía.

Garreaud, R. D., Vuille, M., Compagnucci, R. y Marengo, J.

2009. Present-day south american climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 281(3-4): 180-195.

Garvie-Lok, S. J., Varney, T. L. y Katzenberg, M. A.

2004. Preparation of bone carbonate for stable isotope analysis: the effects of treatment time and acid concentration. *Journal of Archaeological Science* 31(6): 763-776.

Gat, J. R.

1996. Oxygen and hydrogen isotopes in the hydrologic cycle. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 24(1): 225-262.

1995. Stable isotopes of fresh and saline lakes. En: A. Lerman, D. M. Imboden y J. R. Gat (eds.), *Physics and chemistry of lakes*, pp. 139-165. Berlín, Springer-Verlag.

Geertz, C.

1963. The Ecological Approach in Anthropology. En: C. Geertz, *Agricultural involution: The processes of ecological change in Indonesia*. Berkeley, University of California Press.

Gibney, M. J., Lanham-New, S. A., Cassidy, A. y Vorster, H. H.

2009. *Introduction to Human Nutrition*. Singapur, Wiley-Blackwell.

Giesecke, R., Martín, J., Piñones, A., Höfer, J., Garcés-Vargas, J., Flores-Melo, X., Alarcón, E., Durrieu de Madron, X., Bourrin, F. y González, H. E.

2021. General hydrography of the beagle channel, a subantarctic interoceanic passage at the southern tip of South America. *Frontiers in Marine Science* 8: 621822.

Gifford-Gonzalez, D.

2018. *An introduction to zooarchaeology*. Cham, Springer.

Gillikin, D. P., Lorrain, A., Jolivet, A., Kelemen, Z., Chauvaud, L. y Bouillon, S.

2017. High-resolution nitrogen stable isotope sclerochronology of bivalve shell carbonate-bound organics. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 200: 55-66.

Giraldeau, L. A. y Caraco, T.

2000. Social Foraging Theory: Definitions, Concepts and Theory. En: L. A. Giraldeau y T. Caraco (eds.), *Social Foraging Theory*, pp. 3-19. Princeton, Princeton University Press.

Gómez Otero, J., Schuster, V. y Svoboda, A.

2015. Fish and plants: The “hidden” resources in the archaeological record of the North-central Patagonian coast (Argentina). *Quaternary International* 373: 72-81.

Goñi, R.

1999. Arqueología de momentos históricos fuera de los centros de conquista y colonización: un análisis de caso en el sur de Patagonia. En: L. A. Borrero, N. V. Franco, J. B. Belardi, F. C. Marina y S. Espinosa (eds.), *Desde el País de los Gigantes*, Tomo I, pp. 283-296. Río Gallegos, Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

Goody, J.

2000. *Cocina, cuisine y clase: estudio de sociología comparada*. Barcelona, Gedisa.

Gordillo, S., Brey, T., Beyer, K. y Lomovasky, B. J.

2015. Climatic and environmental changes during the middle to late Holocene in southern South America: A sclerochronological approach using the bivalve *Retrotapes exalbidus* (Dillwyn) from the Beagle Channel. *Quaternary International* 377: 83-90.

Gordillo, S., Bujalesky, G. G., Pirazzoli, P. A., Rabassa, J. O. y Saliège, J. F.

1992. Holocene raised beaches along the northern coast of the Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 99 (1-2): 41-54.

Graham, B. S., Koch, P. L., Newsome, S. D., McMahon, K. W. y Auriolos, D.

2010. Using isoscapes to trace the movements and foraging behavior of top predators in oceanic ecosystems. En: J. B. West, G. J. Bowen, T. E. Dawson y K. P. Tu (eds.), *Isoscapes: understanding movement, pattern, and process on earth through isotope mapping*, pp. 299-318. Dordrech, Springer Science & Business Media.

Gretebeck, R. J., Schoeller, D. A., Socki, R. A., Davis-Street, J., Gibson, E. K., Schulz, L. O. y Lane, H. W.

1997. Adaptation of the doubly labeled water method for subjects consuming isotopically enriched water. *Journal of Applied Physiology* 82(2): 563-570.

Griesemer, J. R.

1992. Niche: historical perspectives. En: E. F. Keller y E. A. Lloyd (eds.), *Keywords in evolutionary biology*, pp. 231-240. Massachusetts, Harvard University Press.

Grinnell, J.

1917. The niche-relationships of the California Thrasher. *The Auk* 34: 427-433.

Grootjans, A., Iturraspe, R., Fritz, C., Moen, A. y Joosten, H.

2014. Mires and mire types of Peninsula Mitre, Tierra del Fuego, Argentina. *Mires and Peat* 14: 1-20

Grove, M.

2009. Hunter-gatherer movement patterns: causes and constraints. *Journal of Anthropological Archaeology* 28(2): 222-233.

Guichón, R. A., Barbarena, R. y Borrero, L. A.

2001. ¿Dónde y cómo aparecen los restos óseos humanos en Patagonia Austral? *Anales del Instituto de la Patagonia Serie Cs. Humanas* 29: 119-127.

Guichón, R. A., Borrero, L. A., Prieto, A. I., Cárdenas, P. y Tykot, R.

2001. Nuevas determinaciones de isótopos estables para Tierra del Fuego. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 3(1): 113-126.

Guichón, R. A. y Suby, J. A.

2011. Estudio bioarqueológico de los restos óseos humanos recuperados por Anne Chapman en Caleta Falsa, Tierra del Fuego. *Magallania* 39(1): 163-177.

Gusinde, M.

1951. *Hombres primitivos en la Tierra del Fuego: de investigador a compañero de tribu*. Sevilla, Escuela de Estudios Hispano-Americanos.

[1931] 1982. *Los Indios de Tierra del Fuego*. Tomo primero, Volumen II: Los Selknam. Buenos Aires, Centro Argentino de Etnología Americana.

[1937] 1986. *Los indios de Tierra del Fuego*. Tomo segundo, Volumen I: Los Yámana. Buenos Aires, Centro Argentino de Etnología Americana.

Haas, J. D. y Harrison, G. G.

1977. Nutritional Anthropology and Biological Adaptation. *Annual Review of Anthropology* 6 (1): 69-101.

Haas, R. y Kuhn, S. L.

2019. Forager Mobility in Constructed Environments. *Current Anthropology* 60: 499-535.

Hadjuk, A. y Lezcano, M. J.

2005. Un "nuevo-viejo" integrante del elenco de instrumentos óseos de Patagonia: los machacadores óseos. *Magallania* 33(1): 63-80.

Halperin, R. H.

1980. Ecology and mode of production: Seasonal variation and the division of labor by sex among hunter-gatherers. *Journal of Anthropological Research* 36(3): 379-399.

Hammer, Ø

2015. PAST Paleontological statistics version 3.11 Reference manual. University of Oslo, Natural History Museum.

- Hammer, Ø., Harper, D. A y Ryan, P. D.
2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica* 4(1): 9.
- Hammerschlag-Peyer, C. M., Yeager, L. A., Araujo, M. S. y Layman, C. A.
2011. A hypothesis-testing framework for studies investigating ontogenetic niche shifts using stable isotope ratios. *PloS one* 6(11): e27104.
- Hardesty, D. L.
1972. The Human Ecological Niche. *American Anthropologist* 74(3): 458-466.
1975. The niche concept: suggestions for its use in human ecology. *Human ecology* 3(2): 71-85.
- Hardin, G.
1960. The Competitive Exclusion Principle: An idea that took a century to be born has implications in ecology, economics, and genetics. *Science* 131(3409): 1292-1297.
- Harris, S., Samaniego, R. A. S. y Rey, A. R.
2016. Insights into diet and foraging behavior of imperial shags (*Phalacrocorax atriceps*) breeding at Staten and Becasses Islands, Tierra del Fuego, Argentina. *The Wilson Journal of Ornithology* 128(4): 811-820.
- Harrison, R. G. y Katzenberg, M. A.
2003. Paleodiet studies using stable carbon isotopes from bone apatite and collagen: examples from Southern Ontario and San Nicolas Island, California. *Journal of Anthropological Archaeology* 22: 227-244.
- Hastorf, C. A.
2017. *The social archaeology of food: Thinking about eating from prehistory to the present*. Nueva York, Cambridge University Press.
- Heaton, T. H. E.
1999. Spatial, species, and temporal variations in the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios of C_3 plants: implications for palaeodiet studies. *Journal of Archaeological Science* 26: 637-649.

Heaton, T. J., Köhler, P., Butzin, M., Bard, E., Reimer, R. W., Austin, W. E., ... y Skinner, L. C. 2020. Marine20—the marine radiocarbon age calibration curve (0–55,000 cal BP). *Radiocarbon* 62(4): 779-820.

Hedges, R. E.

2002. Bone diagenesis: an overview of processes. *Archaeometry* 44(3): 319-328.

2003. On bone collagen—apatite-carbonate isotopic relationships. *International Journal of Osteoarchaeology* 13(1-2): 66-79.

Hedges, R. E., Clement, J. G, Thomas, C. D. L. y O'Connell, T. C.

2007. Collagen turnover in the adult femoral mid-shaft: modeled from anthropogenic radiocarbon tracer measurements. *American Journal of Physical Anthropology* 133 (2): 808-816.

Hedges, R. E. y Reynard, L. M

2007. Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 34(8): 1240-1251.

Hedges, R., Rush, E. y Aalbersberg, W.

2009. Correspondence between human diet, body composition and stable isotopic composition of hair and breath in Fijian villagers. *Isotopes in Environmental and Health Studies* 45(1): 1-17.

Hemminga, M. A. y Mateo, M. A.

1996. Stable carbon isotopes in seagrasses: Variability in ratios and use in ecological studies. *Marine Ecology Progress Series* 140 (1-3): 285-298.

Hermes, T. R., Frachetti, M. D., Bullion, E. A., Maksudov F., Mustafokulov S. y Makarewicz C. A.

2018. Urban and nomadic isotopic niches reveal dietary connectivities along Central Asia's Silk Roads. *Scientific Reports* 8 (1).

Heron, C., Andersen, S., Fischer, A., Glykou, A., Hartz, S., Saul, H., ... y Craig, O.

2013. Illuminating the Late Mesolithic: residue analysis of 'blubber' lamps from Northern Europe. *Antiquity* 87(335): 178-188.

Heusser, C. J.

1993. Late Quaternary forest-steppe contact zone, Isla Grande de Tierra del Fuego, subantarctic South America. *Quaternary Science Reviews* 12(3): 169-177.

1995. Palaeoecology of a *Donatia-Astelia* cushion bog, Magellanic Moorland-Subantarctic evergreen forest transition, southern Tierra del Fuego, Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology* 89(3-4): 429-440.

Hill, K.

1988. Macronutrient modifications of optimal foraging theory: an approach using indifference curves applied to some modern foragers. *Human Ecology* 16: 157-197.

Hilton, G. M., Thompson, D. R., Sagar, P. M., Cuthbert, R. J., Cherel, Y. y Bury, S. J.

2006. A stable isotopic investigation into the causes of decline in a sub-Antarctic predator, the rockhopper penguin *Eudyptes chrysocome*. *Global Change Biology* 12(4): 611-625.

Hobson, K. A.

2007. Isotopic tracking of migrant wildlife. En: R. Michener y K. Lajtha (eds.), *Stable isotopes in ecology and environmental science*, pp. 155-170. Singapur, John Wiley & Sons.

Hockett, B. y Haws, J.

2003. Nutritional ecology and diachronic trends in Paleolithic diet and health. *Evolutionary Anthropology* 12: 211-216.

2005. Nutritional ecology and the human demography of Neandertal extinction. *Quaternary International* 137(1): 21-34.

Hogg, A. G., Heaton, T. J., Hua, Q., Palmer, J. G., Turney, C. S., Southon, J., ... y Wacker, L.
2020. SHCal20 Southern Hemisphere calibration, 0–55,000 years cal BP. *Radiocarbon* 62(4): 759-778.

Hoppe, K. A.

2004. Late Pleistocene mammoth herd structure, migration patterns, and Clovis hunting strategies inferred from isotopic analyses of multiple death assemblages. *Paleobiology* 30(1): 129-145.

Hopping, B. N., Mead, E., Erber, E., Sheehy, C., Roache, C. y Sharma, S.

2010. Dietary adequacy of Inuit in the Canadian Arctic. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 23: 27-34.

Horwitz, V.

1990. Maritime settlement patterns in Southeastern Tierra del Fuego (Argentina). Tesis doctoral inédita, University of Kentucky.

Horwitz, V. y Scheinsohn, V.

1996. Los instrumentos óseos del sitio Bahía Crossley I (Isla de los Estados). Comparación con otros conjuntos de la Isla Grande de Tierra del Fuego. En: J. Gómez Otero (ed.), *Arqueología, Sólo Patagonia. Ponencias de las II Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, pp. 359-368. Puerto Madryn, CENPAT-CONICET.

Horwitz, V. y Weisell, M.

2011. Arqueología de Isla de los Estados: la frontera de la abundancia. En: A. F. Zangrando, M. Vázquez y A. Tessone (eds.) *Los cazadores-recolectores del extremo oriental fueguino. Arqueología de Península Mitre e Isla de los Estados*, pp. 271-286. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Howcroft, R., Eriksson, G. y Lidén, K.

2014. Infant feeding practices at the Pitted Ware Culture site of Ajvide, Gotland. *Journal of Anthropological Archaeology* 34: 42-53.

Howland, M. R., Corr, L. T., Young, S. M., Jones, V., Jim, S., Van Der Merwe, N. J., ... y Evershed, R. P.

2003. Expression of the dietary isotope signal in the compound-specific $\delta^{13}\text{C}$ values of pig bone lipids and amino acids. *International Journal of Osteoarchaeology* 13(1-2): 54-65.

Hua, Q.

2009. Radiocarbon: a chronological tool for the recent past. *Quaternary Geochronology* 4(5): 378-390.

Hua, Q., Webb, G. E., Zhao, J. X., Nothdurft, L. D., Lybolt, M., Price, G. J. y Opdyke, B. N. 2015. Large variations in the Holocene marine radiocarbon reservoir effect reflect ocean circulation and climatic changes. *Earth and Planetary Science Letters* 422: 33-44.

Hughen, K., Lehman, S., Southon, J., Overpeck, J., Marchal, O., Herring, C. y Turnbull, J. 2004. ^{14}C activity and global carbon cycle changes over the past 50,000 years. *Science* 303(5655): 202-207.

Hutchinson, G. E.

1957. Concluding Remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22: 415-427.

Hyades, P. D. y Deniker, J.

1891. Anthropologie et Ethnographie. *Mission Scientifique du Cap Horn (1882-1883)*, Vol. VII. París, Ed. oficial.

Iachetti, C. M., Lovrich, G. y Alder, V. A.

2021. Temporal variability of the physical and chemical environment, chlorophyll and diatom biomass in the euphotic zone of the Beagle Channel (Argentina): evidence of nutrient limitation. *Progress in Oceanography* 195: 102576.

Iacumin, P., Bocherens, H., Mariotti, A. y Longinelli, A.

1996. Oxygen isotope analyses of co-existing carbonate and phosphate in biogenic apatite: a way to monitor diagenetic alteration of bone phosphate?. *Earth and Planetary Science Letters* 142(1-2): 1-6.

Iacumin, P., Nikolaev, V. y Ramigni, M.

2000. C and N stable isotope measurements on Eurasian fossil mammals, 40 000 to 10 000 years BP: herbivore physiologies and palaeoenvironmental reconstruction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 163(1-2): 33-47.

IAEA (Organismo Internacional de Energía Atómica)/UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)

2000a. *Environmental isotopes in the hydrological cycle: principles and applications*. W. G. Mook (ed.), Volume I: Introduction. Theory, methods, review. París, Viena, IAEA, UNESCO.

2001. *Environmental isotopes in the hydrological cycle: principles and applications*. J. R. Gat, W. G. Mook y H. A. J. Meijer (eds.), Volume II: Atmospheric water. París, Viena, IAEA, UNESCO.

IAEA/WMO (Organización Meteorológica Mundial)

2019. Global Network of Isotopes in Precipitation. The GNIP Database. Disponible en Internet en: <http://www.iaea.org/water>

Ingold, T.

1988 Notes on the Foraging Mode of Production. En: T. Ingold, D. Riches y J. Woodburn (eds.), *Hunters and Gatherers 1. History, evolution and social change*, pp. 269-285. Nueva York, St. Martin's Press.

Ingraham, N. L.

1998. Isotopic variations in precipitation. En: C. Kendall y J. J. McDonnell (eds.), *Isotope tracers in catchment hydrology*, pp. 87-118. Amsterdam, Elsevier.

Isla, F. I.

1994. Evolución comparada de bahías de la península Mitre, Tierra del Fuego. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 49(3): 197-205.

Isla, F. I., Bujalesky, G. y Coronato, A.

1999. Procesos estuarinos en el canal Beagle, Tierra del Fuego. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 54(4): 307-318.

Iturraspe, R., Gaviño, M. y Urciuolo, A.

1998. Caracterización hidrológica de los valles de Tierra Mayor y Carbajal, Tierra del Fuego. En: Acta del XVII Congreso Nacional del Agua y II Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur, pp. 147-156. Santa Fe, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional Del Litoral.

Iturraspe, R. y Roig, C.

2000. Aspectos hidrológicos de turberas de *Sphagnum* de Tierra del Fuego-Argentina. En: A. Coronato y C. Roig (eds.), *Conservación de ecosistemas a nivel mundial con énfasis en las turberas de Tierra del Fuego. Disertaciones y Conclusiones*, pp. 85-93. Ushuaia.

Iturraspe, R. y Schroeder, C.

1999. El clima en el Canal Beagle. En: L. A. Orquera y E. L. Piana (eds.), *La vida material y social de los Yámana*, pp. 36-45. Eudeba, Instituto Fueguino de Investigaciones Científicas.

Iturraspe, R., Urciuolo, A. B. y Iturraspe, R. J.

2012. Spatial analysis and description of eastern peatlands of Tierra del Fuego, Argentina. En: T. Lindholm, R. Heikkilä y S. Ympäristökeskus (eds.), *Mires from Pole to Pole*, pp. 385-389. Helsinki, Finnish Environment Institute.

Jack, L. y Wing, S. R.

2011. Individual variability in trophic position and diet of a marine omnivore is linked to kelp bed habitat. *Marine Ecology Progress Series* 443: 129-139.

Jackson, A.L., Parnel, I. A. C., Inger, R. y Bearhop, S.

2011. Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER – Stable Isotope Bayesian Ellipses in R. *Journal of Animal Ecology* 80: 595– 602.

Jahren, A. H., Saudek, C., Yeung, E. H., Kao, W. L., Kraft, R. A. y Caballero, B.
2006. An isotopic method for quantifying sweeteners derived from corn and sugar cane. *The American Journal of Clinical Nutrition* 84(6): 1380-1384.

Jay, M.

2009. Breastfeeding and weaning behaviour in archaeological populations: evidence from the isotopic analysis of skeletal materials. *Childhood in the Past* 2(1): 163-178.

Jochim, M. A.

1998. The Changing Theoretical Landscape. En: M. A. Jochim, *A hunter-gatherer landscape: southwest Germany in the late Paleolithic and Mesolithic*, pp. 13-30. Nueva York, Plenum Press.

Johnson, J. R.

1982. An ethnohistoric study of the Island Chumash. Tesis Doctoral, University of California.

Joly, K., Jandt, R. R. y Klein, D. R.

2009. Decrease of lichens in Arctic ecosystems: the role of wildfire, caribou, reindeer, competition and climate in north-western Alaska. *Polar Research* 28(3): 433-442.

Jørkov, M. L. S., Heinemeier, J. y Lynnerup, N.

2007. Evaluating bone collagen extraction methods for stable isotope analysis in dietary studies. *Journal of Archaeological Science* 34 (11): 1824-1829.

Katzenberg, M. A., Herring, D. A. y Saunders, S. R.

1996. Weaning and infant mortality: evaluating the skeletal evidence. *American Journal of Physical Anthropology* 101(S23): 177-199.

Kearney, M.

2006. Habitat, environment and niche: what are we modelling? *Oikos* 115(1): 186-191.

Keeling, R. F., Graven, H. D., Welp, L. R., Resplandy, L., Bi, J., Piper, S. C., Sun, Y., Bollenbacher, A. y Meijer, H. A. J.

2017. Atmospheric Evidence for a Global Secular Increase in Carbon Isotopic Discrimination of Land Photosynthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(39): 10361-10366.

Keene, A. S.

1985. Nutrition and Economy: Models for the Study of Prehistoric Diet. En: R. I. Gilbert Jr. y J. H. Mielke (eds.), *The Analysis of prehistoric diets*, pp. 155-190. Academic Press.

Keenleyside, A., Schwarcz, H. y Panayotova, K.

2006. Stable isotopic evidence of diet in a Greek colonial population from the Black Sea. *Journal of Archaeological Science* 33(9): 1205-1215.

Kellner, C. M. y Schoeninger, M. J.

2007. A simple carbon isotope model for reconstructing prehistoric human diet. *American Journal of Physical Anthropology* 133(4): 1112-1127.

Kelly, R. L.

1983. Hunter-gatherer mobility strategies. *Journal of Anthropological Research* 39(3): 277-306.

2013. *The lifeways of hunter-gatherers: the foraging spectrum*. Nueva York, Cambridge University Press.

Kirch, P. V.

1982. The ecology of marine exploitation in prehistoric Hawaii. *Human Ecology* 10: 455-476.

Koch, P. L.

2007. Isotopic study of the biology of modern and fossil vertebrates. En: R. Michener y K. Lajtha (eds.), *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*, pp. 99-154. Oxford, Blackwell Publishing.

Koch, P. L., Tuross, N. y Fogel, M. L.

1997. The effects of sample treatment and diagenesis on the isotopic integrity of carbonate in biogenic hydroxylapatite. *Journal of Archaeological Science* 24(5): 417-429.

Kochi, S.

2016. Paleodietas en cazadores-recolectores-pescadores del canal Beagle durante el Holoceno Tardío. Tesis de Licenciatura inédita, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

2017. Paleodietas en cazadores-recolectores del canal Beagle durante el Holoceno tardío. *Intersecciones en antropología* 18(3): 329-339.

Kochi, S., Pérez, S. A., Tessone, A., Ugan, A., Tafuri, M. A., Nye, J., Tivoli, A. M. y Zangrando, A. F. J.

2018. $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ variations in terrestrial and marine foodwebs of Beagle Channel in the Holocene. Implications for human paleodietary reconstructions. *Journal of Archaeological Science: Reports* 18: 696-707.

Kochi, S., Tessone, A., Zangrando, A. F., Ugan, A., Alunni, D., Salemme, M., Santiago, F. y Vázquez, M.

2020. $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ variation on guanacos in Tierra del Fuego: references for terrestrial foodwebs in a high-latitude island. *Archaeological and Anthropological Sciences* 12(2): 52.

Kochi, S., Zangrando, A. F. J., Tivoli, A. M., Alunni, D. V. y Martinoli, M. P.

2021. Nueva evidencia bioantropológica y materiales culturales asociados en el canal Beagle. Póster presentado en las XI Jornadas Nacionales de la Patagonia, Puerto Montt.

Kohn, M. J.

1996. Predicting animal $\delta^{18}\text{O}$: accounting for diet and physiological adaptation. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 60(23): 4811-4829.

2010. Carbon isotope compositions of terrestrial C_3 plants as indicators of (paleo) ecology and (paleo) climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(46): 19691-19695.

Kohn, M. J. y Cerling, T. E.

2002. Stable Isotope Compositions of Biological Apatite. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry* 48(1): 455-488.

Koppers, W.

[1924] 1997. *Entre los fueguinos*. Punta Arenas, Ediciones de la Universidad de Magallanes.

Kozameh, L. F. y Testa, N.

2004. Tierra del Fuego. Un poblador tardío del canal Beagle. Análisis esquelético y dentario. En: M.T. Civalero, P. M. Fernández y A. G. Guráieb (eds.), *Contra viento y marea. Arqueología de Patagonia*, pp. 733-744. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Krigbaum, J.

2003. Neolithic subsistence patterns in northern Borneo reconstructed with stable carbon isotopes of enamel. *Journal of Anthropological Archaeology* 22 (3): 292-304.

Kuhnlein, H. V. y Receveur, O.

1996. Dietary change and traditional food systems of indigenous peoples. *Annual Review of Nutrition* 16: 417-442.

Kuhnlein, H. V. y Soueida, R.

1992. Use and nutrient composition of traditional Baffin Inuit foods. *Journal of Food Composition and Analysis* 5(2): 112-126.

Kusaka, S., Ikarashi, T., Hyodo, F., Yumoto, T. y Katayama, K.

2008. Variability in stable isotope ratios in two Late-Final Jomon communities in the Tokai coastal region and its relationship with sex and ritual tooth ablation. *Anthropological Science* 116(2): 171-181.

Lanata, J. L.

1990. Humans and terrestrial and sea mammals at Península Mitre, Tierra del Fuego. En: L. B. Davis y B. O. K. Reeves (eds.), *Hunters of the Recent Past*, pp. 400-406. Londres, Unwin Hyman.

1995. Paisajes Arqueológicos y Propiedades del Registro Arqueológico en el Sudeste Fueguino. Tesis Doctoral Inédita, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

1996. The "Haush" puzzle: piecing together subsistence and settlement at the Fuegian southeast. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnología* 6: 11-32.

2002. The world's southernmost foragers: The native diversity of Tierra del Fuego. En: J. L. Lanata y C. Briones (eds.), *Archaeological and Anthropological Perspective on the Native Peoples of Pampa, Patagonia, and Tierra del Fuego to the Nineteenth Century*, pp. 57-73. Connecticut, Bergin & Garvey, Westport.

Larsen, C. S., Griffin, M. C., Hutchinson D. L., Noble, V. E., Norr, L., Pastor, R. F., Ruff, C. B., Russell, K. F., Schoeninger, M. J., Schultz, M., Simpson, S. W. y Teaford, M. F.

2001. Frontiers of contact: bioarchaeology of Spanish Florida. *Journal of World Prehistory* 15(1): 69-123.

Law, R. y Watkinson, A. R.

1989. Competition. En: J. M. Cherrett (ed.), *Ecological concepts: The contribution of ecology to an understanding of the natural world*, pp. 243-284. Cambridge, Blackwell Scientific Publications.

Layman, C. A., Arrington, D. A., Montaña, C. G., y Post, D. M.

2007. Can stable isotope ratios provide for community-wide measures of trophic structure? *Ecology* 88(1): 42-48.

Lefèvre, C.

1993. Las aves en los yacimientos del archipiélago del Cabo de Hornos y del seno Grandi. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Cs. Humanas* 22: 123-136.

Lee, R. B. y De Vore, I.

1968. Problems in the Study of Hunters and Gatherers. En: R. B. Lee y I. De Vore (eds.) *Man the hunter*. New York, Aldine de Gruyter.

Lee-Thorp, J. A., Sealy, J. C. y Van Der Merwe, N. L.

1989. Stable carbon isotope ratio differences between bone collagen and bone apatite, and their relationship to diet. *Journal of Archaeological Science* 16(6): 585-599.

LeGeros, R. Z.

1991. Calcium phosphates in enamel, dentin and bone. En: H. M. Myers (ed.), *Calcium phosphates in oral biology and medicine*, pp. 108-129. Farmington, Karger Publishers.

Legoupil, D.

1993-1994. El archipiélago del Cabo de Hornos y la Costa Sur de Isla Navarino: Poblamiento y Modelos económicos. *Anales del Instituto de la Patagonia* 22:101-121.

Legoupil, D. y Prieto, A.

2007. Introducción. En: D. Legoupil y A. Prieto (eds.), *ETNOGRAFÍAS DE LOS INDIOS YAGHAN EN LA MISIÓN CIENTÍFICA DEL CABO DE HORNOS, 1882 -1883*. Punta Arenas, Instituto Francés de Estudios Andinos, Universidad de Magallanes.

Leibold, M. A.

1995. The niche concept revisited: mechanistic models and community context. *Ecology* 76(5): 1371-1382.

Leng, M. J. y Lewis, J. P.

2016. Oxygen isotopes in Molluscan shell: Applications in environmental archaeology. *Environmental Archaeology* 21(3): 295-306.

Levins, R.

1968. *Evolution in changing environments: some theoretical explorations*. Princeton, Princeton University Press.

Lewis, M.

2006. *The Bioarchaeology of Children. Perspectives from Biological and Forensic Anthropology*. Cambridge, Cambridge University Press.

Lewis, M. C. y Sealy, J. C.

2018. Coastal complexity: Ancient human diets inferred from Bayesian stable isotope mixing models and a primate analogue. *PLoS One* 13(12): e0209411.

Libes, S.

2009. *Introduction to marine biogeochemistry*. California, Academic Press.

Lightfoot, K. G., Martinez, A. y Schiff, A. M.

1998. Daily practice and material culture in pluralistic social settings: an archaeological study of culture change and persistence from Fort Ross, California. *American Antiquity* 63(2): 199-222.

Lightfoot, E. y O'Connell, T. C.

2016. On the use of biomineral oxygen isotope data to identify human migrants in the archaeological record: intra-sample variation, statistical methods and geographical considerations. *PloS one* 11(4): e0153850.

Link, J.

2002. Does food web theory work for marine ecosystems? *Marine Ecology Progress Series* 230: 1-9.

Lista, R.

1887. *Viaje al país de los onas, Tierra del Fuego*. Buenos Aires, Establecimiento Tipográfico de Alberto Nuñez.

Little, B. J.

1988. Echoes and Forecasts: Group Tensions in Historical Archaeology. *International Journal of Group Tensions* 18(4): 243-257.

Littleton, J. y H. Allen

2007. Hunter-gatherer burials and the creation of persistent places in southeastern Australia. *Journal of Anthropological Archaeology* 26(2): 283-298.

Lizarralde, M., Escobar, J. y Deferrari, G.

2004. Invader species in Argentina: a review about the beaver (*Castor canadensis*) population situation on Tierra del Fuego ecosystem. *Interciencia* 29(7): 352-356.

Lloris, D. y Rucabado, J.

1991. *Ictiofauna del Canal Beagle (Tierra de Fuego): aspectos ecológicos y análisis biogeográfico*. Madrid, Instituto Español de Oceanografía (Publicación Especial 8).

Longinelli, A.

1984. Oxygen isotopes in mammal bone phosphate: a new tool for paleohydrological and paleoclimatological research? *Geochimica et Cosmochimica Acta* 48(2): 385-390.

Lothrop, S. K.

[1928] 2002. *The Indians of Tierra Del Fuego: An Account of the Ona, Yahgan, Alacaluf and Haush Natives of the Fuegian Archipelago*. Ushuaia, Zagier & Urruty Publications.

Love, T. F.

1977. Ecological niche theory in sociocultural anthropology: a conceptual framework and an application. *American Ethnologist* 4(1): 27-41.

Lucy, S.

2005. Ethnic and cultural identities. En: M. Díaz-Andreu, S. Lucy, S. Babić y D. N. Edwards (eds.), *Archaeology of Identity*, pp. 86-109. Trowbridge, Taylor & Francis.

Luz, B. y Kolodny, Y.

1985. Oxygen isotope variations in phosphate of biogenic apatites, IV. Mammal teeth and bones. *Earth and planetary science letters* 75(1): 29-36.

Luz, B., Kolodny, Y. y Horowitz, M.

1984. Fractionation of oxygen isotopes between mammalian bone-phosphate and environmental drinking water. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 48(8): 1689-1693.

Lyman, R. L.

2002. Taxonomic identification of zooarchaeological remains. *The Review of Archaeology* 23(2): 13-20.

MacArthur, R. y Levins, R.

1967. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. *The American Naturalist* 101(921): 377-385.

Macdonald, J.

2014. *Feeding Nelson's Navy: the true story of food at sea in the Georgian era*. Yorkshire, Frontline Books.

Makarewicz, C. A. y Sealy, J.

2015. Dietary reconstruction, mobility, and the analysis of ancient skeletal tissues: expanding the prospects of stable isotope research in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 56: 146-158.

Malvárez, A. I., Kandus, P. y Carbajo, A.

2004. Distribución regional de los turbales en Patagonia (Argentina y Chile). En: D. Blanco, V. de la Balze (eds.) *Los turbales de la Patagonia: bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad*, pp. 23-29. Buenos Aires, Wetlands International.

Mansur, M. E. y De Angelis, H.

2013. Ambiente, recursos y dinámica poblacional en la faja central de Tierra del Fuego: el bosque subantártico. En: A. F. Zangrando, R. Barberena, A. Gil, G. Neme, M. Giardina, L. Luna, C. Otaola, S. Paulides, L. Salgán y A. Tivoli (comps.), *Tendencias teórico-metodológicas y casos de estudio en la arqueología de la Patagonia*, pp. 587-599. San Rafael, Museo de Historia Natural de San Rafael.

Mantegazza P. y Regalia E.

1886. Studio sopra una serie di crani di fuegini. *Arch. Antropol. Etnol.* 16: 463-515.

Manzi, L.

1996. Las fuentes etnohistóricas en el análisis de la explotación y manejo de materias primas en grupos de cazadores-recolectores pedestres de la Isla Grande de Tierra del Fuego. En: J. Gómez Otero (ed.), *Arqueología. Sólo Patagonia*, pp. 379-388. Puerto Madryn, CENPAT-CONICET.

Marangoni, A., Belli, M. L., Caramelli, D., Moggi Cecchi, J., Zavattaro, M. y Manzi, G.
2011. Tierra del Fuego, its ancient inhabitants, and the collections of skeletal remains in the Museums of Anthropology of Florence and Rome. *Museologia scientifica* 5(1-2): 88-96.

Mardones, J.
2019. Subsistencia en isla Navarino. Un estudio exploratorio sobre la variabilidad espacial en la explotación de recursos al sur del canal Beagle, Chile. *Magallania* 47(1): 145-157.

Markgraf, V. y Huber, U. M.
2010. Late and postglacial vegetation and fire history in Southern Patagonia and Tierra del Fuego. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 297(2): 351-366.

Marlowe, F. W.
2006. Central place provisioning, the Hadza as an example. En: G. Hohmann, M. M. Robbins y C. Boesch (eds.), *Feeding ecology in apes and other primates*, pp. 359-377. Nueva York, Cambridge University Press.
2010. *The Hadza: hunter-gatherers of Tanzania*. University of California Press.

Marshall, J. D., Brooks, R. y Lajtha, K.
2007. Sources of variation in the stable isotopic composition of plants. En: R. Michener y K. Lajtha (eds.), *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*, pp. 22-60. Oxford, Blackwell Publishing.

Marschoff, M.
2007. *Gato por liebre: Prácticas alimenticias en Floridablanca*. Buenos Aires, Teseo.

Martial, L. F.
2005. *Misión al Cabo de Hornos. La expedición francesa a Tierra del Fuego en la Romanche y su relevamiento de los aborígenes fueguinos. Julio 1882-Setiembre 1883*. Ushuaia, Zagier & Urruty Publications.

Martial, L. F., Deniker, J. y Hyades, P.

2007. *Etnografía de los indios yaghan en la Misión Científica del Cabo de Hornos 1882-1883*. Punta Arenas, Ediciones Universidad de Magallanes-Instituto Francés de Estudios Andinos.

Martindale, A., Cook, G. T., McKechnie, I., Edinborough, K., Hutchinson, I., Eldridge, M., Supernant, K. y Ames, K. M.

2018. Estimating marine reservoir effects in archaeological chronologies: comparing ΔR calculations in Prince Rupert Harbour, British Columbia, Canada. *American Antiquity* 83(4): 659-680.

Martinelli, L. A., Piccolo, M. C., Townsend, A. R., Vitousek, P. M., Cuevas, E., McDowell, W., Robertson, G. P., Santos, O. C. y Treseder, K.

1999. Nitrogen stable isotopic composition of leaves and soil: Tropical versus temperate forests. *Biogeochemistry* 46 (1-3): 45-65.

Martinic Beros, M.

1976. La expansión económica de Punta Arenas sobre los territorios argentinos de la Patagonia y Tierra del Fuego, 1885-1925. *Anales del Instituto de la Patagonia* 7: 5-42.

1987. Navegantes norteamericanos en aguas de Magallanes durante la primera mitad del siglo XIX. *Anales del Instituto de la Patagonia Serie Ciencias Humanas* 17: 11-17

2001. El postrer esfuerzo misional entre los yámana (1888-1917) significación en la decadencia étnica. Estado de la comunidad final (1918-2000). *Anales del Instituto de la Patagonia Serie Ciencias Humanas* 29: 5-27

Martinoli, M. P.

2012. Modalidades de explotación de pinnípedos en las ocupaciones canoeras tempranas del canal Beagle: el sitio Imiwaia I (Tierra del Fuego, Argentina). Tesis de licenciatura inédita. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras. Buenos Aires.

2017. Pautas de procesamiento y consumo de pinnípedos en la costa sur de Tierra del Fuego e Isla de los Estados: un análisis comparativo. *Arqueología* 23(3): 173-196

2018. Modalidades de explotación, procesamiento y consumo de pinnípedos en la margen meridional de Tierra del Fuego. Tesis doctoral inédita, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

Maschner, H. D., Betts, M. W., Cornell, J., Dunne, J. A., Finney, B., Huntly, N., ... y Benson, B.

2009. An introduction to the biocomplexity of Sanak Island, western gulf of Alaska. *Pacific Science* 63(4): 673-709.

Matthews, B. y Mazumder, A.

2003. Compositional and interlake variability of zooplankton affect baseline stable isotope signatures. *Limnology and Oceanography* 48(5): 1977-1987.

Mauquoy, D., Blaauw, M., van Geel, B., Borrromei, A., Quattrocchio, M., Chambers, F. M. y Possnert, G.

2004. Late Holocene climatic changes in Tierra del Fuego based on multiproxy analyses of peat deposits. *Quaternary Research* 61(2): 148-158.

Mayr, C., Langhamer, L., Wissel, H., Meier, W., Sauter, T., Laprida, C., Massaferro, J., Försterra, G. y Lücke, A.

2018. Atmospheric controls on hydrogen and oxygen isotope composition of meteoric and surface waters in Patagonia. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* [preprint] 1-22.

McGuire, K. y McDonnell, J.

2007. Stable isotope tracers in watershed hydrology. En: R. Michener y K. Lajtha (eds.), *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*, pp. 334-374. Oxford, Blackwell Publishing.

McNeil, B. I., Matear, R. J. y Tilbrook, B.

2001. Does carbon 13 track anthropogenic CO₂ in the Southern Ocean?. *Global Biogeochemical Cycles* 15(3): 597-613.

Meier-Augenstein, W.

2018. *Stable isotope forensics: methods and forensic applications of stable isotope analysis*. West Sussex, John Wiley & Sons.

Méndez, C., Barberena, R., Reyes, O. y Nuevo Delaunay, A.

2014. Isotopic ecology and human diets in the forest–steppe ecotone, Aisén Region, Central-Western Patagonia, Chile. *International Journal of Osteoarchaeology* 24(2): 187-201.

Merino, M.L. y Cajal, J.L.

1993. Estructura social de la población de guanacos (*Lama guanicoe* Muller, 1776) en la costa norte de Península Mitre, Tierra del Fuego, Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 28(3):129–138.

Merino-Campos, V., De Pol-Holz, R., Southon, J., Latorre, C. y Collado-Fabbri, S.
2019. Marine radiocarbon reservoir age along the Chilean continental margin. *Radiocarbon* 61(1): 195-210.

Messer, E.

1984. Anthropological perspectives on diet. *Annual Review of Anthropology* 13(1): 205-249.

Mestre, L., Toro-Manríquez, M., Soler, R., Huertas-Herrera, A., Martínez-Pastur, G. y Lencinas, M. V.

2017. The influence of canopy-layer composition on understory plant diversity in southern temperate forests. *Forest Ecosystems* 4(1): 1-13.

Michener, R. H. y Kaufman, L.

2007. Stable isotope ratios as tracers in marine food webs: an update. En: R. Michener y K. Lajtha (eds.), *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*, pp. 238-282.. Oxford, Blackwell Publishing.

Miller, A. R. V. y Makarewicz, C. A.

2019. Intensification in pastoralist cereal use coincides with the expansion of trans-regional networks in the Eurasian Steppe. *Scientific Reports* 9(1): 1-12.

Mintz, S. W.

1996. *Dulzura y poder: el lugar del azúcar en la historia moderna*. México, Siglo XXI.

Mintz, S. W. y Du Bois, C. M.

2002. The anthropology of food and eating. *Annual review of anthropology* 31 (1): 99-119.

Misarti, N., Finney, B., Maschner, H. y Wooller, M. J.

2009. Changes in northeast Pacific marine ecosystems over the last 4500 years: evidence from stable isotope analysis of bone collagen from archeological middens. *The Holocene* 19(8): 1139-1151.

Misarti, N., Gier, E., Finney, B., Barnes, K. y McCarthy, M.

2017. Compound-specific amino acid $\delta^{15}\text{N}$ values in archaeological shell: Assessing diagenetic integrity and potential for isotopic baseline reconstruction. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 31(22): 1881-1891.

Mitchell, D. O.

2004. Sugar policies: opportunity for change. World Bank Policy Research Working Paper 3223.

Montes, C., De Lamo D. A. y Zavatti, J.

2000. Distribución de abundancias de guanacos (*Lama guanicoe*) en los distintos ambientes de Tierra del Fuego, Argentina. *Mastozoología Neotropical* 7(1):5–14

Montes, A. y Martinioni, D. R.

2017. Geomorfología y paleoambientes holocenos de la costa atlántica de Tierra del Fuego entre el río Grande y el estrecho de Le Maire. En: M. Vázquez, D. Elkin y J. Oría (eds.), *Patrimonio a orillas del mar. Arqueología del Litoral Atlántico de Tierra del Fuego*, pp. 29-44. Ushuaia, Editora Cultural Tierra del Fuego.

Montgomery, J., Müldner, G., Cook, G., Gledhill, A., Ellam, R. y Lowe, C.

2009. Isotope analysis of bone collagen and tooth enamel. En: C. Lowe (ed.) *'Clothing for the Soul Divine': Burials at the Tomb of St Ninian: Excavations at Whithorn Priory*, pp. 65-82. Edimburgo, Historic Scotland.

Montoya, J. P.

2007. Natural abundance of ¹⁵N in marine planktonic ecosystems. En: R. Michener y K. Lajtha (eds.), *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*, pp. 176-201. Oxford, Blackwell Publishing.

Moore, D. M.

1983. *Flora of Tierra del Fuego*. Nelson, Oswestry.

Morales, M., Barberena, R., Belardi, J. B., Borrero, L., Cortegoso, V., Durán, V., A. Guerci, R. Goñi, Gil, A., Neme, G., Yacobaccio, H. y Zárata, M.

2009. Reviewing human–environment interactions in arid regions of southern South America during the past 3000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 281(3-4): 283-295.

Morán, G. A., Bayer, S., Beierlein, L., Martínez, J. J., Benitez-Vieyra, S., Mackensen, A., Brey, T. y Gordillo, S.

2021. Late Holocene *Ameghinomya antiqua* shells from the Beagle Channel: A multi-proxy approach to palaeoenvironmental and palaeoclimatic reconstruction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 578: 110574.

Moreno, C. A. y Jara, F.

1984. Ecological studies on fish fauna associated with *Macrocystis pyrifera* belts in the south of Fuegian Islands, Chile. *Marine ecology progress series* 15(1): 99-107.

Morrison, D. J., Dodson, B., Slater, C. y Preston, T.

2000. ^{13}C natural abundance in the British diet: implications for ^{13}C breath tests. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 14(15): 1321-1324.

Moy, C. M., Moreno, P. I., Dunbar, R. B., Kaplan, M. R., Francois, J. P., Villalba, R. y Haberzettl, T.

2009. Climate change in Southern South America during the last two millennia. En: F. Vimeux, F. Sylvestre, M. Khodri, (eds.), *Past Climate Variability in South America and Surrounding Regions*, pp. 353-393. Springer, Dordrecht.

Moyano, D. y Bandieri, S.

2018. Producir azúcar en la Patagonia. El ingenio San Lorenzo, un malogrado proyecto de industrialización de remolacha azucarera (Río Negro, 1927-1941). *Mundo agrario* 19(42): 94-e1.

Muñoz, A. S.

2005. Current perspectives on human-animal relationships in Atlantic Tierra del Fuego island, Southern Patagonia. *Before Farming* 2: 183-196.

Muñoz, S. y Belardi, J. B.

2011. Nueva información sobre viejos datos: arqueología del norte de Península Mitre. En: A. F. Zangrando, M. Vázquez y A. Tessone (eds.), *Los Cazadores-Recolectores del Extremo Oriental Fueguino Arqueología de Península Mitre e Isla de los Estados*, pp. 171-202. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Museo del Fin del Mundo

2019. Historia. Disponible en internet en <https://mfm.tierradelfuego.gob.ar/historia/>

Naito, Y. I., Chikaraishi, Y., Drucker, D. G., Ohkouchi, N., Semal, P., Wißing, C. y Bocherens, H. 2016. Ecological niche of Neanderthals from Spy Cave revealed by nitrogen isotopes of individual amino acids in collagen. *Journal of Human Evolution* 93: 82-90.

Nakamura, K., Schoeller, D. A., Winkler, F. J. y Schmidt, H. L.

1982. Geographical variations in the carbon isotope composition of the diet and hair in contemporary man. *Biological Mass Spectrometry* 9(9): 390-394.

Nakatsuka, N., Luisi, P., Motti, J., Salemme, M., Santiago, F., D'Angelo del Campo, M. D., ... y Reich, D..

2020. Ancient genomes in South Patagonia reveal population movements associated with technological shifts and geography. *Nature communications* 11(1): 1-12.

Negre, J., Briz i Godino, I., Pal, N. y Álvarez, M.

2018. Estrategias de asentamiento y movilidad en sociedades cazadoras-recolectoras-pescadoras del sector meridional de la costa atlántica fueguina. *Arqueología* 24(3): 101-122.

Newsome, S.D., Martínez del Río, C., Bearhop, S. y Phillips, D.L.

2007. A niche for isotopic ecology. *Frontiers in Ecology and Environment* 5: 429-436.

Newsome, S. D., Phillips, D. L., Culleton, B. J., Guilderson, T. P. y Koch, P. L.

2004. Dietary reconstruction of an early to middle Holocene human population from the central California coast : insights from advanced stable isotope mixing models. *Journal of Archaeological Science* 31: 1101-1115.

Newsome, S. D., Yaekel, J. D., Wheatley, P. V. y Tinker, T.

2012. Tools for quantifying isotopic niche space and dietary variation at the individual and population level. *Journal of Mammalogy* 93(2): 329-341.

Nye, J. W.

2019. Prehistoric and Modern Ecological Dynamics in Southern South American Marine Food Webs. Tesis doctoral inédita, University of California Riverside.

Nye, J. W., Zangrando, A. F. J., Martinoli, M. P. y Fogel, M. L.

2020. Temporal and population trends in human exploited pinnipeds from Tierra del Fuego. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 554: 109804.

Obelic, B., Álvarez, A., Argullós, J. y Piana, E. L.

1998. Determination of water palaeotemperature in the Beagle Channel (Argentina) during the last 6000 yr through stable isotope composition of *Mytilus edulis* shells. En: J. Rabassa y M. Salemme (eds.), *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, pp. 47-71. Londres, Routledge.

Ocampo, C. y Rivas, P.

2000. Nuevos fechados ^{14}C de la costa norte de la isla Navarino, costa sur del canal Beagle, Provincia Antártica Chilena, Región de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia* 28: 197-214.

O'Connell, T. C., Kneale, C. J., Tasevska, N. y Kuhnle, G. G.

2012. The diet-body offset in human nitrogen isotopic values: A controlled dietary study. *American Journal of Physical Anthropology* 149(3): 426-434.

Ojeda, J., Rosenfeld, S., Marambio, J., Rozzi, R. y Mansilla, A.

2014. Patrones estacionales y espaciales de la diversidad de moluscos intermareales de bahía Róbalo, canal Beagle, Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos, Chile. *Revista de biología marina y oceanografía* 49(3): 493-509.

O'Regan, H. J., Lamb, A. L. y Wilkinson, D. M.

2016. The missing mushrooms: Searching for fungi in ancient human dietary analysis. *Journal of Archaeological Science* 75: 139-143.

Orquera, L. A.

1999. El consumo de moluscos por los canoeros del extremo sur. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXIV*: 307-327.

Orquera, L. A., Legoupil, D. y Piana, E. L.

2011. Littoral adaptation at the southern end of South America. *Quaternary International* 239 (1): 61-69.

Orquera, L. A. y Piana, L. E.

1983. Adaptaciones marítimas prehistóricas en el litoral magallánico-fueguino. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XV*: 225-235.

1995. La imagen de los canoeros magallánico-fueguinos: conceptos y tendencias. *RUNA* 22(1): 187-245.

1996. El sitio Shamakush I (Tierra del Fuego, República Argentina). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXI*: 215-265.

1999a. *Arqueología de la región del canal Beagle (Tierra del Fuego, República Argentina)*. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

1999b. *La vida material y social de los Yámana*. Buenos Aires, EUDEBA.

2001. Composición de conchales de la costa del canal beagle (Tierra del Fuego, República Argentina) -segunda parte-. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXV*: 345-368.

- 2005a. La adaptación al litoral sudamericano sudoccidental: qué es y quiénes, cuándo y dónde se adaptaron. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXX: 11–32.
- 2005b. Mid-Holocene littoral adaptation at the southern end of South America. *Quaternary International* 132: 107–115.
2006. El poblamiento inicial del Área Litoral Sudamericana Sudoccidental. *Magallania* 34 (2): 21-36.
2009. Sea Nomads of the Beagle Channel in Southernmost South America: Over Six Thousand Years of Coastal Adaptation and Stability. *Journal of Island & Coastal Archaeology* 4: 61–81.
2020. Calibración radiocarbónica en la región del Canal Beagle. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XLV (1): 1-10.

Orquera, L. A. y Otero, J. G.

2007. Los cazadores-recolectores de las costas de Pampa, Patagonia y Tierra del Fuego. *Relaciones-Sociedad Argentina de Antropología* (32): 75-100.

Orser Jr, C. E.

2019. Archaeological Research and the British in Latin America. En: C. E. Orser Jr., (ed.), *Archaeologies of the British in Latin America*, pp. 1-11. Cham, Springer.

Ortiz-Troncoso, O.

1975. La navegación indígena en el confín austral de América. *Revista de Marina* 708: 564-571.

Ozán, I. L. y Pallo, M. C.

2019. Past human populations and landscapes in the Fuegian Archipelago, southernmost South America. *Quaternary Research* 92(2): 304-322.

Palacios, M., Osman, D., Ramírez, J., Huovinen, P. y Gómez, I.

2021. Photobiology of the giant kelp *Macrocystis pyrifera* in the land-terminating glacier fjord Yendegaia (Tierra del Fuego): A look into the future?. *Science of the Total Environment* 751: 141810.

Pallo, M. C. y Borrazzo, K.

2016. Miraflores rocks in Tierra del Fuego (southernmost South America): hunter-gatherer procurement, optimal pathway analysis and social interaction. *Journal of Archaeological Science: Reports* 7: 420-431.

Pallo, M. C. y Borrero, L. A.

2020. Análisis multicriterio sobre barreras biogeográficas para la movilidad humana en Patagonia meridional. *Estudios atacameños* 64: 277-295.

Panarello, H. O.

1987. Oxygen-18 temperatures on present and fossil invertebrated shells from Túnel Site, Beagle Channel, Argentina. En: J. Rabassa (ed.), *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, pp. 83-91. Londres, CRC Press.

Panarello, H. O., Zangrando, A. F. J., Tessone, A., Kozameh, L. F. y Testa, N.

2006. Análisis comparativo de paleodietas humanas entre la región del canal Beagle y Península Mitre: perspectivas desde los isótopos estables. *Magallania* 34 (2): 37-46.

Panarello, H. O., Tessone, A., Galván, V. A. K., Samec, C. T., Kochi, S., Pirola, M., Chaile, C., Sandoval, B. P., Zangrando, A. F. J., Ducos, E., Guida, N. y Piperissa, N.

2021. 35 años de análisis de Isótopos Estables en la Arqueología Argentina: Conceptos, fundamentos, metodología y aplicaciones. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 30(1): 1-41.

Pandiani, C. D., Aranda, C., Flensburg, G., Luna, L. y Suby, J. A.

2022. Evaluación de la periodontitis en cazadores-recolectores de Patagonia austral durante el Holoceno tardío (ca. 3500-200 años AP). *Revista Argentina de Antropología Biológica* 24(1): 1-16.

Panther-Brick, C., Layton, R. H. y Rowley-Conwy, P.

2001. Lines of enquiry. En: C. Panther-Brick, R. H. Layton, P. Rowley-Conwy (eds.) *Hunter-gatherers: an interdisciplinary perspective*, pp. 1-12. Cambridge, Cambridge University Press.

Paruelo, J. M., Beltrán, A., Jobbágy, E., Sala, O. E. y Golluscio, R. A.

1998. The climate of Patagonia: general patterns and controls on biotic processes. *Ecología Austral* 8(2): 85-101.

Passey, B. H., Robinson, T. F., Ayliffe, L. K., Cerling, T. E., Sponheimer, M., Dearing, M. D., Roeder, B. L. y Ehleringer, J. R.

2005. Carbon isotope fractionation between diet, breath CO₂, and bioapatite in different mammals. *Journal of Archaeological Science* 32(10): 1459-1470.

Pate, F. D.

1994. Bone chemistry and paleodiet. *Journal of Archaeological Method and Theory* 1(2): 161-209.

Pauly, D., Trites, A. W., Capuli, E. y Christensen, V.

1998. Diet composition and trophic levels of marine mammals. *ICES Journal of Marine Science* 55(3): 467-481.

Payró, R. J.

2001 [1898]. *La Australia Argentina: excursión periodística a las costas patagónicas, Tierra del Fuego e Isla de los Estados; con una carta-prólogo del General Bartolomé Mitre*. Alicante, Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. Disponible en Internet en: <https://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmccj8b5>

Pearson, M. y Stehberg, R.

2006. Nineteenth century sealing sites on Rugged Island, South Shetland Islands. *Polar Record* 42(4): 335-347.

Pellegrini, M. y Snoeck, C.

2016. Comparing bioapatite carbonate pre-treatments for isotopic measurements: Part 2—Impact on carbon and oxygen isotope compositions. *Chemical Geology* 420: 88-96.

Pendall, E., Markgraf, V., White, J. W., Dreier, M. y Kenny, R.

2001. Multiproxy record of late Pleistocene–Holocene climate and vegetation changes from a peat bog in Patagonia. *Quaternary Research* 55(2): 168-178.

Pérez, A. E., Tessone, A. y Lanata, J. L.

2019. Paleodietas en restos humanos del bosque meridional de Neuquén, Patagonia Argentina. *Magallania* 47(2): 183-191.

Pérez, S. A.

2020. La explotación de moluscos intermareales durante el Holoceno tardío en la localidad de Heshkaia, bahía Moat, sur de Tierra del Fuego. *Intersecciones en Antropología* 21(1): 43-56.

2021. Explorando diferencias espaciales en los valores $d^{18}O$ de moluscos *Nacella* sp. en canal Beagle: propuesta metodológica para la interpretación de las señales estacionales de lapas procedentes de bahía Moat (sur de Tierra del Fuego, Argentina). Póster presentado en las XI Jornadas Nacionales de la Patagonia, Puerto Montt.

- Peri, P. L., Ladd, B., Pepper, D. A., Bonser, S. P., Laffan, S. W. y Amelung, W.
2012. Carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) stable isotope composition in plant and soil in Southern Patagonia's native forests. *Global Change Biology* 18(1): 311-321.
- Pestle, W. J., Crowley, B. E. y Weirauch, M. T.
2014. Quantifying inter-laboratory variability in stable isotope analysis of ancient skeletal remains. *PLoS one* 9(7): e102844.
- Peterson, B. J. y Fry, B.
1987. Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 293-320.
- Phillips, D. L.
2012. Converting isotope values to diet composition: the use of mixing models. *Journal of Mammalogy* 93 (2): 342-352.
- Phillips, D. L., Inger, R., Bearhop, S., Jackson, A. L., Moore, J. W., Parnell, A. C., Semmens, B. X. y Ward, E. J.
2014. Best practices for use of stable isotope mixing models in food-web studies. *Canadian Journal of Zoology* 92 (10): 823-835.
- Phillips, D. L., Newsome, S. D. y Gregg, J. W.
2005. Combining sources in stable isotope mixing models: alternative methods. *Oecologia* 144: 520-527.
- Piana, E. L. y Orquera, L. A.
1987. Composición tipológica y datos tecnomorfológicos y tecnofuncionales de los conjuntos arqueológicos del sitio Túnel I, Tierra del Fuego. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XVII*: 201-239.
2010. Shell midden formation at the Beagle Channel (Tierra del Fuego, Argentine). En: D. Calado, M. Baldia y M. Boulanger (eds.), *Monumental questions: Prehistoric megaliths, mounds, and enclosures*, Vol. 7, pp. 263-271. Archaeopress.
- Piana, E. L., Tessone, A. y Zangrando, A. F. J.
2006 Contextos mortuorios en la región del canal Beagle...Del hallazgo fortuito a la búsqueda sistemática. *Magallania* 34 (1): 103-117.

Piana, E. L., Vázquez, M. y Álvarez, M.

2008. Nuevos resultados del estudio del sitio Ajej I: un aporte a la variabilidad de estrategias de los canoeros fueguinos. *Runa* 29: 87-100.

Pérez, M.

1950. La primera expedición Antártica Argentina con propósitos científicos, se proyectó en el año 1881. En: *Boletín de Estudios Geográficos*, No. 7, p. 93-125

Politis, G. G.

1998. Arqueología de la infancia: una perspectiva etnoarqueológica. *Trabajos de Prehistoria* 55(2): 5-19.

Pollard, A. M., Pellegrini, M. y Lee-Thorp, J. A.

2011. Some observations on the conversion of dental enamel $\delta^{18}\text{O}_p$ values to $\delta^{18}\text{O}_w$ to determine human mobility. *American Journal of Physical Anthropology* 145(3): 499-504.

Ponce, J. F., Borrromei, A. M. y Rabassa, J. O.

2011. Evolución del paisaje y de la vegetación durante el Cenozoico tardío en el extremo sudeste del archipiélago Fueguino y Canal Beagle. En: A. F. Zangrando, M. Vázquez y A. Tessone (eds.), *Los Cazadores-Recolectores del Extremo Oriental Fueguino Arqueología de Península Mitre e Isla de los Estados*, pp. 31-64. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Ponce, J. F. y Fernández, M.

2014. *Climatic and environmental history of Isla de los Estados, Argentina*. Dordrecht, Springer.

Post, D. M.

2002. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology* 83(3): 703-718.

Prieto, A., Stern, C. R. y Estévez, J. E.

2013. The peopling of the Fuego-Patagonian fjords by littoral hunter-gatherers after the mid-Holocene H1 eruption of Hudson Volcano. *Quaternary International* 317: 3-13.

Pulliam, H. R.

2000. On the relationship between niche and distribution. *Ecology letters* 3(4): 349-361.

Quinn, G.P. y Keough, M. J.

2002. *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge, Cambridge University Press.

Rambo, A. T.

1988. Why are the Semang? Ecology and ethnogenesis of aboriginal groups in Peninsular Malaysia. En: A. Terry Rambo, K. Gillogly y K. L. Hutterer (eds.), *Ethnic diversity and the control of natural resources in Southeast Asia*, pp. 19-35. Estados Unidos de América, University of Michigan.

Rankin, L. y Crompton, A.

2016. Kayaks and Chaloupes: Labrador Inuit and the Seascapes of Inter-Cultural Contact. En: H. B. Bjerck, H. M. Breivik, S. E. Fretheim, E. Piana, B. Skar, A. M. Tivoli y A. F. Zangrando (eds.). *Marine Ventures - Archaeological Perspectives on Human-Sea Relations*, pp. 383-398. Reino Unido, Equinox eBooks Publishing.

Rappaport, R. A.

1985. Naturaleza, cultura y antropología ecológica. En: H. Shapiro (ed.), *Hombre, cultura y sociedad*, pp. 261-292. México, Fondo de Cultura Económica.

Rau, G. H., Takahashi, T., Des Marais, D. J. y Sullivan, C. W.

1991. Particulate organic matter $\delta^{13}\text{C}$ variations across the Drake Passage. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 96(C8): 15131-15135.

Raubenheimer, D. y Simpson, S. J.

2016. Nutritional ecology and human health. *Annual Review of Nutrition* 36: 603-626.

Raubenheimer, D., Simpson, S. J. y Mayntz, D.

2009. Nutrition, ecology and nutritional ecology: toward an integrated framework. *Functional Ecology* 23(1): 4-16.

Raven, J. A.

1997. Inorganic carbon acquisition by marine autotrophs. *Advances in Botanical Research* 27: 85-209.

R Core Team

2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en Internet en: <https://www.R-project.org/>.

Rey, A. R. y Schiavini, A. C. M.

2000. Distribution, abundance and associations of seabirds in the Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina. *Polar Biology* 23(5): 338-345.

Reyes Báez, O.

2021. Navegando en los canales patagónicos. Arqueología de los grupos canoeros del Archipiélago de los Chonos (43°-47°S). Punta Arenas, Ediciones Universidad de Magallanes.

Reyes Báez, O., Tessone, A., San Román, M. y Méndez, C.

2019. Dieta e isótopos estables de cazadores recolectores marinos en los canales occidentales de Patagonia, Chile. *Latin American Antiquity* 30(3): 550-568.

Reynard, L. M. y Tuross, N.

2015. The known, the unknown and the unknowable: weaning times from archaeological bones using nitrogen isotope ratios. *Journal of Archaeological Science* 53: 618-625.

Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Ramsey, C. B., ... y Van Der Plicht, J.

2013. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon* 55(4): 1869-1887.

Reimer, R. W. y Reimer, P. J.

2017. An online application for ΔR calculation. *Radiocarbon* 59(5): 1623-1627.

Riccaldelli, L., Becker, Y. A., Fioramonti, N. E., Torres, M., Bruno, D. O., Rey, A. R. y Fernández, D. A.

2020. Trophic structure of southern marine ecosystems: a comparative isotopic analysis from the Beagle Channel to the oceanic Burdwood Bank area under a wasp-waist assumption. *Marine Ecology Progress Series* 655: 1-27.

Riccaldelli, L., Newsome, S. D., Fogel, M. L. y Fernández, D. A.

2017. Trophic interactions and food web structure of a subantarctic marine food web in the Beagle Channel: Bahía Lapataia, Argentina. *Polar Biology* 40: 807-821.

Riccaldelli, L., Newsome, S. D., Fogel, M. L. y Goodall, R. N. P.

2010. Isotopic assessment of prey and habitat preferences of a cetacean community in the southwestern South Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 418: 235-248.

Ricciardelli, L. y Paso Viola, M. N.

2012. Determinando la dieta de los mamíferos marinos. El uso de herramientas químicas: isótopos estables. *La Lupa* 3: 12-16.

Richards, M.P. y Hedges, R.E.M.

1999. Stable Isotope Evidence for Similarities in the Types of Marine Foods Used by Late Mesolithic Humans at Sites Along the Atlantic Coast of Europe. *Journal of Archaeological Science* 26(6): 717-722.

Richoux, N. B., Vermeulen, I. y Froneman, P. W.

2014. Stable isotope ratios indicate differential omnivory among syntopic rocky shore suspension-feeders. *Marine Biology* 161: 971-984.

Riede, F.

2019. Niche construction theory and human biocultural evolution. En: A. M. Prentiss (ed.), *Handbook of Evolutionary Research in Archaeology*, pp. 337-358. Cham, Springer.

Ríos, C. y Mutschke, E.

2009. Aporte al conocimiento de *Macrocystis pyrifera*: revisión bibliográfica sobre los "huirales" distribuidos en la región de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia* 37 (1): 97-102

Roberts, S. B., Coward, W. A., Ewing, G., Savage, J., Cole, T. J. y Lucas, A.

1988. Effect of weaning on accuracy of doubly labeled water method in infants. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 254(4): R622-R627.

Rodríguez, P., González Garraza, G., García, V., Granitto, M. y Escobar, J.

2020. Beaver dam effect on phytoplankton and periphyton composition and hydrology in streams from Tierra del Fuego (Argentina). *Hydrobiologia* 847: 1461-1477.

Rozzi, R., Massardo, F., Mansilla, A., Anderson, C. B., Berghöfer, A., Mansilla, M., Gallardo, M. R., Plana, J., Berghöfer, U., Arango, X., Russell, S., Araya, P. y Barros, E.

2007. La Reserva de Biosfera Cabo de Hornos: Un Desafío para la Conservación de la Biodiversidad e Implementación del Desarrollo Sustentable en el Extremo Austral de

América. Cape Horn Biosphere Reserve: A challenge for Biodiversity Conservation, and Implementa. *Anales Del Instituto De La Patagonia* 35(1): 55–70.

Reitsema, L. J. y Muir, A. B.

2015. Growth velocity and weaning $\delta^{15}\text{N}$ “dips” during ontogeny in *Macaca mulatta*. *American Journal of Physical Anthropology* 157(2): 347-357.

Reynard, L. M. y Tuross, N.

2015. The known, the unknown and the unknowable: weaning times from archaeological bones using nitrogen isotope ratios. *Journal of Archaeological Science* 53: 618-625.

Rholi, R. V. y Vega A. J.

2015. *Climatology*. Tercera edición. Massachusetts, Jones & Bartlett Learning.

Rizzo, F.

2013. Registro funerario, uso del espacio y movilidad en el noroeste de Patagonia (provincias de Río Negro y Chubut). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXXVIII(1): 137-168.

Robinson, J. R.

2022. Investigating isotopic niche space: using rKIN for stable isotope studies in archaeology. *Journal of Archaeological Method and Theory* 29(3): 831-861.

Rodhe, A.

1998. Snowmelt-dominated systems. En: C. Kendall y J. J. McDonnell (eds.), *Isotope tracers in catchment hydrology*, pp. 391-433. Amsterdam, Elsevier.

Rodríguez Couto, D.

2018. La expedición de los hermanos Nodal (1618-1619) Reputación y olvido en los confines del Imperio. [en línea] Trabajo final de Máster, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España. [consultado el 7 de abril del 2020]. Disponible en internet en <http://e-spacio.uned.es/fez/view/bibliuned:master-GH-MTAIHAG-Drodriguez>

Roig, C. y Roig, F.

2004. Consideraciones generales. En: D. E. Blanco y V. M. de la Balze (eds.), *Los Turbales de la Patagonia. Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad*, pp. 5-22. Buenos Aires, Wetlands International-América del Sur.

Royer, A., Daux, V., Fourel, F. y Lecuyer, C.

2017. Carbon, nitrogen and oxygen isotope fractionation during food cooking: Implications for the interpretation of the fossil human record. *American Journal of Physical Anthropology* 163(4): 759-771.

Rubino, M., Etheridge, D. M., Thornton, D. P., Howden, R., Allison, C. E., Francey, R. J., Langenfelds, R. L., Steele, L. P., Trudinger, C. M., Spencer, D. A., Curran, M. A. J., van Ommen, T. D. y Smith, A. M.

2019. Revised records of atmospheric trace gases CO₂, CH₄, N₂O, and δ¹³C-CO₂ over the last 2000 years from Law Dome, Antarctica. *Earth System Science Data* 11: 473–492.

Russell, N., Cook, G. T., Ascough, P., Barrett, J. H. y Dugmore, A.

2011. Species specific marine radiocarbon reservoir effect: a comparison of ΔR values between *Patella vulgata* (limpet) shell carbonate and *Gadus morhua* (Atlantic cod) bone collagen. *Journal of Archaeological Science* 38(5): 1008-1015.

Sacchi, M.

2010. Algunos apuntes sobre la arqueología de la infancia: exploración de vías metodológicas para su definición. *Revista de Antropología Experimental* 10: 281-292.

Saletta, M. J. y Fiore, D.

2018. Textos y huesos: análisis comparativo de los registros histórico-etnográfico y arqueológico sobre la subsistencia de los shek'nam-haush de Tierra del Fuego (extremo austral de sudamérica) entre los siglos dieciséis y veinte. *Latin American Antiquity* 29(2): 350-367.

2019. Nuevos artefactos en el “Nuevo Mundo”. La introducción de cultura material alóctona en contextos arqueológicos indígenas en Fuego-Patagonia durante el proceso de contacto (siglos XVI al XX). *Arqueología* 25(2): 141-167

Samec, C. T., Pirola, M. y Killian Galván, V. A.

2019. Lineamientos para la publicación de resultados isotópicos en antropología biológica y arqueología. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 21(2): 1-9.

SAMM 1871 y 1880. Cartas y fragmentos del diario personal de Thomas Bridges publicados en *South American Missionary Magazine*. Londres, vol. V y vol XIV.

Santiago, F. C., Pal, N., Salemme, M. C., Bartoli, V. y Lasa, A.

2019. Use and forget: Contribution to the discussion about the bone tools called “machacadores” (pounders), Patagonia, South America. *Journal of Archaeological Science: Reports* 28: 102012.

Fernando, S., Salemme, M., Suby, J. y Guichón, R. A.

2011. Restos humanos en el Norte de Tierra del Fuego: aspectos contextuales, dietarios y paleopatológicos. *Intersecciones en Antropología* 12(1): 147-162.

Santiago, F. y Vázquez, M.

2012. Dietas promediadas: explorando el registro zooarqueológico supra-regional en Tierra del Fuego. *Revista del Museo de Antropología* 5: 225-238.

Saporiti, F., Bala, L. O., Otero, J. G., Crespo, E. A., Piana, E. L., Aguilar, A. y Cardona, L.

2014. Paleoindian pinniped exploitation in South America was driven by oceanic productivity. *Quaternary International* 352: 85-91.

Šarić, L. Č., Filipčev, B. V., Šimurina, O. D., Plavšić, D. V., Šarić, B. M., Lazarević, J. M. y Milovanović, I. L.

2016. Sugar beet molasses: properties and applications in osmotic dehydration of fruits and vegetables. *Food and Feed research* 43(2): 135-144.

Sasaki, T.

2017. Neural and molecular mechanisms involved in controlling the quality of feeding behavior: diet selection and feeding patterns. *Nutrients* 9(10): 1151.

Savoretti, M. A.

2018. Estudio de las briofitas de turberas de Tierra del Fuego (Argentina) desde el Último Máximo Glacial a la actualidad y su relación con las fluctuaciones climáticas y ambientales. Tesis Doctoral Inédita, Universidad Nacional de La Plata.

Scheinsohn, V.

2011. El trabajo del hueso en el fin del mundo: tecnología ósea en Bahía Valentín. En: A. F. Zangrando, M. Vázquez y A. Tessone (eds.) *Los cazadores-recolectores del extremo oriental fueguino. Arqueología de Península Mitre e Isla de los Estados*, pp. 271-286. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Scheinsohn, V. y Muñoz, A.

2011. La gran aventura de la arqueología. Las investigaciones arqueológicas en el marco del programa extremo oriental del Archipiélago Fueguino. En: A. F. Zangrando, M. Vázquez

y A. Tessone (eds.) *Los cazadores-recolectores del extremo oriental fueguino. Arqueología de Península Mitre e Isla de los Estados*, pp. 115-142. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Scheuer, L. y Black, S.

2004. *The juvenile skeleton*. Londres, Elsevier.

Schiavini, A.

1993. Los lobos marinos como recurso para cazadores-recolectores marinos : El caso de Tierra del Fuego. *Latin American Antiquity* 4(4): 346–366.

Schiavini, A. C. M., Crespo, E. A. y Szapkievich, V.

2004. Status of the population of South American sea lion (*Otaria flavescens* Shaw, 1800) in southern Argentina. *Mammalian Biology* 69(2): 108-118.

Schiavini, A., Frere, E., Yorio, P. y Parera, A.

1999. Las aves marinas de la Isla de los Estados, Tierra del Fuego, Argentina: revisión histórica, estado poblacional y problemas de conservación. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Cs. Naturales* 27: 25-40.

Schlanger, S. H.

1992. Recognizing persistent places in Anasazi settlement systems. En: J. Rossignol y L. Wandsnider (eds.), *Space, time, and archaeological landscapes*, pp. 91-112. Nueva York, Plenum Press.

Schoener, T. W.

1989. The ecological niche. En: J. M. Cherrett (ed.), *Ecological concepts: The contribution of ecology to an understanding of the natural world*. Cambridge, Blackwell Scientific Publications.

2009. Ecological niche. En: S. A. Levin (ed.), *The Princeton guide to ecology*, pp. 3-13. Princeton, Princeton University Press.

Schoeninger, M. J.

1995. Stable isotope studies in human evolution. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 4(3): 83-98.

Schoeninger, M. J., Moore, K. M., Murray, M. L. y Kingston, J. D.

1989. Detection of bone preservation in archaeological and fossil samples. *Applied*

Geochemistry 4(3): 281-292.

Schork, N. J., Weder, A. B., Schork, M. A. y Rao, D. C.

1990. On the asymmetry of biological frequency distributions. *Genetic epidemiology* 7(6): 427-446.

Schulting, R.

2014. Hunter-gatherer diet, subsistence, and foodways. En: V. Cummings, P. Jordan y M. Zvelebil (eds.), *The Oxford Handbook of the Archaeology and Anthropology of Hunter-Gatherers*, pp. 1266-1288. Oxford, Oxford University Press.

Schwarcz, H. P.

1991. Some theoretical aspects of isotope paleodiet studies. *Journal of Archaeological Science* 18: 261-275.

Schinder, G., Guichón, R. A., Comparatore, V. y Burry, S.

2003. Inferencias paleodietarias mediante isótopos estables en restos óseos humanos provenientes de Tierra del Fuego, Argentina. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 5 (2): 15-31.

Schurr, M. R.

1997. Stable nitrogen isotopes as evidence for the age of weaning at the Angel site: a comparison of isotopic and demographic measures of weaning age. *Journal of Archaeological Science* 24(10): 919-927.

Scioscia, G., Raya Rey, A., Saenz Samaniego, R. A., Florentín, O. y Schiavini, A.

2014. Intra-and interannual variation in the diet of the Magellanic penguin (*Spheniscus magellanicus*) at Martillo Island, Beagle Channel. *Polar Biology* 37: 1421-1433.

Sealy, J., Armstrong, R. y Schrire, C.

1995. Beyond lifetime averages: tracing life histories through isotopic analysis of different calcified tissues from archaeological human skeletons. *Antiquity* 69 (263): 290-300.

Sealy, J., Johnson, M., Richards, M. y Nehlich, O.

2014. Comparison of two methods of extracting bone collagen for stable carbon and nitrogen isotope analysis: comparing whole bone demineralization with gelatinization and ultrafiltration. *Journal of Archaeological Science* 47: 64-69.

Segura, J. J. A.

1974. Don Manuel Lefrant y los 'Memorables acaecimientos' de una navegación por Puerto Deseado, Tierra del Fuego y Malvinas (1791-1792). En: Segundo Congreso de Historia Argentina y Regional.

Seiguer, P.

2006. ¿Son los anglicanos argentinos? Un primer debate sobre la evangelización protestante y la nación. *Revista Escuela de Historia* 1(5): 59-92.

Sellen, D. W.

2007. Evolution of infant and young child feeding: implications for contemporary public health. *Annual Review of Nutrition* 27: 123-148.

Senatore, M. X.

1999 Arqueología del contacto europeo-americano: discusión teoría y modelos de análisis en áreas marginales. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia. Suplemento* 3: 103-118.

Senatore, M. X. y Zarankin, A.

1996. Perspectivas metodológicas en Arqueología histórica. Reflexiones sobre la utilización de la evidencia documental. *Páginas sobre hispanoamérica colonial. Sociedad y Cultura* 3: 113-122.

Sergi, G.

1886-87. Antropología física della Fuegia. *Atti della Reale Accademia Medica di Roma* 3: 33-70.

Serna, A., Prates, L., Valenzuela, L. O. y Salazar-García, D. C.

2020. Back to the bases: Building a terrestrial water $\delta^{18}\text{O}$ baseline for archaeological studies in North Patagonia (Argentina). *Quaternary International* 548: 4-12.

Serna, A., Salazar-García, D. C., Valenzuela, L. O. y Prates, L.

2020. A tough travesía: Mobility constraints among late Holocene Patagonian hunter-gatherers through oxygen stable isotopes in enamel and water sources. *Journal of Archaeological Science: Reports* 33: 102484.

Serrano, A.

2012. *La casa Stirling, misiones anglicanas entre los yaganes de Tierra del Fuego*. Santiago de Chile, Museo Antropológico Martín Gusinde, DIBAM.

Sigman, D. M. y Casciotti, K. L.

2001. Nitrogen isotopes in the ocean. En: K. Cochran, H. J. Bokuniewicz y P. L. Yager (eds.), *Encyclopedia of ocean sciences*, pp. 1884-1894. Academic Press.

Skinner, H. C. W. y Jahren, A. H.

2005. Biomineralization. En: Schlesinger, H. W. (ed.), *Biogeochemistry*, pp. 117-184. Oxford, Elsevier.

Smith, E. A.

1992. Human behavioral ecology: I. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 1(1): 20-25.

2000. Three styles in the evolutionary analysis of human behavior. En: L. Cronk, N. A. Chagnon y W. Irons (eds.), *Adaptation and human behavior: An anthropological perspective*, pp. 27-46. Transaction Publishers.

Smith, E. A., Bettinger, R. L., Bishop, C. A., Blundell, V., Cashdan, E., Casimir, M. J., ... y Stini, W. A.

1983. Anthropological applications of optimal foraging theory: a critical review [and comments and reply]. *Current Anthropology* 24(5): 625-651.

Smith, M. L.

2006. The Archaeology of Food Preference. *American Anthropologist* 108: 480-493.

Soberón, J. y Nakamura, M.

2009. Niches and distributional areas: concepts, methods, and assumptions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(2): 19644-19650.

Sokal, R. R., & Rohlf, F. J.

2009. Biostatistics. Francise & Co, New York.

Soler, E., Martínez Pastur, G., Lencinas, M. V. y Borrelli, L.

2012. Differential forage use between large native and domestic herbivores in Southern Patagonian Nothofagus forests. *Agroforestry Systems* 85:397-409.

2013. Dieta estacional de Lama guanicoe (Camelidae : Artiodactyla) en un paisaje heterogéneo de Patagonia Sur. *BOSQUE* 34(2): 129-141.

Soler, R., Martínez Pastur, G., Lencinas, M. V. y Peri, P. L.

2015. Mistletoes and epiphytic lichens contribute to litter input in *Nothofagus antarctica* forests. *Acta Oecologica* 68: 11-17.

Soluri, J.

2013. On Edge: Fur Seals and Hunters along the Patagonian Littoral, 1860-1930. En: M. Few y Z. Tortorici (eds.), *Centering Animals in Latin American History*, pp 243-269. Londres, Duke University Press.

Soncin, S., Talbot, H. M., Fernandes, R., Harris, A., von Tersch, M., Robson, H. K., ... y Craig, O. E.

2021. High-resolution dietary reconstruction of victims of the 79 CE Vesuvius eruption at Herculaneum by compound-specific isotope analysis. *Science advances* 7(35): eabg5791.

Spears, J. R.

1895. *The Gold Diggings of Cape Horn (a study of life in Tierra del Fuego and Patagonia)*. Nueva York, GP Putnam's sons.

Speth, J. D.

1990. Seasonality, resource stress, and food sharing in so-called "egalitarian" foraging societies. *Journal of Anthropological Archaeology* 9(2): 148-188.

Speth, J.D. y Spielmann, K.A.

1983. Energy source, protein metabolisms, and hunter-gatherer subsistence strategies. *Journal of Anthropological Archaeology* 2: 1-31.

Spielmann, K. A.

1989. A review: Dietary restrictions on hunter-gatherer women and the implications for fertility and infant mortality. *Human Ecology* 17 (3): 321-345.

Spielmann, K. A. y Eder, J. F.

1994. Hunters and farmers: Then and now. *Annual Review of Anthropology* 23(1): 303-323.

Sprague, R.

2002. China or Prosser button identification and dating. *Historical Archaeology* 36(2): 111-127.

Stanbuck, P.

2011. *Rosa Yagán - Lakutaia le kipa*. Santiago, Pehuén Editores.

Stannard, D. E.

1991. The consequences of contact: Toward an interdisciplinary theory of native responses to biological and cultural invasion. *Columbian consequences* 3: 519-539.

Stern, L. A. y Blisniuk, P. M.

2002. Stable isotope composition of precipitation across the southern Patagonian Andes. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 107(D23): ACL-3.

Stevens, R. E. y Hedges, R. E.

2004. Carbon and nitrogen stable isotope analysis of northwest European horse bone and tooth collagen, 40,000 BP–present: Palaeoclimatic interpretations. *Quaternary Science Reviews* 23(7-8): 977-991.

Stevens, R. E., Lister, A. M. y Hedges, R. E.

2006. Predicting diet, trophic level and palaeoecology from bone stable isotope analysis: a comparative study of five red deer populations. *Oecologia* 149: 12-21.

Steward, J.

2006. The Concept and Method of Cultural Ecology. En: Haenn, N. y Wilk, R. (eds.). *The environment in anthropology: a reader in ecology, culture, and sustainable living*, pp. 5-9. NYU Press.

Stine, S.

1994. Extreme and persistent drought in California and Patagonia during mediaeval time. *Nature* 369(6481): 546-549.

Stock, B. C., Jackson, A. L., Ward, E. J., Parnell, A. C., Phillips, D. L. y Semmens, B. X.

2018. Analyzing mixing systems using a new generation of Bayesian tracer mixing models. *PeerJ* 6: e5096.

Stuiver, M., Pearson, G. W. y Braziunas, T.

1986. Radiocarbon age calibration of marine samples back to 9000 cal yr BP. *Radiocarbon* 28(2B): 980-1021.

Stuiver, M. y Reimer, P. J.

1993. Extended ¹⁴C data base and revised CALIB 3.0 ¹⁴C age calibration program. *Radiocarbon* 35(1): 215-230.

- Suby, J. A., Zangrando, A. F. y Piana, E.
2011. Exploraciones osteológicas de la salud de las poblaciones humanas del canal Beagle. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXXVI*: 249-270.
- Sulzman, E. W.
2007. Stable isotope chemistry and measurement: a primer. En: R. Michener y K. Lajtha (eds.), *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*, pp. 1–21. Oxford, Blackwell Publishing.
- Syväranta, J., Lensu, A., Marjomäki, T. J., Oksanen, S. y Jones, R. I.
2013. An empirical evaluation of the utility of convex hull and standard ellipse areas for assessing population niche widths from stable isotope data. *PloS one* 8(2): e56094.
- Szpak, P., Millaire, J. F., Chapdelaine, C., White, C. D. y Longstaffe, F. J.
2020. An Integrated isotopic study of Early Intermediate Period camelid husbandry in the Santa Valley, Perú. *Environmental Archaeology* 25(3): 279-295.
- Szpak, P., Orchard, T. J., McKechnie, I. y Gröcke, D. R.
2012. Historical ecology of late Holocene sea otters (*Enhydra lutris*) from northern British Columbia: Isotopic and zooarchaeological perspectives. *Journal of Archaeological Science* 39(5): 1553-1571.
- Tafari, M. A., Zangrando, A. F. J., Tessone, A., Kochi, S., Moggi Cecchi, J., Di Vincenzo, F., Profico, A. y Manzi, G.
2017. Dietary resilience among hunter-gatherers of Tierra del Fuego: Isotopic evidence in a diachronic perspective. *PloS one* 12(4): e0175594.
- Tapia, A. H. y Pineau, V.
2011. Diversidad de las cuentas vítreas. Los hallazgos de la misión de Santiago del Baradero (Siglo XVII). *Arqueología* 17: 119-136.
- Tauber, H.
1981. ¹³C evidence for dietary habits of prehistoric man in Denmark. *Nature* 292(5821): 332-333.
- Telford, R. J., Heegaard, E. y Birks, H. J.

2004. The intercept is a poor estimate of a calibrated radiocarbon age. *The Holocene* 14(2): 296-298.

Tessone, A.

2003. Conductas mortuorias en el canal Beagle. Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

2010. Arqueología y Ecología Isotópica. Estudio de isótopos estables de restos humanos del Holoceno tardío en Patagonia meridional. Tesis Doctoral Inédita, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

2014. Conductas mortuorias en el Canal Beagle. Una visión desde el registro etnohistórico y etnográfico. En: A. M. Tívoli y J. Oría (eds.), *Cazadores de Mar y Tierra. Estudios Recientes en Arqueología Fueguina*, pp. 149-167. Ushuaia, Editora Cultural Tierra del Fuego.

2022. Constructing an isotope ecology in southern Patagonia: Herbivore $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ variability from the Andes to Atlantic coast. *Quaternary International* 628: 79-87.

Tessone, A., Srur, A. y Aranibar, J. N.

2023. $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ of plants in a longitudinal transect from the Andes to the Atlantic coast: Terrestrial baseline for paleodietary and paleocological studies. *Journal of Archaeological Science: Reports* 47: 103787.

Tessone, A., Fernández, P. M., Bellelli, C. y Panarello, H. O.

2014. $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ Characterization of Modern Huemul (*Hippocamelus bisulcus*) from the Patagonian Andean Forest. Scope and Limitations of Their Use as a Geographical Marker. *International Journal of Osteoarchaeology* 24: 219-230.

Tessone, A., García Guraieb, S., Goñi, R. A. y Panarello, H. O.

2015. Isotopic evidence of weaning in hunter-gatherers from the late Holocene in Lake Salitroso, Patagonia, Argentina. *American Journal of Physical Anthropology* 158(1): 105-115.

Tessone, A., Guichón, R. A., Suby, J. A. y Kozameh, L.

2011. Bioarqueología de Península Mitre. En: A. F. Zangrando, M. Vázquez y A. Tessone (eds.), *Los Cazadores-Recolectores del Extremo Oriental Fueguino Arqueología de Península Mitre e Isla de los Estados*, pp. 231-270. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Tessone, A., Kochi, S., Samec, C., Otaola, C., Scheifler, N., Miyano, J. P., Grant, J., Messineo, P. Zangrando, A.F. y Gil, A.

Variations in the isotopic niche of South American camelids. A vision from applied zooarchaeology. En: M. L. Pochettino, A. Capparelli, P. Stampella y D. Andreoni (eds.), *Nature/s in construction: ethnobiology in the confluence of actors, territories and disciplines*. Springer, en prensa.

Tessone, A., Zangrando, A. F. J., Valencio, S. y Panarello, H.

2003. Isótopos estables del carbono en restos óseos humanos de la región del canal Beagle, Isla Grande de Tierra del Fuego. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 5(2): 33-43.

Tieszen, L. L.

1991. Natural variations in the carbon isotope values of plants: implications for archaeology, ecology, and paleoecology. *Journal of Archaeological Science* 18(3): 227-248.

Tieszen, L. L. y Fagre, T.

1993. Effect of diet quality and composition on the isotopic composition of respiratory CO₂, bone collagen, bioapatite, and soft tissues. En: J. B. Lambert y G. Grupe (eds.), *Prehistoric human bone*, pp. 121-155. Heidelberg, Springer.

Tivoli, A. M.

2010. Las aves en la organización socioeconómica de cazadores-recolectores pescadores del extremo sur sudamericano. Tesis Doctoral inédita, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

2012. ¿Intensificación? En el aprovechamiento de aves entre los cazadores recolectores-pescadores de la región del canal Beagle. *Archaeofauna* 21: 121-137.

Tivoli, A. M., Montes, A., Alunni, D. V., Fernández Ropero, M. D. C., Martinoli, M. P., Pérez, S. A., Pinto Vargas, G., López, R., Saenz Samaniego, R. y Zangrando, A. F. J.

2021. Arqueología de sectores insulares en el canal Beagle: El caso del archipiélago de las Islas Bridges e islas adyacentes. *Arqueología* 28(1): 9976.

Tivoli, A. M. y Zangrando, A. F. J.

2011. Subsistence variations and landscape use among maritime hunter-gatherers. A zooarchaeological analysis from the Beagle Channel (Tierra del Fuego, Argentina). *Journal of Archaeological Science* 38 (5): 1148–1156.

Tsutaya, T.

2017. Post-weaning diet in archaeological human populations: A meta-analysis of carbon and nitrogen stable isotope ratios of child skeletons. *American Journal of Physical Anthropology* 164(3): 546-557.

Tsutaya, T. y Yoneda, M.

2013. Quantitative reconstruction of weaning ages in archaeological human populations using bone collagen nitrogen isotope ratios and approximate Bayesian computation. *PLoS One* 8(8): e72327.

2015. Reconstruction of breastfeeding and weaning practices using stable isotope and trace element analyses: A review. *American Journal of Physical Anthropology* 156: 2-21.

Tuhkanen, S.

1992. The climate of Tierra del Fuego from a vegetation geographical point of view and its ecoclimatic counterparts elsewhere. *Acta Botanica Fennica* 125: 4-17.

Turner, B. L., Edwards, J. L., Quinn, E. A., Kingston, J. D. y Van Gerven, D. P.

2007. Age-related variation in isotopic indicators of diet at medieval Kulubnarti, Sudanese Nubia. *International Journal of Osteoarchaeology* 17(1): 1-25.

Twiss, K.

2012. The archaeology of food and social diversity. *Journal of Archaeological Research* 20(4): 357-395.

2015. Food and Identity. En: K. B. Metheny y M. C. Beaudry (eds.), *Archaeology of Food: An Encyclopedia*, pp. 189-191. Maryland, Rowman & Littlefield.

Ucko, P. J.

2003. Foreword. En: S. J. Shennan (ed.), *Archaeological approaches to cultural identity*, pp. ix-xxi. Nueva York, Routledge.

Ugan, A., Neme, G., Gil, A., Coltrain, J., Tykot, R. y Novellino, P.

2012. Geographic variation in bone carbonate and water $\delta^{18}\text{O}$ values in Mendoza, Argentina and their relationship to prehistoric economy and settlement. *Journal of Archaeological Science* 39(8): 2752-2763.

Ulijaszek, S. J.

1996. Energetics, adaptation, and adaptability. *American Journal of Human Biology* 8(2): 169-182.

2004. Dietary intake methods in the anthropology of food and nutrition. En: H. Macbeth y J. MacClancy (eds.), *Researching food habits: methods and problems*, pp. 119-135. Nueva York, Berghahn Books.

Ulijaszek, S. J., Mann, N. y Elton, S.

2012. *Evolving human nutrition: implications for public health*. Nueva York, Cambridge University Press.

United States Department of Agriculture

2015. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28. Disponible en internet en: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>

United States Department of the Treasury

1902. The World's Sugar Production and Consumption. Disponible en internet en: <https://books.google.es/books?id=TGouAAAAYAAJ&hl=es&pg=PA2577#v=onepage&q&f=false>

Valenzuela, L. O., Laborde, P. G., Domingo, M., del Campo, A. y Guichón, R. A.

2019. Transición alimentaria en poblaciones originarias del norte de Tierra del Fuego durante el período misional salesiano: una aproximación isotópica. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 21(1): 1-17.

Vanderklift, M. A. y Ponsard, S.

2003. Sources of variation in consumer-diet $\delta^{15}\text{N}$ enrichment: a meta analysis. *Oecologia* 136(2): 169-182.

van der Merwe, N. J. y Medina, E.

1991. The canopy effect, carbon isotope ratios and foodwebs in Amazonia. *Journal of Archaeological Science* 18 (3): 249-259.

van der Wal, R.

2006. Do herbivores cause habitat degradation or vegetation state transition? Evidence from the tundra. *Oikos* 114(1): 177-186.

van Klinken, G. J.

1999. Bone collagen quality indicators for paleodietary and radiocarbon measurements. *Journal of Archaeological Science* 26: 687-695.

Vázquez, M.

2012. El “Lejano Oriente”: Prospecciones arqueológicas en la costa norte de Península Mitre. En: M. Vázquez, D. Elkin y J. Oría (eds.), *Patrimonio a orillas del mar. Arqueología del Litoral Atlántico de Tierra del Fuego*, pp. 177-207. Ushuaia, Editora Cultural Tierra del Fuego.

Vázquez, M., Martinoli, M. P., Tivoli, A. M., Pinto Vargas, G., Piana, E. L., Alunni, D., Zangrando, A. F.

2018. Kaiyawoteha II. Pautas de aprovisionamiento de recursos animales en la bahía de Ushuaia durante el Holoceno tardío. Póster presentado en el IV Encuentro Latinoamericano de ArqueoZoología, Río Gallegos..

Vázquez, M., Santiago, F. y Zangrando, A. F.

2019. La factoría de bahía Thetis, antecedentes históricos y tafonomía de camadas de huesos de pinnípedos. *Magallania (Punta Arenas)* 47(2): 151-173.

Vázquez, M., Zangrando, A. F. J., Tessone, A. y Ceraso, A.

2011. Investigaciones arqueológicas recientes en la costa suroriental de Península Mitre. En: Zangrando, A. F., M. Vázquez y A. Tessone (eds.), *Los cazadores-recolectores del extremo oriental fueguino. Arqueología de Península Mitre e Isla de los Estados*: 203-230. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Vidal, H.J.

1985. Los Conchales de Bahía Valentín. Tesis de Licenciatura inédita, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

Venovcevs, A.

2013. *Dress for life and death: The archaeology of common nineteenth-century buttons* [Presentación en conferencia]. 23rd annual Forward Into the Past Conference, Wilfrid Laurier University, Waterloo, Canadá. Disponible en Internet en: http://www.fitp.ca/articles/FITPXXIII/Dress_for_Life_and_Death_Paper.pdf

Verhagen, P., Nuninger, L. y Groenhuijzen, M. R.

2019. Modelling of pathways and movement networks in archaeology: an overview of current approaches. En: P. Verhagen, J. Joyce y M. R. Groenhuijzen (eds.), *Finding the Limits of the Limes*, pp. 217-249. Cham, Springer.

Wake, D. B., Hadly, E. A. y Ackerly, D. D.

2009. Biogeography, changing climates, and niche evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(2): 19631-19636.

Walker, P. L.

1986. Porotic hyperostosis in a marine-dependent California Indian population. *American Journal of Physical Anthropology* 69(3): 345-354.

Walker, P. L., Bathurst, R. R., Richman, R., Gjerdrum, T. y Andrushko, V. A.

2009. The causes of porotic hyperostosis and cribra orbitalia: A reappraisal of the iron-deficiency-anemia hypothesis. *American Journal of Physical Anthropology* 139(2): 109-125.

Walker, P. L. y DeNiro, M. J.

1986. Stable nitrogen and carbon isotope ratios in bone collagen as indices of prehistoric dietary dependence on marine and terrestrial resources in southern California. *American Journal of Physical Anthropology* 71(1): 51-61.

Walker, S.

2019. The persistence of place: Hunter-gatherer mortuary practices and land-use in the Trent Valley, Ontario. *Journal of Anthropological Archaeology* 54: 133-148.

Walthall, J. A.

1999. Mortuary behavior and early Holocene land use in the North American midcontinent. *North American Archaeologist* 20(1): 1-30.

Warinner, C. y Tuross, N.

2009. Alkaline cooking and stable isotope tissue-diet spacing in swine: archaeological implications. *Journal of Archaeological Science* 36(8): 1690-1697.

2010. Brief communication: Tissue isotopic enrichment associated with growth depression in a pig: Implications for archaeology and ecology. *American Journal of Physical Anthropology* 141(3): 486-493.

Watanabe, H.

1983. Occupational Differentiation And Social Stratification: The Case Of Northern Pacific Maritime Food-Gatherers. *Current Anthropology* 24(2): 217-219.

Waters-Rist, A. L., Bazaliiskii, V. I., Weber, A. W. y Katzenberg, M. A.

2011. Infant and child diet in Neolithic hunter-fisher-gatherers from Cis-Baikal, Siberia: Intra-long bone stable nitrogen and carbon isotope ratios. *American Journal of Physical Anthropology* 146(2): 225-241.

Webb, E. C., Lewis, J., Shain, A., Kastrisianaki-Guyton, E., Honch, N. V., Stewart, A., ... y Evershed, R. P.

2017. The influence of varying proportions of terrestrial and marine dietary protein on the stable carbon-isotope compositions of pig tissues from a controlled feeding experiment. *STAR: Science & Technology of Archaeological Research* 3(1): 28-44.

Webb, E. C., Stewart, A., Miller, B., Tarlton, J. y Evershed, R. P.

2016. Age effects and the influence of varying proportions of terrestrial and marine dietary protein on the stable nitrogen-isotope compositions of pig bone collagen and soft tissues from a controlled feeding experiment. *STAR: Science & Technology of Archaeological Research* 2(1): 54-66.

Weber, A. W., White, D., Bazaliiskii, V. I., Goriunova, O. I., Savel'ev, N. A. y Katzenberg, M. A. 2011. Hunter-gatherer foraging ranges, migrations, and travel in the middle Holocene Baikal region of Siberia: Insights from carbon and nitrogen stable isotope signatures. *Journal of Anthropological Archaeology* 30(4): 523-548.

Weddell, J.

1825. *A voyage towards the South Pole performed in the years 1822-1824 containing an examination of the Antarctic Sea, to the seventy-fourth degree of latitude: and a visit to Tierra del Fuego with a particular account of the inhabitants; to which is added, much useful information on the coasting navigation of Cape Horn, and the adjacent lands, with charts of harbours, &c.* Londres, Loneman, Hurst, Rees, Orme, Brown and Green, Paternoster-Row.

1827. *A voyage towards the South Pole, performed in the years 1822-24, containing an examination of the Antarctic Sea, to the seventy-fourth degree of latitude: and a visit to Tierra del Fuego, with a particular account of the inhabitants; to which is added, much useful information on the coasting navigation of Cape Horn, and the adjacent lands, with charts of harbours, see, segunda edición.* Londres, Loneman, Hurst, Rees, Orme, Brown and Green, Paternoster-Row.

Wendrich, W. y H. Barnard

2008. The archaeology of mobility: definitions and research approaches. En: H. Barnard y W. Wendrich (eds.), *The archaeology of mobility: Old World and New World nomadism*: 1-21. Los Angeles, Cotsen Advanced Seminars 4, University of California.

Whallon, R.

2006. Social networks and information: Non-“utilitarian” mobility among hunter-gatherers. *Journal of Anthropological Archaeology* 25(2): 259-270.

White, C., Longstaffe, F. J. y Law, K. R.

2004. Exploring the effects of environment, physiology and diet on oxygen isotope ratios in ancient Nubian bones and teeth. *Journal of Archaeological Science* 31(2): 233-250.

Whiteman, J. P., Elliott Smith, E. A., Besser, A. C. y Newsome, S. D.

2019. A guide to using compound-specific stable isotope analysis to study the fates of molecules in organisms and ecosystems. *Diversity* 11(1): 8.

Williams, J. S., White, C. D. y Longstaffe, F. J.

2005. Trophic level and macronutrient shift effects associated with the weaning process in the Postclassic Maya. *American Journal of Physical Anthropology* 128(4): 781-790.

Wilkes, C.

1849. *Narrative of the United States exploring expedition during the years 1838, 1839, 1840, 1841, 1842*. Philadelphia.

Winterhalder, B.

1981. Optimal Foraging Strategies and Hunter-Gatherer Research in Anthropology: Theory and Models. En: B. Winterhalder y E. A. Smith (eds.), *Hunter-gatherer foraging strategies*, pp. 13-55. Chicago, University of Chicago Press.

Winterhalder, B. y Smith, E. A.

2000. Analyzing Adaptive Strategies: Human Behavioral Ecology at Twenty-Five. *Evolutionary Anthropology* 9: 51-72.

Wißing, C., Rougier, H., Baumann, C., Comeyne, A., Crevecoeur, I., Drucker, D. G., ... & Bocherens, H.

2019. Stable isotopes reveal patterns of diet and mobility in the last Neandertals and first modern humans in Europe. *Scientific reports* 9(1): 4433.

Wobst, H. M.

1978. The archaeo-ethnology of hunter-gatherers or the tyranny of the ethnographic record in archaeology. *American Antiquity* 43(2): 303-309.

Wolf, N., Carleton, S. A. y Martínez del Río, C.

2009. Ten years of experimental animal isotopic ecology. *Functional Ecology* 23: 17-26.

Wood, B. M., Harris, J. A., Raichlen, D. A., Pontzer, H., Sayre, K., Sancilio, A., ... y Jones, J. H.

2021. Gendered movement ecology and landscape use in Hadza hunter-gatherers. *Nature Human Behaviour* 5(4): 436-446.

Wright, L. E. y Schwarcz, H. P.

1998. Stable carbon and oxygen isotopes in human tooth enamel: identifying breastfeeding and weaning in prehistory. *American Journal of Physical Anthropology* 106(1): 1-18.

1999. Correspondence between stable carbon, oxygen and nitrogen isotopes in human tooth enamel and dentine: infant diets at Kaminaljuyú. *Journal of Archaeological Science* 26(9): 1159-1170.

Yesner, D. R.

1980. Maritime Hunter-Gatherers: Ecology and Prehistory. *Current Anthropology* 21: 727-750.

Yesner, D. R., Figuerero Torres, M. J., Guichón, R. y Borrero, L. A.

1991. Análisis de isótopos estables en esqueletos humanos: confirmación de patrones de subsistencia etnográficos para Tierra del Fuego. *Shincal* 3: 182-191.

2003. Stable isotopes analysis of human bone and ethnohistoric subsistence patterns in Tierra del Fuego. *Journal of Anthropological Archaeology* 22: 279-291.

Zalewski, M., Dudek, D., Tiunov, A. V., Godeau, J. F., Okuzaki, Y., Ikeda, H., Sienkiewicz, P. y Ulrich, W. 2014. High niche overlap in the stable isotope space of ground beetles. *Annales Zoologici Fennici* 51(3):301-312.

Zangrando, A. F. J.

2003. *Ictioarqueología del canal Beagle. Explotación de peces y su implicación en la subsistencia humana*. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

2009a. Historia evolutiva y subsistencia de cazadores-recolectores marítimos de Tierra del Fuego. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

2009b. Is fishing intensification a direct route to hunter-gatherer complexity? A case study from the Beagle Channel Region (Tierra del Fuego, southern South America). *World Archaeology* 41 (4): 589-608.

2010. Coastal Archaeology and Hunter-Gatherers in Southeastern Tierra del Fuego. *Journal of Island and Coastal Archaeology* 5: 588-291.

2018. Poblamiento temprano y arqueología de costas en Patagonia y Tierra del Fuego: vacío de información, preconceptos y perspectivas. *Intersecciones en Antropología* 19(2): 63-97

Zangrando, A. F. J., Borrazzo, K. B., Tivoli, A. M., Alunni, D. V. y Martinoli, M. P.

2014a. El sitio Heshkaia 35: nuevos datos sobre la arqueología de Moat (Tierra del Fuego, Argentina). *Revista del Museo de Antropología* 7 (1): 11-24.

Zangrando, A. F. J., Kochi, S., Nye, J. W., Tessone, A., Riccialdelli, L., Tivoli, A. M., Martinoli, M. P., Pérez, S. A. y Fogel, M. L.

2022. Long-Term Interaction between Hunter-Gatherer-Fisher Societies and Marine Resources in the Southern Tip of South America: Applications of Stable Isotopes in Zooarchaeology. En: A. E. Sharpe y J. Krigbaum (eds.), *Isotope Research in Zooarchaeology: Methods, Applications, and Advances*, pp. 15–43. Gainesville, University Press of Florida.

Zangrando, A. F. J., Panarello, H. O. y Piana, E. L.

2014b. Zooarchaeological and Stable Isotopic Assessments on Pinniped–Human Relations in the Beagle Channel (Tierra del Fuego, Southern South America). *International Journal of Osteoarchaeology* 24: 231–244.

Zangrando, A. F., Pinto Vargas, G. y Tivoli, A. M.

2017. Decreased foraging return in shellfishing? Species composition and shell size of blue mussel (*Mytilus edulis*) from a Late Holocene site of the South Coast of Tierra del Fuego. *Quaternary International* 427: 160-169.

Zangrando, A. F. J., Ponce, J. F., Martinoli, M. P., Montes, A., Piana, E. y Vanella, F.

2016. Palaeogeographic changes drove prehistoric fishing practices in the Cambaceres Bay (Tierra del Fuego, Argentina) during the middle and late Holocene. *Environmental Archaeology* 21(2): 182-192.

Zangrando, A. F. J., Riccialdelli, L., Kochi, S., Nye, J. W. y Tessone, A.

2016. Stable isotope evidence supports pelagic fishing by hunter-gatherers in southern South America during the Late Holocene. *Journal of Archaeological Science: Reports* 8: 486-491.

Zangrando, A. F. J. y Tessone, A.

2018. Prospección arqueológica del litoral norte de Isla de los Estados. Informe preliminar. Ms.

Zangrando, A. F. J., Tessone, A., Ugan, A. y Gutiérrez, M. A.

2014c. Applications of Stable Isotope Analysis in Zooarchaeology: An Introduction. *International Journal of Osteoarchaeology* 24: 127-133.

Zangrando, A. F. J., Tessone, A., Valencio, S., Panarello, H. O., Salemme, M. y Mansur, M. E.

2003. Isótopos estables y dietas humanas en ambientes costeros. En: M.J. Feliu Ortega, J. M. Calleja, M. C. Edreira Sánchez, M. C. Fernández Lorenzo, M. P. Martínez Brell, A. Gil Montero y R. A. Puerto (eds.), *Avances en Arqueometría*, pp. 91–97. Cádiz, Servicio de Publicaciones.

Zangrando, A. F. J., Tessone, A. y Vázquez, M.

2009. El uso de espacios marginales en el archipiélago fueguino: implicaciones de la evidencia arqueológica de Bahía Valentín. En: M. Salemme, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez y E. Mansur (eds.), *Arqueología de la Patagonia: una mirada desde el último confín*, pp. 47-62. Ushuaia, Utopías.

Zangrando, A. F. J. y Tivoli, A. M.

2015. Human use of birds and fish in marine settings of southern Patagonia and Tierra del Fuego in the Holocene: A first macro-regional approach. *Quaternary International* 373: 82-95.

Zangrando, A. F. J., Tivoli, A. M., Fernández Ropero, M. C. y Pinto Vargas, G.

2021. Contextos arqueológicos en paleocostas: un nuevo caso de estudio en bahía Moat (Tierra del Fuego). Presentación en XI Jornadas de Arqueología de la Patagonia.

Zangrando, A. F., Vázquez, M. y Tessone, A.

2011. Arqueología de Península Mitre e Isla de los Estados. Una introducción. En: A. F. J. Zangrando, M. Vázquez y A. Tessone (eds.), *Los cazadores-recolectores del extremo*

oriental fueguino. Arqueología de Península Mitre e Isla de los Estados, pp. 19-30. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Zangrando, A. F., Vázquez, M., Tessone, A., Tivoli, A. M., Martinoli, M. P., Fernández Ropero, C., Alunni, D. V. y Pinto Vargas G.

2017. Primeros datos sobre la arqueología de Bahía Franklin, Isla de los Estados. Póster presentado en las X Jornadas Nacionales de la Patagonia, Puerto Madryn.

Zarina, G., Sholts, S. B., Tichinin, A., Rudovica, V., Vīksna, A., Engīzere, A., ... y Wärmländer, S. K.

2016. Cribra orbitalia as a potential indicator of childhood stress: Evidence from paleopathology, stable C, N, and O isotopes, and trace element concentrations in children from a 17th-18th century cemetery in JĻkabpils, Latvia. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 38: 131-137.

Zeanah, D. W.

2004. Sexual division of labor and central place foraging: a model for the Carson Desert of western Nevada. *Journal of Anthropological Archaeology* 23(1): 1-32.

Zhu, M. y Sealy, J.

2019. Multi-tissue stable carbon and nitrogen isotope models for dietary reconstruction: Evaluation using a southern African farming population. *American Journal of Physical Anthropology* 168(1): 145-153.

Zilio, L. y Hammond, H.

2018. A Persistent Place for Hunter-Gatherers During the Late Holocene: The Case of Burials in Pit on the Coast of Lángara Bay, Argentine Patagonia. *The Journal of Island and Coastal Archaeology* 13(3): 438-449.

Zilio, L., Tessone, A. y Hammond, H.

2018. Stable isotope ecology and human palaeodiet in the northern coast of Santa Cruz (Argentine Patagonia). *International Journal of Osteoarchaeology* 28(3): 305-317.

Zvelebil, M.

2000. Fat Is A Feminist Issue: On Ideology, Diet, and Health in Hunter-Gatherer Societies. En: M. Donald y L. Hurcombe (eds.), *Gender and material culture in archaeological perspective*, pp. 209-221. Gran Bretaña, Palgrave Macmillan.

Zvelebil, M. y Weber, A. W.

2013. Human bioarchaeology: Group identity and individual life histories—Introduction.
Journal of Anthropological Archaeology 32(3): 275-279.

Anexo del capítulo 7: Ecología isotópica

Guanaco (*Lama guanicoe*)

Sitio	Capa	Código	Cronología (cal. AP)	%C	%N	C/N	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	Referencia
Túnel I	X 4to cte cuadrícula XV	42134	2950-2409	37,5	13,4	3,3	-22,5	3,8	Este trabajo
Túnel I	X 4to cte cuadrícula XIV	42135		42,7	15,6	3,2	-23,1	3,8	Este trabajo
Túnel I	X 4to cte cuadrícula XV	42136		40,4	14,6	3,2	-22,0	3,1	Este trabajo
Túnel I	X 4to cte cuadrícula XV	42137		36,6	13,3	3,2	-21,7	2,7	Este trabajo
Túnel I	X 4to cte cuadrícula XIV	42138		40,0	14,3	3,3	-20,7	3,2	Este trabajo
Imiwaia	B	Imi 31996	1582-1179	39,9	14,5	3,0	-21,8	4,3	Kochi et al. (2020)
Heshkaia 28	C	Hesh 28 43	660-553	39,2	13,5	3,1	-22,4	1,6	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 30	C	Hesh 30 58	449-57	40,1	14,8	2,9	-21,4	-0,2	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 34	C	Hesh 34 440	925-769	39,9	14,3	3,0	-23,2	2,4	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 35	C2	Hesh 35 142	653-497	39,2	14,3	3,0	-21,1	0,6	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 34	C	Hesh34 340	925-769	38,5	13,5	3,1	-21,9	1,5	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 39		Hesh39 3	H. tardío	39,6	14,3	3,0	-19,6	-2,5	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 35	T A/B	36555	653-497	45,1	16,2	3,3	-21,1	2,3	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 35	B	36571		42,8	14,4	3,5	-22,5	2,1	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 35	CT	36569		33,6	11,2	3,5	-21,4	3,5	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 35	CT	36557		46,1	16,1	3,3	-21,7	2,5	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 35	CT	36584		46,2	16,2	3,3	-21,8	2,1	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 35	CT	36560		44,7	14,8	3,5	-23,5	3,4	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 35	C	36586		45,4	16	3,3	-22	2,4	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 35	C	36590		42,8	14,9	3,4	-22,5	2,6	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 35	C	36568		42,9	14,4	3,5	-22,8	2,3	Kochi et al. (2018)

Heshkaia 35	C	36588		46	16,1	3,3	-22,5	2,9	Kochi et al. (2018)
Heshkaia 34	C10	42141	925-769	45,7	16,0	3,3	-22,6	2,8	Este trabajo
Heshkaia 34	F50	42142		39,4	13,9	3,3	-22,2	2,5	Este trabajo
Heshkaia 34	F135	42143		40,1	14,0	3,3	-21,9	2,5	Este trabajo
Heshkaia 34*	F60	42144		56,1	20,1	3,3	-23,5	4,4	Este trabajo
BV S42		42119	926-786	40,7	14,7	3,2	-22,6	1,0	Este trabajo
BV S42		42122		36,3	12,7	3,3	-23,2	2,2	Este trabajo
BV S42		42124		43,1	14,9	3,4	-23,3	1,8	Este trabajo
BV S42		42126		41,7	14,7	3,3	-22,1	2,9	Este trabajo
BV S11	H	42123	1529-1178	37,5	13,4	3,3	-22,4	0,8	Este trabajo
BV S11	J	42120	1529-1362	42,2	15,1	3,3	-22,0	2,3	Este trabajo
Moat Tt214 r3♦	Superficie	42145	Moderno	40,0	13,4	3,5	-25,1	1,9	Este trabajo
MoatT106 RS♦	Superficie	42146	Moderno	32,9	11,9	3,2	-24,9	2,0	Este trabajo
Moat 1♦	Superficie	44	Moderno	40,6	14,8	3,0	-24,0	2,5	Kochi et al. (2018)
Moat 2♦	Superficie	45	Moderno	40,2	14,3	3,0	-25,1	1,8	Kochi et al. (2018)
Moat 3♦	Superficie	46	Moderno	40,4	14,6	3,0	-23,7	1,3	Kochi et al. (2018)

Referencias: *Retirado de los análisis estadísticos subsiguientes. ♦Valores $\delta^{13}\text{C}$ sin corregir por Efecto Suess.

Plantas terrestres

Taxa	Localidad	Código	Cronología	C/N	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	Referencias
* <i>Deschampsia</i> sp.	Heshkaia	31249	Moderno	15,7	-31,8	3,2	Kochi et al. (2018)
* <i>Acaena magellanica</i>	Heshkaia	31250		37,0	-28,9	2,1	Kochi et al. (2018)
* <i>Misodendrum punctulatum</i>	Cambaceres	31251		42,8	-29,1	1,9	Kochi et al. (2018)
* <i>Gunnera magellanica</i>	Heshkaia	31254		21,3	-28,2	-1,2	Kochi et al. (2018)
* <i>Blechnum penna-marina</i>	Heshkaia	31255		42,2	-28,5	0,4	Kochi et al. (2018)
* <i>Azorella</i> sp.	Heshkaia	31256		65,8	-29,3	-2,6	Kochi et al. (2018)
* <i>Acaena magellanica</i>	Heshkaia	31257		20,7	-29,2	2,3	Kochi et al. (2018)
* <i>Acaena magellanica</i>	Heshkaia	31259		21,9	-30,9	3,3	Kochi et al. (2018)
* <i>Carex</i> sp.	Cambaceres	31260		63,8	-28,8	1,6	Kochi et al. (2018)
* <i>Trisetum spicatum</i>	Heshkaia	31261		20,0	-29,2	-3,6	Kochi et al. (2018)
* <i>Usnea</i> sp.	Cambaceres	31258		101,7	-24,6	-14,9	Kochi et al. (2018)
* <i>Usnea</i> sp.	Cambaceres	31252		43,0	-24,9	-16,2	Kochi et al. (2018)
* <i>Usnea</i> sp.	Cambaceres	31253		89,7	-22,7	-17,4	Kochi et al. (2018)

Referencias: * Valores $\delta^{13}\text{C}$ sin corregir por Efecto Suess.

Pinnípedos: lobo marino de dos pelos (*Arctocephalus australis*) y de un pelo (*Otaria flavescens*)

Taxón	Sitio	Capa	Código	Cronología (cal. AP)	%C	%N	C/N	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	Referencia
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	35880	2140-1690 cal. AP			3,2	-11,8	17	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	42527				3,2	-12,6	16,8	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	40194				3,3	-11,4	19	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	35229				3,2	-11,8	17,2	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	42460				3,2	-12,3	16,1	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	36597				3,2	-12,5	20,1	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	42742				3,2	-11,7	17,7	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	37702				3,2	-12,7	19,2	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	37371				3,1	-11,9	16,7	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	42614				3,2	-11,5	17,7	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	136325				3,2	-12,3	16,3	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	42439				3,2	-11,3	17,8	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	42416				3,2	-11,6	17	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	40878				3,2	-11,8	18,1	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	35210				3,4	-12,5	17,2	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	42421				3,4	-11,4	17	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	37401				3,4	-11,9	16,7	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	C1	37605				3,5	-12,2	16,8	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel I	α	24782	2950-5409 cal. AP	34.8	11.6	3,5	-12	16,2	Zangrando et al. (2014)
	Ajej 1	C	2705	1430-780 cal. AP			3,4	-11,9	16,5	Nye et al. (2020)
	Ajej 1	C	1031				3,5	-13,3	17,7	Nye et al. (2020)
	Ajej 1	C	2174				3,4	-12	16,2	Nye et al. (2020)
	Ajej 1	C	3084				3,5	-12,9	15,5	Nye et al. (2020)
	Ajej 1	C	1405				3,5	-12,4	16	Nye et al. (2020)

	Ajej 1	C	2629				3,5	-12,2	16,2	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Kaiawoteha II	N1	K 9729	680-560 cal. AP			3,2	-11,4	18	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Kaiawoteha II	N1	K 8470				3,3	-12,8	16,6	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Kaiawoteha II	N1	K 8676				3,5	-13,5	16,4	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Kaiawoteha II	N1	K 7756				3,6	-11,8	16,7	Nye et al. (2020)
	Kaiawoteha II	N1	K 8388				3,6	-11,9	16,5	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Kaiawoteha II	N1	K 9037				3,4	-11,8	16,7	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Kaiawoteha II	N1	K 8872				3,5	-11,5	16,7	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Shamakush I	D-F	SH 1765	1100-1000 cal. AP			3,2	-13,9	16,6	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Shamakush I	D-F	SH 1655				3,3	-12,7	19,8	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Shamakush I	D-F	SH 1751				3,4	-14,1	16,2	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Shamakush I	D-F	SH 1511				3,5	-12,7	18,1	Nye et al. (2020)
	Heshkaia 28	C	H28-25B1	660-550 cal. AP			3,3	-14,8	17,5	Nye et al. (2020)
	Heshkaia 28	C	H28-9908-F40				3,3	-13,9	18,8	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Heshkaia 28	C	7571				3,3	-14,7	16,1	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Heshkaia 28	C	9908				3,3	-13,9	18,8	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	BVS11	J-C 15	13,225	1500-1120 cal. AP			3,5	-13	20,2	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	BVS12	J-C 15	10,246				3,6	-13,6	21,8	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	B. Crossley I	II-VI	BCI VI 80	3060-1310 cal. AP			3,4	-10,4	18,3	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	B. Crossley I	II-VI	II 879				3,4	-12,7	16,4	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	B. Crossley I	II-VI	BCI 968				3,5	-10,6	19,7	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	B. Crossley I	II-VI	11870				3,6	-11,9	18,5	Nye et al. (2020)
<i>A. australis</i>	Túnel VII	B	24775	1835-1898 AD	46.2	16.4	3,3	-12	16,8	Zangrando et al. (2014)
<i>A. australis</i>	Túnel VII	B	24776		41.3	14.3	3,4	-11,7	17,5	Zangrando et al. (2014)
<i>A. australis</i>	Túnel VII	B	24785		44.2	15.5	3,3	-12,6	16,8	Zangrando et al. (2014)
<i>A. australis</i>	Túnel VII	B	24786		42.2	15	3,3	-11,8	17	Zangrando et al. (2014)
<i>A. australis</i>	Túnel VII	B	24787		41.3	15	3,2	-11,7	17,5	Zangrando et al. (2014)
<i>A. australis</i>	Túnel VII	B	24788		43.8	15.9	3,2	-12	16,1	Zangrando et al. (2014)

<i>A. australis</i>	Túnel VII	B	24789		40.8	15.1	3,1	-11,7	17,2	Zangrando et al. (2014)
<i>A. australis</i>	Túnel VII	B	24791		44.5	16.1	3,2	-11,6	16,7	Zangrando et al. (2014)
<i>A. australis</i>	Túnel VII	B	24792		40.3	14.4	3,3	-12,1	18,1	Zangrando et al. (2014)
<i>A. australis</i>	Túnel VII	B	24925		45.9	16.7	3,2	-12,4	17,2	Zangrando et al. (2014)
<i>A. australis</i>	Túnel VII	B	24926		42	15.2	3,2	-11,5	17,9	Zangrando et al. (2014)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-7	1940-1948 AD			3,4	-13,4	16,8	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-7				3,4	-13,4	17,3	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-9				3,4	-13	17,2	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-43				3,4	-12,4	18,3	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-14				3,4	-13,3	15,5	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-8				3,4	-12,6	17,7	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-15				3,4	-13,3	19,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-15				3,4	-13,3	20,3	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-7				3,4	-12,3	19,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-21				3,4	-12,8	18,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-15				3,4	-13,2	16,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-20				3,4	-14,1	15	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-19				3,4	-13,1	18,5	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-12				3,4	-13,7	18,7	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-12				3,4	-13,7	19,1	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-63				3,4	-12,1	21,1	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-12				3,4	-11,6	20,2	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-97				3,4	-12,8	17,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-94				3,5	-12,9	17	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-48				3,5	-13,2	18,1	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-13				3,5	-14,2	17,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-54				3,5	-15,2	17,2	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-17				3,5	-13,2	19,1	Nye et al. (2020)

<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-5				3,5	-12,9	19,4	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-84				3,5	-12,7	14,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-2				3,5	-12,7	17,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-16				3,5	-12,5	20,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-25				3,5	-13,8	18,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-25				3,5	-13,8	19,1	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-90				3,5	-13,4	14,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-6				3,5	-13,2	15,4	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-98				3,5	-14,2	13,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-71				3,6	-14,9	19,4	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-103-01				3,6	-13,6	15,2	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-17				3,6	-14,8	17,7	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-17				3,6	-14,8	18,2	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-27				3,1	-12,7	18	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-27				3,1	-12,7	18,4	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-6				3,1	-13,1	18,2	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-6				3,1	-13,1	18,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-69				3,1	-12,4	18,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-74				3,1	-14,5	17,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-78				3,2	-11,9	18,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-18				3,2	-12,6	19,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-18				3,2	-12,6	20	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-24				3,2	-12,9	19,5	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-24				3,2	-12,9	19,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-79				3,2	-12,6	18	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-87				3,2	-10,8	18,1	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-81				3,2	-12,9	18,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-86				3,2	-12,4	19,5	Nye et al. (2020)

<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-29				3,2	-12,8	18,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-29				3,2	-12,8	19,1	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-82				3,3	-12,8	17,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-26				3,3	-13,7	17,1	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-26				3,3	-13,7	17,5	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-102				3,3	-12	16,1	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-41				3,3	-12,7	17,5	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-83				3,3	-12,4	18,7	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-47				3,3	-12,9	16,8	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-7				3,4	-13,4	16,8	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-7				3,4	-13,4	17,3	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-9				3,4	-13	17,2	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-43				3,4	-12,4	18,3	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-14				3,4	-13,3	15,5	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-8				3,4	-12,6	17,7	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-15				3,4	-13,3	19,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-15				3,4	-13,3	20,3	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-7				3,4	-12,3	19,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-21				3,4	-12,8	18,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-15				3,4	-13,2	16,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-20				3,4	-14,1	15	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-19				3,4	-13,1	18,5	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-12				3,4	-13,7	18,7	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-12				3,4	-13,7	19,1	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-63				3,4	-12,1	21,1	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-12				3,4	-11,6	20,2	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-97				3,4	-12,8	17,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-94				3,5	-12,9	17	Nye et al. (2020)

<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-48				3,5	-13,2	18,1	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-13				3,5	-14,2	17,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-54				3,5	-15,2	17,2	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-17				3,5	-13,2	19,1	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-5				3,5	-12,9	19,4	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-84				3,5	-12,7	14,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-2				3,5	-12,7	17,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-16				3,5	-12,5	20,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-25				3,5	-13,8	18,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-25				3,5	-13,8	19,1	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-90				3,5	-13,4	14,9	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-fem-6				3,5	-13,2	15,4	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-98				3,5	-14,2	13,6	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-71				3,6	-14,9	19,4	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-103-01				3,6	-13,6	15,2	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-17				3,6	-14,8	17,7	Nye et al. (2020)
<i>O. flavescens</i>	Factoría B. Thetis	Sup.	T-17				3,6	-14,8	18,2	Nye et al. (2020)

Referencias: los especímenes de Factoría Bahía Thetis no están corregidos por efecto Suess oceánico.

Aves: pingüino magallánico (*S. magellanicus*), cormorán (*Phalacrocorax* sp.), *Thalassarche* sp.

Taxón	Sitio	Capa	Código	Cronología (cal. AP)	%C	%N	C/N	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	Referencia
<i>S. magellanicus</i>	Mischiúen I	C	36553	932-649	46,1	16,1	3,4	-13,2	17,7	Kochi et al. (2018)
<i>S. magellanicus</i>	Mischiúen I	C	36558		46	16,1	3,5	-13,2	17,4	Kochi et al. (2018)
<i>S. magellanicus</i>	Mischiúen I	C	36566		42,8	14,9	3,6	-13,7	17,2	Kochi et al. (2018)
<i>S. magellanicus</i>	Mischiúen I	C	36572		45,4	16	3,5	-13	17,8	Kochi et al. (2018)
<i>S. magellanicus</i>	Mischiúen I	C	36583		42,8	14,4	3,4	-11,8	18	Kochi et al. (2018)
<i>S. magellanicus</i>	Shamakush I	C-D	36582	2101-905	44,7	14,8	3,4	-13,2	17,2	Kochi et al. (2018)
<i>S. magellanicus</i>	Shamakush I	C-D	36577		33,6	11,2	3,4	-12,8	17,2	Kochi et al. (2018)
<i>S. magellanicus</i>	Shamakush I	C-D	36578		42,9	14,4	3,4	-13,7	16,7	Kochi et al. (2018)
<i>S. magellanicus</i>	Shamakush X	E	36580	1433-970	45,1	16,2	3,3	-11,7	17,2	Kochi et al. (2018)
<i>S. magellanicus</i>	Shamakush X	E	36581		46,2	16,2	3,5	-12,4	14,8	Kochi et al. (2018)
<i>Phalacrocorax</i> sp.	Túnel II	B	32248	1184-786	38,7	14,1	3,2	-12,9	15	Kochi et al. (2018)
<i>Phalacrocorax</i> sp.	Túnel II	B	32250		38,2	14,2	3,1	-12,6	14,9	Kochi et al. (2018)
<i>Phalacrocorax</i> sp.	Túnel II	B	32254		37,8	13,9	3,2	-12,5	15,4	Kochi et al. (2018)
<i>Phalacrocorax</i> sp.	Túnel II	B	32255		38,4	13,7	3,3	-12,9	14,6	Kochi et al. (2018)
<i>Phalacrocorax</i> sp.	Túnel II	B	32257		34,1	12,6	3,2	-12,6	15,7	Kochi et al. (2018)
<i>Phalacrocorax</i> sp.	Túnel II	B	32262		40,2	14,8	3,2	-12,4	16	Kochi et al. (2018)
<i>Phalacrocorax</i> sp.	Túnel II	B	32265		38,6	14,4	3,1	-12,6	15,1	Kochi et al. (2018)
<i>Phalacrocorax</i> sp.	Túnel II	B	32266		38,7	14,3	3,1	-12,7	15,5	Kochi et al. (2018)
<i>Phalacrocorax</i> sp.	Shamakush I	D	32259	2101-1538	33,1	11,8	3,3	-13,3	16	Kochi et al. (2018)
<i>Phalacrocorax</i> sp.	Shamakush I	D	32247		38,5	14,3	3,1	-12,7	15,2	Kochi et al. (2018)
<i>Phalacrocorax</i> sp.	Shamakush I	D	32263		38,2	13,8	3,2	-12,2	16,6	Kochi et al. (2018)
<i>Thalassarche</i> sp.	Imiwaia I	B	32246		33,8	12,7	3,1	-12,7	19,1	Kochi et al. (2018)
<i>Thalassarche</i> sp.	Imiwaia I	B	32249		36,4	13,5	3,2	-13,2	18,2	Kochi et al. (2018)
<i>Thalassarche</i> sp.	Imiwaia I	B	32256		39,9	15	3,1	-12,8	19,4	Kochi et al. (2018)

<i>Thalassarche</i> sp.	Imiwaia I	B	32261		38,6	14,5	3,1	-13	18,5	Kochi et al. (2018)
<i>Thalassarche</i> sp.	Imiwaia I	B	32258		38,3	14,4	3,1	-12,8	20,6	Kochi et al. (2018)
<i>Thalassarche</i> sp.	Shamakush I	C-D	32260	2101-905	36,7	13,7	3,1	-12,9	18,2	Kochi et al. (2018)
<i>Thalassarche</i> sp.	Shamakush I	C-D	32251		37,3	13,8	3,2	-12,7	18,1	Kochi et al. (2018)
<i>Thalassarche</i> sp.	Shamakush I	C-D	32252		34,5	12,9	3,1	-12,9	17,9	Kochi et al. (2018)
<i>Thalassarche</i> sp.	Shamakush I	C-D	32253		35,6	13,1	3,2	-14,5	17,3	Kochi et al. (2018)
<i>Thalassarche</i> sp.	Shamakush X	E	32264	1433-970	38	14,1	3,1	-13,2	18,5	Kochi et al. (2018)

Peces: *Patagonotothen* sp., doradito (*Paranotothenia magellanica*), pez sierra, (*Thyrsites atun*), *Merluccius* sp., merluza de cola (*Macruronus magellanicus*)

Taxón	Sitio	Capa	Código	Cronología (cal. AP)	%C	%N	C/N	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	Referencia
<i>Patagonotothen</i> sp.	Shamakush I		36625		45.6	16	3.3	-9,5	16,7	Zangrando et al. (2016)
<i>Patagonotothen</i> sp.	Shamakush I		36626		42.5	14.8	3.3	-11,2	15,7	Zangrando et al. (2016)
<i>Patagonotothen</i> sp.	Shamakush I		36628		40.2	13.5	3.5	-12	17,1	Zangrando et al. (2016)
<i>Patagonotothen</i> sp.	Shamakush I		36629		41.2	13.5	3.6	-12,3	16,3	Zangrando et al. (2016)
<i>Patagonotothen</i> sp.	Shamakush I		36627		42.8	14.9	3.3	-11,2	16,8	Zangrando et al. (2016)
<i>P. magellanica</i>	Shamakush I		36624		42.5	14.8	3.4	-9,6	15,6	Zangrando et al. (2016)
<i>P. magellanica</i>	Shamakush I		36633		42	14.1	3.5	-11,7	14,6	Zangrando et al. (2016)
<i>P. magellanica</i>	Shamakush I		36631		42.1	14.6	3.4	-12,7	14,2	Zangrando et al. (2016)
<i>P. magellanica</i>	Shamakush I		36632		38.5	12.7	3.5	-10,6	15	Zangrando et al. (2016)
<i>T. atun</i>	Imiwaia I	B	35287	1582-1179	42.6	15.3	3.3	-13,2	14,5	Zangrando et al. (2016)
<i>T. atun</i>	Imiwaia I	B	35292		44.2	16.3	3.2	-12,1	15,8	Zangrando et al. (2016)
<i>T. atun</i>	Imiwaia I	B	35293		46.8	16.8	3.2	-13	14,6	Zangrando et al. (2016)
<i>T. atun</i>	Imiwaia I	B	35295		46.9	17.3	3.2	-12,3	15,5	Zangrando et al. (2016)
<i>T. atun</i>	Imiwaia I	B	35298		43	15.5	3.2	-12,2	15,2	Zangrando et al. (2016)
<i>T. atun</i>	Imiwaia I	B	35303		40.6	14.7	3.2	-13,1	14,8	Zangrando et al. (2016)
<i>T. atun</i>	Imiwaia I	B	35304		42.8	15.4	3.2	-12,7	14,9	Zangrando et al. (2016)
<i>T. atun</i>	Imiwaia I	B	35306		42.4	15.3	3.2	-12,4	15,8	Zangrando et al. (2016)
<i>T. atun</i>	Imiwaia I	B	32608		42.2	15	3.3	-13	14,8	Zangrando et al. (2016)
<i>T. atun</i>	Shamakush I	sondeo 6	32609	2101-1538	42.3	15.2	3.2	-11,6	17,7	Zangrando et al. (2016)
<i>T. atun</i>	Shamakush I	D	32611		46.6	16.7	3.3	-12,3	16	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32616	3922-2996	47.2	17	3.2	-13	18,3	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32617		43.6	15.4	3.3	-13,4	17	Zangrando et al. (2016)

<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32618		45.1	16.4	3.2	-11,7	17,9	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32619		42.8	15.5	3.2	-12,6	17,5	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32620		47.2	17.3	3.2	-12,5	16,6	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32621		45.3	16.4	3.2	-13,5	16,7	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32622		47.1	17.2	3.2	-13	16,4	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32585		44.8	15.9	3.3	-12,9	17,9	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32586		44.9	15.7	3.3	-13,2	16,6	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32587		45.2	16	3.3	-13	17	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32588		46.5	16.5	3.3	-11	16,5	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32589		45.3	16.4	3.2	-12,1	14,8	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32590		45.2	16	3.3	-13,7	17,5	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32591		43.8	15.6	3.3	-12,9	16,9	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Imiwaia I	D	32592		43.7	15.3	3.3	-13,1	16,2	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Túnel I	D	35285	7521-4863	43.3	16.1	3.1	-12,5	18,2	Zangrando et al. (2016)
<i>Merluccius</i> sp.	Túnel I	D	35288		42.7	15.3	3.2	-12,7	17,3	Zangrando et al. (2016)
<i>M. magellanicus</i>	Túnel I	CR	35284	4987-1510	37	13.4	3.2	-12	15,6	Zangrando et al. (2016)
<i>M. magellanicus</i>	Túnel I	C basal	35291		46	16.8	3.2	-11,5	15,1	Zangrando et al. (2016)

Moluscos

Taxón	Localidad	Código	Cronología	%C	%N	C/N	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	Referencia
<i>M. edulis</i> ♦	Estancia Túnel 54°48'S 68°13'W	35628	Moderno (2013)				-18,2	10,7	Kochi et al. (2018)
<i>M. edulis</i> ♦		35629					-18,5	10,5	Kochi et al. (2018)
<i>M. edulis</i> ♦		36718					-18,0	10,2	Kochi et al. (2018)
<i>M. edulis</i> ♦		36719					-17,7	10,1	Kochi et al. (2018)
<i>M. edulis</i> ♦		36720					-17,8	11	Kochi et al. (2018)
<i>M. edulis</i> ♦		35630					-16,4	11,7	Kochi et al. (2018)
<i>M. edulis</i> ♦		35631					-17,3	10,8	Kochi et al. (2018)
<i>M. edulis</i> ♦		36721					-17,0	11,1	Kochi et al. (2018)
<i>M. edulis</i> ♦		36722					-17,5	11,2	Kochi et al. (2018)
<i>M. edulis</i> ♦		36723					-16,9	11,5	Kochi et al. (2018)
<i>M. edulis</i> ♦		35632					-16,9	11,4	Kochi et al. (2018)
<i>M. edulis</i> ♦		35633					-17,1	11,2	Kochi et al. (2018)
<i>M. edulis</i> ♦		36724					-16,7	11,7	Kochi et al. (2018)

<i>M. edulis</i> ♦		36726					-17,2	11,6	Kochi et al. (2018)
<i>M. edulis</i> ♦		36725					-17,2	11,7	Kochi et al. (2018)

Referencias: ♦Valores $\delta^{13}\text{C}$ sin corregir por Efecto Suess.

Anexo del capítulo 7: Muestras humanas

Procedencia (inventario)	Cronología*	Sexo	Edad	Código laboratorio	$\delta^{13}\text{C}$ apatita VPDB	$\delta^{18}\text{O}$ carbonato VPDB	Código laboratorio	$\delta^{13}\text{C}$ Colágeno VPDB	$\delta^{15}\text{N}$ AIR	%C	%N	C/N	Rendimiento (%)
1) Ushuaia 13277	Post 1500 AP	Indet.	Adulto	Sin dato Geochron	-10,6		Sin dato Geochron	-12,6	18,8			3,3	
2) Isla Hoste 12589		M	Adulto		-10,7			-13,3	17,2			3,3	
3) Isla Hoste 12590		M	Adulto		-13,4			-16,8	13,2			3,2	
4) Isla Navarino 12588		M	Adulto		-13,9			-18,5	10,6			3,3	
5) Lautas 2 N°L2-288	S/d	F	Adulto	USF 360	-10,64		USF 360	-12,3	17,3	14,4	40,3	3,3	
6) Shamakush I 2679	S/d	Indet.	Infante	-	-		AIE 3058	-12,8	S/d			S/d	
7) Mischiuen III	1484-1953 AD	Ind.	Juvenil	M16	-8,07	-4,44	AIE 27568	-11,1	18,1	16,6	46,5	3,3	
8) Playa Larga	S/d	F	Adulto	M12	-9,61		AIE 27569	-11,5	18,2			3,3	
2668						-6,02				15,4	43,1		
9) Río Pipo	117-593 AD	M	Adulto	M13	-10,12		AIE 27570	-13,3	15,8	15,1	41,5	3,2	
2669						-4,85		-11,8	19,1				
10) Puerto Almanza 795	1501-1953 AD	M	Adulto	M11	-9,64	-5,57	AIE 27571	-11,9	18,0	16	45	3,3	
11) Ushuaia	S/d	S/d	Sub	M19	-9,37		AIE 27572	-11,9	18,4			3,3	
1607			adulto			-5,17				14,4	40,3		
12) Shamakush Entierro 6	610-1141 AD	M	Adulto	M15	-9,18	-5,40	AIE 27573	-12,4	18,3	14,7	41,4	3,3	
13) Ea. Harberton	Postcontacto	M	Adulto	M26	-9,85	-6,74	EILAB 87920	-11,6	18,6	15,4	42,6	3,2	
14) Paiashauaia	637-1157 AD	F	Adulto	M17	-9,86	-6,05	AIE 27575	-11,9	18,3	15,7	43,9	3,3	
15) Bosque Imiwaia 1	1464-1953 AD	F	Adulto	M18	-8,98	-3,96	EILAB 87914	-11,2	19,2	15,4	42,3	3,2	
16) Acatushun	Postcontacto	F	Adulto	M14	-11,54	-5,31	AIE 27574	-13,9	16,7	16,5	46,4	3,3	
17) Aeroclub	S/d	S/d	Adulto	30	-8,44	-5,59	EILAB	-11,2	19,2			3,2	

2975-MFM 60				BONE/TESS ONE/K1243			87913			14,8	40,6			
18) I. Navarino	1275-1667 AD		F	Adulto	-	-	Beta- 383312	-13,4	17,5			-		
27007														
19)	Colecc.		F	Adulto	TF- 01/K1017	-8,78	-4,22	TF1	-11,6	18,9			3,1	
20)	Roma		F	Adulto	TF- 02/K1017	-8,31	-4,06	TF2	-11,9	18,9			3,1	
21)			F	Adulto	TF- 03/K1017	-7,97	-4,55	TF3	-11,2	19,3			3,1	
22)			F	Adulto	TF04/K1017	-9,23	-5,10	TF4	-11,9	18,4			3,1	
23)			M	Adulto	TF- 05/K1017	-9,88	-4,70	TF5	-12,0	18,3			3,2	
24)			M	Adulto	TF- 06/K1017	-8,61	-4,66	TF6	-11,9	18,0			3,1	
25)			F	Adulto	TF- 07/K1017	-7,76	-4,39	TF7	-12,1	17,5			3,1	
26)			M	Adulto	TF- 08/K1017	-9,04	-3,97	TF8	-12,1	17,6			3,1	
27)			F	Adulto	TF- 09/K1017	-9,81	-4,10	TF9	-12,5	17,5			3,1	
28)			F	Adulto	TF- 10/K1017	-7,11	-4,61	TF10	-11,2	18,0			3,1	
29)			F	Adulto	TF- 11/K1017	-8,26	-4,50	TF11	-11,3	18,6			3,1	
30)			M	Juvenil	TF- 12/K1017	-6,97	-4,47	TF12	-11,6	17,4			3,1	
31)			F	Juvenil	TF- 13/K1017	-8,31	-4,47	TF13	-11,6	17,6			3,1	
32)			M	Adulto	TF- 14/K1017	-8,78	-5,68	TF14	-13,0	17,5			3,2	
33)			F	Adulto	-	-		TF15	-12,5	19,4			3,3	
34)		Post contacto	F?	Adulto	-	-		TF16	-12,3	18,6			3,2	

35)	Colecc.		F?	Adulto	-	-		TF17	-12,1	19,0			3,2	
36)	Floencia		M	Adulto	-	-		TF18	-12,3	19,7			3,2	
37)			M	Adulto	-	-		TF19	-12,0	19,3			3,2	
38)			M	Adulto	-	-		TF20	-11,4	19,6			3,3	
39)			M	Adulto	-	-		TF21	-12,5	19,6			3,2	
40)			M	Adulto	-	-		TF22	-12,1	20,4			3,2	
41)			M	Adulto	-	-		TF23	-12,0	19,7			3,2	
42)			M	Adulto	-	-		TF24	-12,1	19,5			3,2	
43)			F?	Adulto	-	-		TF25	-12,5	18,7			3,2	
44)			M	Adulto	-	-		TF26	-15,0	12,3			3,2	
45) María Luisa	S/d		F	Adulto	S/d	-8,1		S/d	-9,1	18			-	
46) María Luisa	Post 1000 AP		F	Juvenil	S/d	-10,4		S/d	-14,2	14,7			-	
47) Caleta Falsa	1411-1846 AD		F	Adulto	-	-9,7			-11,8	18,5			-	
S7-2					I12357	-			-17,3	13,1			-	
48) Caleta Falsa	1404-1864 AD		F	Juvenil	-	-9,9			-11,6	18,3			-	
S3-3					I12356	-			-10,6	19,9			-	
49) Caleta Falsa	1223-1456 AD		M	Adulto	-	-10,6			-13,3	15,1			-	
S8-4					I12539	-			-11,4	18,5			-	
50) Bahía Policarpo	S/d		F	Adulto	-	-7,9		-	-	-			-	
51) Bahía Thetys(Aleph 3)	A) 450 ± 60 AP		M	Adulto	AC1234	-11,8		-	-	-			-	
52) BVL2/3	S/d	S/d	S/d	S/d	M20/K888	-10,03	-4,64	EILAB 87915	-11,5	18,5	38,7 3	14,1	3,2	
53) BVL2/10	S/d	S/d	S/d	S/d	M23/K888	-10,13	-4,76	EILAB 87916	-11,6	18,3	36,5 4	13,2	3,2	
54) BVS34	S/d		Indet.	Adulto	M22/K888	-9,85	-5,29		-11	-			-	
55) BVS8/86	1468 ± 48 AP		M	Adulto	M24/K888	-10,74	-5,47	EILAB 87917	-12,3	17,6	41,1 1	15	3,2	
56) BVS11	S/d	S/d	S/d	Adulto	M21/K888	-12,57	-5,11	EILAB	-15,4	14,1	36,5	13,2	3,2	

							87918			2			
57) Bahía Crossley 1	2480-2000AP	Indet.	Adulto	M25/K888	-9,86	-3,52	AIE 28518	-12	21,2	41,90	15,3	3,2	
58) María Luisa - MFM 53	S/d	Indet.	Indet.	26 /K1243	-15,22	-4,73	AIE 40327	-17,4	11,9	41,50	15,0	3,2	17,4
59) Caleta Falsa S8-1 MFM-54	820 ± 40 AP	M	Adulto	27 /K1243	-8,34	-3,11	AIE 40328	-13,4	16,5	41,0	14,8	3,2	19,8
60) Caleta Falsa MFM-58 S8-5	800 ± 20 AP	Indet.	Niño	28 /K1243	-9,07	-3,11	AIE 40332	-11,3	21,2	39,9	14,5	3,2	21,5
61) Caleta Falsa S7 s/n MFM-59	S/d	F	Adulto	29 /K1243	-9,60	-3,19	AIE 40333	-11,3	16,4	43,1	15,6	3,2	10,8
62) Bahía Valentín MFM-9	S/d	Indet.	Adulto	07/K1243	-7,35	-1,91	AIE 40334	-11,1	20,9	41,9	15,3	3,2	14
63) Río Leticia	S/d	M	Adulto	36 /K1243	-13,62	-5,20	AIE 40335	-17,3	12,5	41,6	15,1	3,2	15
64) I. Redonda MFM 03 - 797	S/d	Indet.	Niño	02 /K1243	-9,59	-5,31	AIE 40892	-13,1	18,0	40,8	14,3	3,3	23,8
65) Playa de YPF MFM 04 - 851	S/d	Indet.	Juvenil	03 /K1243	-8,78	-5,67	AIE 40873	-11,8	18,9	42,3	14,6	3,4	15,1
66) Ruta 3 MFM 05 -852	S/d	F	Adulto	04 /K1243	-8,66	-4,92	AIE 40877	-12,2	19,1	41,1	14,3	3,3	21,8
67) Playa de YPF MFM 06 - 852 bis	S/d	Indet.	Indet.	05 /K1243	-8,25	-4,27	AIE 40865	-11,9	19,4	39,9	13,9	3,4	18,9
68) Río Pipo MFM 12 - 2636	S/d	M	Adulto	09 /K1243	-9,48	-4,80	AIE 40888	-12,2	19,9	41,6	14,5	3,3	23
69) Piedrabuena y Sn. Martín MFM 13 - 1226	S/d	M	Adulto	10 /K1243	-13,13	-3,31	AIE 40867	-22,255	4,612	39,3	13,6	3,4	20,3
70) Maipú y Sarmiento MFM 24 -2379	S/d	F	Adulto	11 /K1243	-8,29	-3,10	AIE 40876	-11,9	18,9	41,3	14,4	3,3	19,4
71) Final de la ruta 3 MFM 25 - 2403	Postcontacto	F	Adulto	12 /K1243	-8,12	-5,17	AIE 40891	-10,6	20,1	39,8	13,8	3,4	17,9
72) Final de la ruta 3 MFM 26 - 2403 (1)	S/d	M	Adulto	13 /K1243	-9,30	-4,62	AIE 40874	-12,3	18,8	40,9	14,1	3,4	20,1
73) B. Ushuaia	S/d	M	Adulto	14 /K1243	-8,27	-4,84	AIE 40868	-11,4	19,5	40,9	14,2	3,4	18,6

MFM 33 - 2676													
74) Zona industrial MFM 37 - 2671	S/d	M	Adulto	16 /K1243	-9,54	-5,36	AIE 40894	-11,9	19,2	40,4	14,0	3,4	19,1
75) Maipú nº63 MFM 38 - s/n	S/d	F	Adulto	17 /K1243	-13,97	-3,77	AIE 40883	-22,3	4,4	40,7	14,1	3,4	2,1
76) Los Cauquenes MFM 74	S/d	F	Adulto	35 /K1243	-8,19	-2,48	AIE 40893	-12,1	18,7	40,9	14,3	3,3	17,6
77) Escarpados MFM 44	S/d	Indet.	S/d	23 /K1243	-8,92	-4,56							
78) Punta Segunda MFM 11 - 2666	S/d	M	Adulto	08 /K1243	-9,13	-3,60	AIE 40886	-10,9	20,2	40,8	14,2	3,3	17,9
79) Ea. Remolino casilla Vialidad MFM 43 - s/n	S/d	M	Adulto	22 /K1243	-8,53	-4,53	AIE 40869	-11,1	19,8	43,6	14,9	3,4	7,9
80) Zona Almanza ruta "J" MFM 02 - 796	S/d	M	Adulto	01 /K1243	-8,11	-2,66	AIE 40890	-12,5	19,1	39,5	13,9	3,3	19,2
81) Almanza 09 MFM 75	S/d	Indet.	S/d	34 /K1243	-10,21	-4,64	AIE 40889	-12,6	18,5	39,2	13,8	3,3	23,1
82) Almanza drenaje tanque MFM 41 - s/n	S/d	Indet.	Niño	20 /K1243	-8,69	-4,68	AIE 40881	-12,1	21,0	38,9	13,7	3,3	13,5
83) Bahía Brown MFM 49 - s/n	S/d	F	Adulto	24 /K1243	-9,49	-3,85	AIE 40866	-12,4	19,3	43,2	14,5	3,5	11,2
84) Punta Guanaco MFM 40 - s/n	S/d	M	Adulto	19 /K1243	-11,08	-4,54	AIE 40884	-12,9	19,3	40,7	13,8	3,4	19,9
85) Cambaceres desembocadura MFM 42 - s/n	S/d	M	Adulo	21 /K1243	-8,77	-3,27	AIE 40882	-13,5	18,8	40,4	14,1	3,4	13,4
86) Akatushun Harberton MFM 36 - 855	Postcontacto	Indet.	Niño	15 /K1243	-11,84	-3,95	AIE 40896	-16,3	16,0	41,7	14,5	3,4	23,7
87) Harberton oeste de la bahía MFM 07 - 856	¿Postcontacto?	Indet.	Neonato	06 /K1243	-13,84	-3,88	AIE 40879	-17,228	14,8	39,6	13,3	3,5	19,1
88) Mis III	S/d	Indet.	Indet.	37 /K1243	-9,17	-4,88	AIE 40887	-13,3	18,1	39,2	13,8	3,5	15,6

89) SHE 1	S/d	F	Adulto	38 /K1243	-8,44	-5,20	AIE 40863	-11,2	19,3	39,4	13,5	3,4	14,2
90) SHE 2	S/d	F	Adulto	39 /K1243	-8,23	-4,26	AIE 40871	-11,7	19,2	37,9	13,1	3,4	19,1
91) SHE 3	S/d	M	Adulto	40 /K1243	-8,40	-4,97	AIE 40872	-11,6	18,3	40,7	14,2	3,4	14,5
92) Cambaceres MFM 39	S/d	Indet.	Niño	18 /K1243	-10,03	-4,49	AIE 40870	-13,5	18,1	41,7	14,0	3,5	13,8
93) Imiwaia entierro II MFM 50 - s/n	S/d	Indet.	Neonato	25 /K1243	-11,01	-4,00	AIE 40880	-13,8	19,7	40,4	12,6	3,7	3,6
94) I. Martillo individuo 2	Postcontacto	M?	Juvenil	32 /K1243	-8,65	-4,31	AIE 40895	-12,3	19,7	39,9	13,9	3,4	10,3
95) I. Martillo individuo 6	S/d	Indet.	Juvenil	33 /K1243	-8,93	-4,12	AIE 40878	-12,6	18,8	41,9	14,7	3,3	14,9
96) I. Martillo individuo 7	S/d	Indet.	Niño	31 /K1243	-7,99	-2,52	AIE 40885	-11,4	20,9	40,8	14,1	3,4	22,3

