

Análisis de las consecuencias territoriales de la conversión de los usos del suelo en las Selvas de las Yungas, departamento de Orán, provincia de Salta, República Argentina, mediante la utilización de un sistema de soporte de decisiones.

Autor:

D'Angelo, María Cecilia

Tutor:

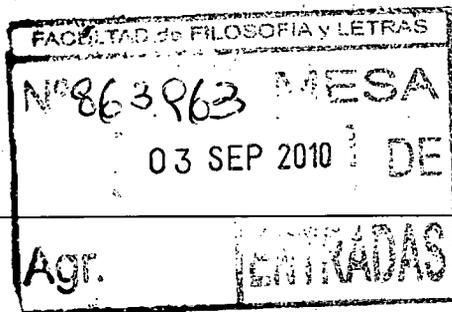
Somma, Daniel

2010

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

Grado

Tesis
15.5.4



Tesis 15.5-4

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Filosofía y Letras
Departamento de Geografía

Tesis de Licenciatura:

“Análisis de las consecuencias territoriales de la conversión de los usos del suelo en las Selvas de las Yungas, Departamento de Orán, provincia de Salta, República Argentina, mediante la utilización de un sistema de soporte de decisiones”

Tesista:

María Cecilia D'Angelo
Libreta universitaria: 28.802.768

Director:

Dr. Daniel Somma

Co-directora:

Prof. Lía Bachmann

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
Dirección de Bibliotecas

Buenos Aires, agosto de 2010.

INDICE

| | |
|---|----|
| AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA | 5 |
| ACRÓNIMOS..... | 6 |
| CAPÍTULO 1. PRESENTACIÓN | 7 |
| 1.1. Introducción..... | 7 |
| 1.2. Tema y objetivos | 10 |
| 1.3. Problema de investigación | 11 |
| 1.4. Hipótesis..... | 13 |
| 1.5. Delimitación del área de estudio | 14 |
| 1.6. Principales antecedentes | 14 |
| CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO | 22 |
| 2.1.El marco teórico conceptual..... | 22 |
| 2.1.1. Conservación de la Naturaleza..... | 22 |
| 2.1.2. Ecología del Paisaje y Ecología Regional | 27 |
| 2.1.3. Simulación de escenarios..... | 31 |
| 2.1.3. a. Escenarios y planificación..... | 31 |
| 2.1.3. b. Unidades de trabajo | 33 |
| 2.1.3. c. Accesibilidad..... | 34 |
| 2.1.3. d. Factores de cambio..... | 35 |
| 2.2. Usos y cobertura del suelo..... | 37 |
| 2.3. Metodología..... | 38 |
| 2.3.1. Introducción | 38 |
| 2.3.2. Sistemas de Información Geográfica..... | 39 |
| 2.3.3. Sistemas de soporte de decisiones | 40 |
| 2.3.4. Deforestación entre 1973 y 2003..... | 45 |
| 2.3.5. Diseño de escenarios futuros | 46 |
| CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y ESTADO DE CONSERVACIÓN .. | 56 |
| 3.1. La ecorregión Selva de las Yungas | 56 |
| 3.2. Ocupación humana y usos del suelo históricos..... | 60 |
| 3.2. Principales actores sociales que operan sobre el territorio | 63 |
| 3.3. La Selva Pedemontana en el Departamento de Orán, Salta..... | 65 |
| 3.3.1. Relevancia del área de estudio | 65 |
| 3.3.2. Características del medio natural | 66 |
| 3.3.3. Biodiversidad | 67 |
| 3.3.4. Conservación, conectividad y fragmentación | 68 |
| CAPÍTULO 4. EVOLUCIÓN DE LOS USOS DEL SUELO Y DE LA ACCESIBILIDAD | 71 |
| 4.1. Cambios en los usos del suelo entre 1973 y 2003 | 71 |
| 4.2. La accesibilidad en el área de estudio..... | 75 |
| 4.2.1. Cambios en la accesibilidad entre 1973 y 2003 | 77 |

| | |
|--|------------|
| 4.2.2. Incidencia de la accesibilidad en la conectividad en los cambios ocurridos entre 1973 y 2003..... | 81 |
| 4.3. Simulación a futuro..... | 82 |
| CAPÍTULO 5. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES..... | 96 |
| 5.1. Aspectos generales..... | 96 |
| 5.2 Resultados..... | 98 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 103 |
| ANEXO..... | 109 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Localización del área de estudio..... | 14 |
| Figura 2. Porcentaje de la superficie de los tipos de suelo en el área de estudio..... | 16 |
| Figura 3. Porcentaje de la capacidad de uso de los suelos en el área de estudio..... | 16 |
| Figura 4. Suelos e hidrografía del área de estudio..... | 17 |
| Figura 5. Localidades, comunidades aborígenes y red de transporte del área de Estudio..... | 18 |
| Figura 6: Diseño óptimo de las áreas protegidas..... | 25 |
| Figura 7. Métodos de planificación..... | 32 |
| Figura 8. Modelo SDSS..... | 41 |
| Figura 9. Modelo Geops..... | 42 |
| Figura 10. Interacción Osiris-Ledess y Arcview..... | 44 |
| Figura 11. Pendiente..... | 48 |
| Figura 12. Hoja de trabajo del sistema..... | 49 |
| Figura 13. Hoja de trabajo de las fuentes..... | 50 |
| Figura 14. Matriz de medidas..... | 51 |
| Figura 15. Matriz de nuevos fisiotopos..... | 51 |
| Figura 16. Matriz de nueva vegetación..... | 52 |
| Figura 17. Matriz de ecotopos..... | 52 |
| Figura 18. Hoja de trabajo del caso: Diagrama de flujo del análisis realizado..... | 53 |
| Figura 19. Hoja de trabajo de escenarios..... | 54 |
| Figura 20. Variables e indicadores..... | 55 |
| Figura 21. Perfil de la Selva de las Yungas..... | 55 |
| Figura 22. Pisos altitudinales de las Selvas de las Yungas..... | 59 |
| Figura 23. Porcentaje de la superficie de la vegetación en el área de estudio..... | 60 |
| Figura 24. Población por localidad..... | 63 |
| Figura 25. Reserva de Biósfera de las Yungas..... | 70 |
| Figura 26. Clasificación de los usos del suelo..... | 71 |
| Figura 27. Usos del suelo en 1973..... | 71 |
| Figura 28. Usos del suelo en 2003..... | 71 |
| Figura 29. Nuevas áreas agrícolas entre 1973 y 2003..... | 71 |

| | |
|--|----|
| Figura 30. Porcentaje de la superficie de los usos del suelo en 1973 en relación a la superficie total del área de estudio | 74 |
| Figura 31. Porcentaje de la superficie de los usos del suelo en 2003 en relación a la superficie total del área de estudio | 75 |
| Figura 32. Coberturas del análisis de accesibilidad..... | 77 |
| Figura 33. Velocidad en los diferentes elementos de la superficie. | 77 |
| Figura 34. Accesibilidad a mercados en 1973. | 77 |
| Figura 35. Accesibilidad a mercados en 2003. | 77 |
| Figura 36. Cambios de la red de transporte sobre la accesibilidad. | 77 |
| Figura 37. Accesibilidad y cambios en los usos del suelo. | 82 |
| Figura 38. Extensión en km de la red de transporte | 83 |
| Figura 39: Porcentaje de la superficie de los fisiotopos en relación a la superficie total del área de estudio. | 84 |
| Figura 40. Carreteras de los escenarios <i>Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado</i> | 85 |
| Figura 41. Fisiotopos | 85 |
| Figura 42. Vegetación | 85 |
| Figura 43. Objetivos de los escenarios <i>Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado</i> | 87 |
| Figura 44. Medidas de los escenarios <i>Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado</i> | 87 |
| Figura 45. Nuevos fisiotopos de los escenarios <i>Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado</i> | 90 |
| Figura 46. Nueva vegetación de los escenarios <i>Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado</i> | 90 |
| Figura 47. Ecotopos de los escenarios <i>Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado</i> | 92 |
| Figura 48. Porcentaje de la selva nativa en los ecotopos | 95 |
| Figura 49. Porcentaje de ecotopos, escenario <i>Mixto</i> | 95 |
| Figura 50. Porcentaje de ecotopos, escenario <i>Sin Pavimentar</i> | 95 |
| Figura 51. Porcentaje de ecotopos, escenario <i>Pavimentado</i> | 95 |

AGRADECIMENTOS Y DEDICATORIA

A mi Director, el Dr. Daniel Somma, y mi co-directora, la Profesora Lía Bachmann, por su tiempo, dedicación y consejos.

A mis padres por enseñarme a vivir la vida viajando, y a mis hermanos por ser mis eternos compañeros de ruta.

A todos mis amigos y compañeros de la vida y de la facultad, por haber sido siempre mi cable a tierra y mi sostén en todo momento.

A mis colegas geógrafos Silvio Huber, Mariano Fagalde y Darío San Cristóbal.

A Irma, mi abuela Roma y el Dr. Guidi, por haberme estimulado y ayudado a crecer.

Quiero agradecer y dedicar especialmente esta Tesis a Euge, Dani, Nati Eandi y Romi, por haberme acompañado siempre incondicionalmente.

ACRÓNIMOS

FAOS: Foro de la Abogacía Organizada Sudamericana.

IG: Instituto de Geografía.

INTA: Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria.

NOA: Noroeste argentino.

SEMADES: Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Provincia de Salta.

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

PRO.RE.NOA: Proyecto de Relevamiento de Cultivos del NOA.

UBA: Universidad de Buenos Aires.

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

WWF: World Wildlife Found.

CAPÍTULO 1. PRESENTACIÓN

1.1. Introducción

En un mundo donde la magnitud, la velocidad y el alcance espacial de las modificaciones humanas sobre la superficie de la Tierra no tienen precedentes (Lambin y Geist, 2001:27), resulta esencial entender las causas y consecuencias de estas transformaciones. En los territorios tales modificaciones se manifiestan en los arreglos espaciales de los elementos. Entre ellas se encuentran los cambios en los usos del suelo.

Varias actividades humanas, como la expansión de la agricultura, el pastoreo, la explotación forestal, la erosión, la minería de gas y petróleo, la construcción y funcionamiento de represas, inciden continuamente en los cambios en los usos del suelo de la zona de estudio, desde hace siglos. Además, desde hace varias décadas, es cada vez más marcada la influencia de los mercados a escala local, regional, nacional y global.

En el caso estudiado, el aumento del costo de las tierras y del precio de algunos productos agrícolas a mitad de la década del 60 generó transformaciones en los paisajes, a partir de procesos como la deforestación, la fragmentación y la pérdida de conectividad del paisaje. Ello trajo aparejada, entre otras consecuencias, una posible amenaza para la supervivencia futura de algunas especies.

Nuestra investigación se centra en el análisis de la alteración del paisaje, ya que incide directamente en la conservación del medio natural, y en particular, en la conservación de la selva de las Yungas.

Estudiar los cambios en la superficie terrestre permite conocer las posibles situaciones futuras, y así poder planificar y gestionar adecuadamente. Ante la incertidumbre que conllevan las transformaciones territoriales actuales resulta imprescindible poder contar con algunas pautas de lo que ocurrirá. Si bien no se pueden predecir completamente las situaciones futuras, éstas se pueden simular para estimar los posibles cambios futuros.

Una alternativa es presentar diferentes escenarios para evaluar las alteraciones en el paisaje, y así quienes estén a cargo de la toma de decisiones puedan contar con mejores insumos, de acuerdo a los objetivos que se persigan.

Las políticas que estos actores establezcan se verán reflejadas en la planificación y en el ordenamiento territorial.

Esta investigación se propone desarrollar un análisis de los cambios en los usos del territorio en la selva pedemontana del Departamento Orán, provincia de Salta, a partir de la deforestación generada por el avance de la frontera agrícola con el fin de evaluar sus impactos, es decir, las consecuencias en la calidad del medio natural producidas por modificaciones o perturbaciones humanas a sobre la integridad de la vegetación nativa¹.

Dicha integridad involucra a todas las especies animales y vegetales conjuntamente con las poblaciones humanas que tradicionalmente habitan en este sector del territorio. Evitar su deterioro permite preservar la sustentabilidad de los ecosistemas forestales nativos, indispensable para la conservación de la fauna y la flora, para los procesos naturales y, en consecuencia, para las poblaciones humanas que hacen uso de los bienes y servicios que la selva les provee. Entre estos bienes y servicios se encuentran las cuencas hídricas y la infraestructura asociada a ellas (como las represas hidroeléctricas que proveen de energía), la biodiversidad, los espacios para la recreación y el turismo, y los recursos forestales, gasíferos e hidrocarburíferos. El avance de la frontera agrícola se asocia directamente con la deforestación, a partir de lo cual disminuye la proporción de superficie de selva nativa en relación con la superficie agrícola.

Este proceso se encuentra vinculado, entre otras causas, a la *accesibilidad a mercados*, entendida como el tiempo que se tarda en llegar a sitios donde puedan presentarse oportunidades sociales y económicas. Se estudia si puede establecerse alguna relación entre la mejora en la accesibilidad a mercados y el avance de la frontera agrícola, y sus consecuencias sobre la vegetación nativa. Por ende, se analiza si al mejorar la accesibilidad a mercados se observa un incremento en la deforestación.

Se definen las dos grandes etapas de esta investigación. En primer lugar se comparan la superficie de tierras deforestadas entre 1973 y 2003, con el propósito de circunscribir las áreas cuyas masas boscosas fueron sustituidas por la actividad agrícola en dicho período. Se asocian estos cambios en los usos del suelo con la

¹ La vegetación nativa en las Selvas de las Yungas, comprende todas "...aquellas áreas que tradicionalmente han sido ubicadas dentro de las Selvas de Montaña o Yungas...." (Brown et al, 2002:149), es lo que Brown et al mencionan como "Yungas en sentido estricto".

accesibilidad a mercados de concentración de producción agropecuaria, determinando su vinculación con los cambios territoriales durante los treinta años considerados.

Posteriormente se representa la dinámica de los usos del suelo y se proyecta su tendencia. Para ello se recurre a la simulación, con el fin de aportar información para la planificación y la toma de decisiones. Se simulan tres escenarios que estiman los cambios en los usos del suelo, variando la accesibilidad a mercados. Los escenarios se crean teniendo en cuenta diferencias en la accesibilidad. El análisis del avance de la frontera agrícola, se realiza tomando como insumo trabajos realizados en los años 1973 y 2003.

En base a lo propuesto y a lo trabajado, esta Tesis presenta la siguiente estructura.

En el capítulo 1 se presenta la introducción, el tema y los objetivos, el problema de investigación, las hipótesis, la delimitación del área de estudio y los principales antecedentes de la temática trabajada en esta Tesis.

En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico – metodológico utilizado en la presente investigación, vinculado a la Teoría de la Conservación y a la Ecología del Paisaje y Regional. Además se detallan conceptos relacionados al Sistema de Soporte de Decisiones utilizado.

En el tercer capítulo se describe el área de estudio considerando su importancia y las causas de su elección, su estado de conservación y vinculación con la biodiversidad. Se desarrollan las características del medio natural y el proceso de ocupación humana relacionado a los usos del suelo.

En el capítulo 4 se analizan las transformaciones en los usos del suelo en el área de estudio entre 1973 y 2003, y la incidencia que sobre ellas tienen los cambios en la accesibilidad a mercado. Finalmente, se estudian los tres escenarios a futuro.

En el último capítulo se describen las síntesis y conclusiones.

1.2. Tema y objetivos

Tema

Aplicación de un Sistema de Soporte de Decisiones al análisis de las consecuencias territoriales de la conversión de los usos del suelo en la selva pedemontana en el Departamento de Orán, provincia de Salta, República Argentina.

Objetivos generales:

Realizar aportes a los diagnósticos de las consecuencias territoriales de la conversión de los usos del suelo en las Selvas de las Yungas, Departamento de Orán, provincia de Salta, para su consideración en instancias de políticas de ordenamiento territorial, mediante un Sistema de Soporte de Decisiones.

Evaluar los impactos de los cambios en los usos del suelo en la conectividad de la selva pedemontana, en el Departamento de Orán, provincia de Salta entre 1973 y 2003, para su consideración en temas de conservación.

Aplicar un instrumento tecnológico novedoso, el sistema de soporte de decisiones, a estudios ambientales y de transformaciones territoriales, con aplicación en temas de conservación.

Objetivos específicos:

Analizar la relación entre la accesibilidad a mercados y la evolución de las áreas deforestadas para la actividad agrícola en el área de estudio entre 1973 y 2003.

Plantear escenarios futuros sobre cambios en usos del suelo en la selva pedemontana del Departamento Orán, vinculados con la accesibilidad a mercados sobre la selva nativa.

Desarrollar una capacitación en el manejo de simulación de escenarios territoriales aplicado a estudios geográficos.

1.3. Problema de investigación

La Selva de las Yungas es uno de los hotspots de biodiversidad más importantes del país y del mundo (Frassetto, 2005: 406, 407). Abarca un área con gran disponibilidad de recursos naturales y brinda numerosos servicios ambientales en la zona, y aguas abajo. Ella provee de recursos forestales, cultivos tradicionales, especies animales y vegetales, espacios recreativos, turísticos y de conservación, recursos gasíferos e hidrocarbúricos, energía y agua. Además, allí se encuentran las cabeceras de las cuencas de los ríos, que abastecen de agua a las personas y especies que en ella habitan y a las que se encuentran aguas abajo.

Especialmente desde comienzos del siglo XX, el área se encuentra amenazada por los efectos de actividades productivas humanas, amenazas que obedecen a la existencia de diferentes actores sociales que poseen disímiles intereses acerca del aprovechamiento de la gran diversidad de recursos naturales, bienes y servicios del área, y que apuntan a diversos tipos de desarrollo, en algunos casos incompatibles².

En los diversos pisos altitudinales (figura 22) pertenecientes a la Yungas varias actividades humanas amenazan actualmente la conversión de la selva: la expansión de la agricultura, el pastoreo, la explotación forestal, la erosión, los caminos asociados a la explotación de gas y petróleo, y las represas (Pacheco et al., 2005:9). De todas estas prácticas humanas la agricultura es la que mayor incidencia tiene sobre los cambios en los usos del suelo en el área de estudio. Por eso este trabajo focaliza su análisis sobre el avance de la frontera agrícola en la selva pedemontana del Departamento de Orán, y sobre cómo este proceso incide en las transformaciones territoriales modificando la ordenación actual del espacio y cómo amenaza la conservación de la biodiversidad.

² “Los conflictos pueden presentarse entre intereses ecológicos por un lado e intereses socio-económicos por el otro pero también entre diferentes intereses ecológicos” (Drechsler, 2004:141). Los intereses ecológicos se enfocan en proteger los factores bióticos y abióticos de la naturaleza, y los procesos naturales que entre ellos se producen, sin considerar las actividades humanas como parte del sistema. Contrariamente los intereses socio-económicos ven a la naturaleza como proveedora de bienes y servicios sin tener en cuenta su sustentabilidad. Estos conflictos se producen porque la conservación y las actividades humanas (agricultura, turismo, minería, energía, vías de comunicación, urbanización, entre otras) necesitan de un espacio donde desarrollarse. Muchas veces este espacio se superpone entre ambas dimensiones. Por eso es relevante para “los planificadores ambientales conocer escenarios potenciales y sus posibles efectos sobre la naturaleza y la sustentabilidad regional” (prf. Somma, 2006), e “incorporar la dimensión ambiental en la toma de decisiones” (Daniele, 2001: 3).

El proceso de avance de la frontera agrícola en la selva de transición comenzó a producirse a mitad de la década del 60', viéndose favorecida principalmente por el "bajo costo de las tierras de la zona, por la elevada productividad para la agricultura de tierras vírgenes y el alto precio de algunos productos" (Reboratti, 1996:155). Este proceso produjo el traslado de prácticas agrícolas pampeanas hacia la zona de estudio, al igual que hacia vastas zonas del resto del NOA (noroeste argentino). Ello implicó la incorporación de nuevas tecnologías que consisten en la utilización de "maquinaria moderna y la aplicación de agroquímicos (sobre todo herbicidas y pesticidas) a gran escala" (prf. ibidem: 155) y la implementación de técnicas que incluyen sistemas de producción con cultivos transgénicos. La implementación continua de estas nuevas tecnologías puede contribuir a la degradación de los suelos y la deforestación de distintas zonas, reduciendo la biodiversidad natural y convirtiendo a estos recursos (suelo, flora y fauna) en recursos no renovables.

La *selva pedemontana* ha sido prácticamente convertida en su totalidad a tierras agrícolas en las últimas tres décadas. Esto se debe a que este piso altitudinal, en comparación con la selva y bosques montanos, es el que presenta el relieve más llano, con pendientes suaves, que facilita el desarrollo agrícola. Además este proceso se vio favorecido por un marcado ciclo húmedo que aumentó las posibilidades de producción agrícola de secano hacia el este (Reboratti, 1993:670).

A pesar de la intensa conversión de esta selva, aún quedan remanentes en las provincias de Salta y Jujuy. Un ejemplo de ello es la Alta Cuenca del Río Bermejo. "Una parte importante de esta superficie remanente se encuentra en las proximidades de San Ramón de la Nueva Orán, Tartagal, General Mosconi y Río Seco, que son las zonas con mayor tasa de deforestación actual" (prf. Gasparri y Menéndez, 2004:53). Por eso es relevante la necesidad de realizar estudios en este piso altitudinal que contribuyan a la conservación del mismo.

En el caso de ciertos cultivos el avance de la frontera agrícola presenta una contradicción en la zona de la selva pedemontana. Por un lado desplaza a la selva imponiéndose sobre su territorio, y por el otro necesita de ella por los polinizadores que le provee, para que los cultivos crezcan apropiadamente. Si bien para el desarrollo de la soja y la caña de azúcar no se requiere de la presencia de polinizadores, para otros cultivos sí. Los remanentes de la selva les brindan a los cultivos los polinizadores necesarios para que los frutos florezcan. Según Chacoff y

Aizen (2004: 60), en un estudio realizado sobre plantaciones de pomelo de la Alta Cuenca del Río Bermejo, “se estableció que a medida que aumenta la distancia a los bordes de selva dentro de las plantaciones, la abundancia y diversidad de polinizadores nativos disminuye dramáticamente: seis veces menos a tan sólo un kilómetro del borde de la selva”. “En el departamento de Orán, entre otros sistemas productivos³, hay presencia de citrus (pomelo, naranja, limón y mandarina) y frutales tropicales (banana, palta y mango)” (prf. Arroyo, 2004: 3), de los cuales se cree que “la influencia de los polinizadores nativos sobre la palta y el mango puede ser aún mayor que sobre el pomelo” (prf. Chacoff y Aizen, 2004: 60). En síntesis, el efecto de los polinizadores depende del tipo de cultivo. Otro ejemplo es el de los cultivos tropicales, ya que algunos no necesitan de la polinización por insectos para su crecimiento, como por ejemplo algunas líneas de banana que son partenocárpicas.

1.4. Hipótesis

Puede establecerse una vinculación entre la mejora en la accesibilidad a mercados entre 1973 y 2003 y la deforestación dentro del área de estudio. Al disminuir el tiempo que se tarda en acceder a sitios donde pueden presentarse oportunidades sociales y económicas, aumentan las posibilidades de extensión de las tierras agrícolas.

Los cambios en la red de transporte, al modificar la accesibilidad a mercados, se asocian a los cambios de los usos del suelo. Se estima que cuanto más desarrollada y en mejores condiciones se encuentre la red de transporte, favorecerá en mayor medida al movimiento de personas, bienes y servicios, y al desarrollo económico, dado que menor será el tiempo que se tarde en acceder a los mercados. Por eso se presupone que el escenario que posee la totalidad de las carreteras pavimentadas es el que tendrá más incidencia en la conversión de las tierras boscosas a tierras agrícolas, dado que el área en general tendrá una mejor conexión hacia los centros económicos locales al tardar menos tiempo en acceder a los mismos.

³ “Caña de azúcar, granos, horticultura de primicia (tomate, choclo, zapallito y berenjena), forestales (eucaliptos y toonas)” (prf. Arroyo; 2004, 3).

1.5. Delimitación del área de estudio

El área de estudio de esta Tesis abarca parte de la selva pedemontana del Departamento de Orán, provincia de Salta. En un principio se había considerado la totalidad de esta selva dentro del departamento, pero debido a la falta de información de los usos del suelo de 1973⁴ fue acotada el área de estudio en función de la información disponible, pero en una superficie suficiente para el cumplimiento de los objetivos propuestos para el trabajo (figura 1).

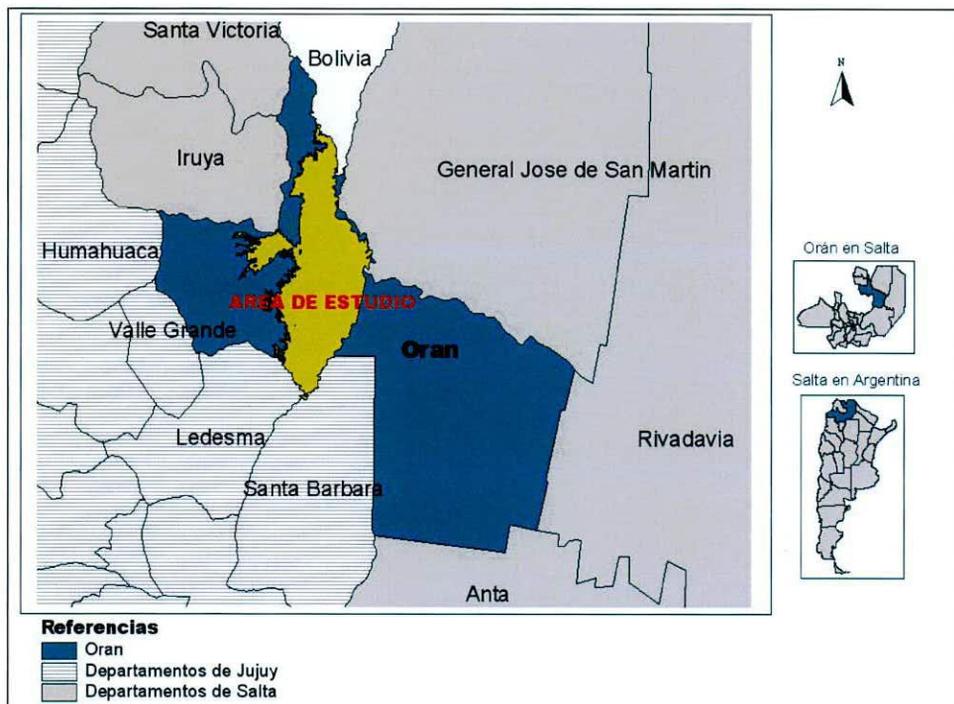


Figura 1. Localización del área de estudio (fuente: elaboración propia en base a INTA y IG-UBA/SeMaDes 2003).

El Departamento de Orán se encuentra al norte del país. Hacia el oeste limita con los departamentos de Iruya y Santa Victoria (Salta) y con los departamentos de Humahuaca y Valle Grande (Jujuy); al sur con los departamentos de Ledesma y Santa Bárbara (Jujuy), y con el departamento de Anta (Salta); y al este y noreste con los departamentos de Rivadavia y General José de San Martín (Salta) respectivamente. Al noroeste limita con Bolivia.

⁴ Si bien esta información existe (Movia, 1973), no cubre toda el área de estudio que se pretendía estudiar inicialmente.

El área seleccionada se localiza en el sector oeste del departamento de Orán. Cubre una superficie de 229.585 ha, con una extensión aproximada de 107 km en sentido norte-sur y de 55 km en sentido este-oeste. Es el área más representativa de la selva pedemontana en el departamento en cuestión. Sin embargo éste no es el único tipo de vegetación. Se identifica además vegetación de ribera y vegetación de playas de inundación en las cercanías de los cursos de agua; bosque seco en serranías hacia el chaco; y áreas con alta modificación antrópica. Estas últimas serán especialmente analizadas en esta Tesis, vinculando el crecimiento de la actividad agrícola con la reducción de la superficie selvática.

El área de estudio es atravesada por diversos ríos y arroyos, que integran parte de la Alta Cuenca del Río Bermejo. Esta cuenca está constituida por dos subcuencas: la del Tarija/Bermejo y la del San Francisco. Entre los cursos de agua que forman parte de estas subcuencas se destacan los ríos Bermejo, Pescado, Blanco y San Francisco. Además se reconocen ríos menores y arroyos. El régimen de estos cursos de agua se caracteriza por su periodicidad estacional. El período de elevados caudales se produce en los meses de verano y el período de bajantes en otoño/invierno. Los afluentes principales presentan un caudal irregular, siendo el caudal de base de deshielos y vertientes, y las crecientes por las precipitaciones estivales (Reboratti, 1998:27).

Entre los tipos de suelos (de acuerdo al sistema de clasificación norteamericano Soil Taxonomy) se reconocen Argiustoles acuicos, Argiustoles udicos, Haplumbreptes enticos y Ustifluventes típicos. Los dos primeros pertenecen al suborden de los Ustoles (orden Molisoles) y "son aptos para la producción de granos y pasturas consociadas adaptadas a las condiciones climáticas imperantes" (Conti, 2000: 409). Los Haplumbreptes son Inceptisoles, dentro del suborden de los Umbreptes. Son suelos ricos en materia orgánica, ácidos y bien drenados, y se localizan en áreas montañosas con un clima de altas precipitaciones y de una estación seca corta. Los Ustifluventes corresponden al suborden de los Fluventes (orden Entisoles), y se desarrollan en "planos aluviales de ríos y arroyos generalmente anegados en alguna estación coincidente con la época lluviosa" (ibidem, 401). En la figura 4 puede observarse la distribución de los suelos en el área de estudio. Los suelos que cubren una mayor superficie de la misma son los más aptos para la actividad agrícola, los Argiustoles, los Haplumbreptes se localizan hacia el oeste donde el relieve se hace más abrupto incrementándose la pendiente y

los Ustifluentes en las áreas adyacentes a los ríos Bermejo, San Francisco y Blanco.

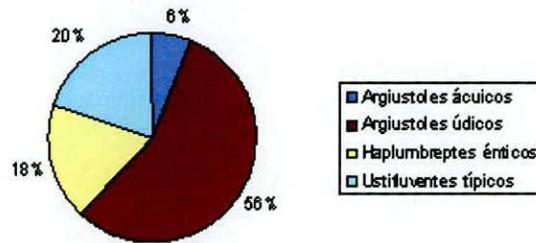


Figura 2. Porcentaje de la superficie de los tipos de suelo en el área de estudio (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/SeMaDes 2003).

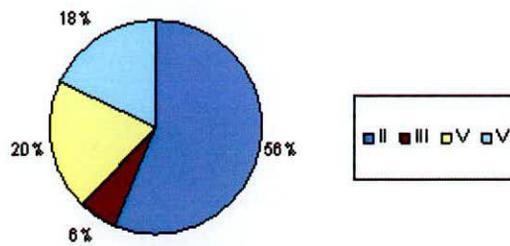


Figura 3. Porcentaje de la capacidad de uso de los suelos en el área de estudio (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/SeMaDes 2003).

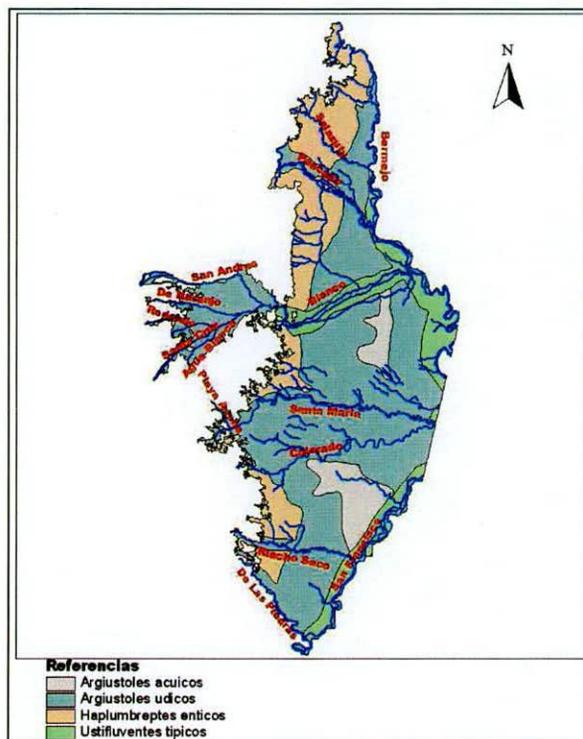


Figura 4. Suelos e hidrografía del área de estudio (fuente: IG-UBA/SeMaDes 2003).

En relación a los asentamientos humanos, se reconocen diferentes ciudades, pueblos, parajes y pueblos originarios (figura 5). Entre ellos, la localidad⁵ cabecera del departamento, y la más poblada, es San Ramón de la Nueva Orán, con 69.915 habitantes (Censo de Población y Vivienda 2001). Otras poblaciones de las cuales se tiene información demográfica (Censo de Población y Vivienda 2001) son: Hipólito Irigoyen (8473 hab.), Colonia Santa Rosa (7845 hab.), Urundel (2127 hab.), Aguas Blancas (1044 hab.) y El Tabacal (1112 hab.).

Entre los pueblos originarios se reconocen los tobas, los diaguitas, los kollas, los guaraníes (chiriguano) y los wichis (Moritán, 2008: 42). Dos comunidades de la etnia guaraní se encuentran en las localidades de Colonia Santa Rosa, San Ramón de la Nueva Orán e Hipólito Irigoyen. Las comunidades kolla se ubican en la localidad de San Ramón de la Nueva Orán y en la finca Santiago, propiedad comunitaria kolla, la comunidad Tinkunaku, que abarca de 125.000 ha, y se ubica

⁵ El Censo de Población y Vivienda 2001 adoptó el criterio físico para definir una localidad. Se refiere a la concentración espacial de ciertos elementos artificiales tales como edificios y calles, fácilmente reconocibles en el terreno o en fotografías aéreas o cartas topográficas actualizadas. Una localidad, definida según este criterio técnico, se denomina aglomeración (INDEC, 2001).

en parte de los territorios de Salta y Jujuy. Los diaguitas y wichis se localizan en la comunidad indígena de Anta Muerta.

En el área de estudio se desarrolló una red troncal de transporte que la conecta con el resto del país, con Bolivia y al interior de la misma. Se estructura con dos rutas nacionales: la 34 y la 50. La primera tiene una orientación suroeste-noreste y vincula al área con el resto del territorio nacional, mientras que la RN 50 comunica al norte al departamento de Orán con Bolivia. Internamente el área está conectada por caminos y huellas que presentan diferente estado de mantenimiento, y pueden ser pavimentados, no pavimentados o consolidados.

Hay zonas importantes para la conservación. Entre ellas se encuentra al norte el Parque Provincial Laguna Pintascayo, que no está incluido en su totalidad dentro de la selva pedemontana del departamento de Orán, sino que coincide con su extremo sur. Los humedales de Orán se ubican en las cercanías de los ríos Bermejo, Pescado, Blanco, Santa María, Colorado, San Francisco, Naranjo, Santa Cruz, Redondo, San Andrés y De Las Piedras, y de los arroyos Agua Blanca, Playa Ancha y Riacho Seco, entre otros.

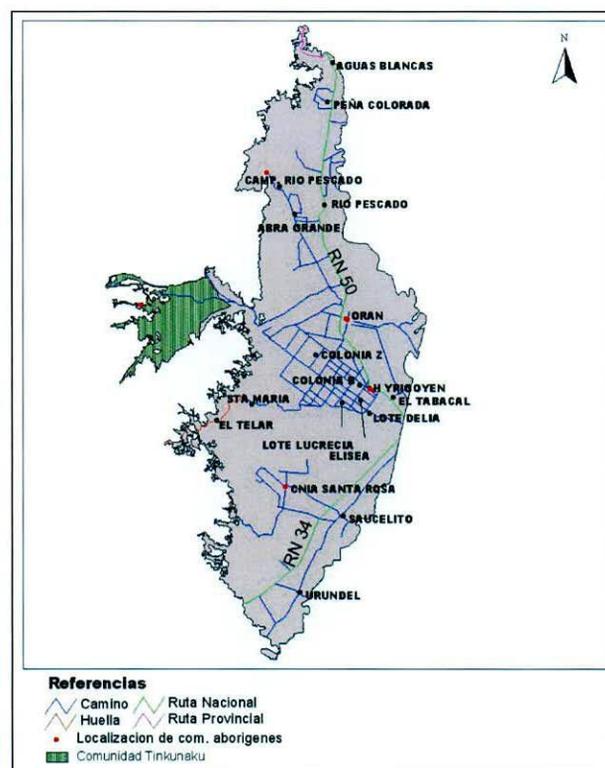


Figura 5. Localidades, comunidades aborígenes y red de transporte del área de Estudio (fuente: IG-UBA/SeMaDes 2003).

1.6. Principales antecedentes

La región de estudio considerada en el presente trabajo, la Selva o ecorregión de las Yungas, ha sido abordada por varios autores desde diversas perspectivas.

Algunos autores se han abocado a analizar las características socioeconómicas (León et al., 1985; Audero y León, 1989; Reboratti, 1989; Reboratti, 1998; Manzanal, 1996); otros las han estudiado desde el punto de vista botánico (Meyer, 1963; Digilio y Legname, 1966; Cabrera, 1976; Hueck, 1978; Legname, 1982); y en los últimos años han comenzado a investigarse en mayor detalle los aspectos ecológicos de estas selvas (Brown y Grau, 1993; Brown y Grau, 1995; Brown et al, 2001; Brown et al, 2002; Daniele et al., 2002; Pacheco, 2005; Somma et al, 2004).

Asimismo se han desarrollado trabajos de análisis de la dinámica de los usos del suelo. Entre ellos se encuentran los proyectos llevados a cabo por la Fundación Pro Yungas (Fundación para el Desarrollo y la Conservación de las Selvas Subtropicales de Montaña): Proyecto ReForLan⁶ y el Proyecto Alto Bermejo⁷ en los que se estudia los ecosistemas boscosos áridos y semiáridos del noroeste argentino, y las Yungas del Alto Bermejo respectivamente. Esta Fundación además desarrolla varios proyectos y actividades de gestión con el objetivo de conservar las Yungas. Asimismo junto con la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación lleva a cabo el proyecto SIGA (Sistema de Información Geográfica Ambiental) para éstas selvas, el cual posee información particular de la región y ha

⁶ "Proyecto financiado por la Comisión de la Comunidad Europea y se inició el 1 de enero de 2007, con una duración de tres años. Es un proyecto de carácter internacional en el que participan 10 instituciones: la Universidad de Bournemouth (School of Conservation Sciences), Inglaterra, como coordinadora del proyecto; la Universidad de Alcalá (Departamento de Ecología) de España; la Universidad degli Studi di Trento (Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale) de Italia; el Instituto Politécnico Nacional (Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional), el Instituto de Ecología y el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) de México; la Universidad Austral (Facultad de Ciencias Forestales) y la Pontificia Universidad Católica de Chile; y la Universidad Nacional del Comahue (Laboratorio Ecotono) y la Fundación ProYungas de Argentina" (Proyungas).

⁷ "Una propuesta de ordenamiento territorial y planificación estratégica basada en la generación de información ecológica y en la participación de distintos sectores de la sociedad. El objetivo de preservar las Yungas del Alto Bermejo es conservar una muestra representativa de la biodiversidad de las selvas subtropicales de montaña o Yungas en el sector de mayor diversidad, superficie y mejor estado de conservación general. Para implementar este objetivo se ha desarrollado el Proyecto Alto Bermejo (PAB) que cuenta con un aporte importante del Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial de 1 millón de Euros (aprobado Noviembre 2002) para los cuatro años de duración estimada del mismo (2004-2008) a los que se suman aproximadamente otros US\$ 2 millones como contraparte de instituciones oficiales (nacionales y provinciales) y de empresas privadas. Para alcanzar ese objetivo general se diseñaron cuatro componentes con sus respectivos planes de acción: Institucionalización de la RBYungas, Manejo de áreas protegidas, Manejo sustentable de los recursos naturales y Seguimiento ambiental" (Proyungas).

generado un esquema de priorización de acciones estratégicas para la conservación de la ecorregión.

Se han realizado además estudios sobre los usos del suelo en la Reserva de Biósfera de las Yungas⁸ (Montenegro et al, 2003; Brown et al, 2008; Volante et al, 2005; Bachmann et al, 2007; Daniele et al, 2003).

El INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), en el marco del PRO.RE.NOA⁹, ha publicado varios trabajos (Paoli et al., 2004; Volante et al., 2001; Volante et al., 2004) sobre el relevamiento de cultivos en el NOA (noroeste argentino) utilizando sensores remotos, de los cuales se puede extraer información cuantitativa y descriptiva de la distribución de los cultivos en la región.

La Dirección de Bosques dentro de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación trabaja sobre la distribución de bosques en la Argentina. A partir de sus trabajos se puede obtener información sobre la superficie ocupada por las formaciones boscosas en las distintas provincias.

Los gobiernos de Argentina y Bolivia, a través de la Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca del Río Bermejo y el Río Grande de Tarija (COBINABE), implementaron el "Programa Estratégico de Acción (PEA) para la Cuenca Binacional del Río Bermejo", con el objetivo de estimular el desarrollo sostenible de la cuenca binacional del río Bermejo. Para alcanzar este objetivo diversos proyectos han sido desarrollados abordando diferentes temáticas de la cuenca.

Los trabajos mencionados se han planteado utilizando diferentes metodologías. Pero el único antecedente encontrado sobre la implementación de sistemas de soporte de decisiones que sirvan como herramientas para una futura planificación y toma de decisiones es el publicado en Somma (2006), que desarrolla un modelo de regresión logística para la identificación de posibles zonas de cambios de usos del suelo y aplica un sistema de soporte de decisiones en un área que abarca desde la provincia de Jujuy hasta la zona sur de Bolivia.

⁸ Declarada por la Unesco en 2002 en el marco del Programa MaB (el Hombre y la Biósfera), se encuentra en las provincias de Salta y Jujuy y posee una superficie de 1,35 millones de hectáreas (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación).

⁹ Proyecto de Relevamiento de Cultivos del NOA a partir de Sensores Remotos, en el cual trabaja la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA) conjuntamente con el INTA. Este proyecto ha sido aprobado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), la cual provee las imágenes satelitales Landsat y SAC-C necesarias para el desarrollo de los trabajos.

A partir de los lineamientos de este trabajo se estructura la presente investigación, que desarrolla una comparación histórica de los usos del suelo en la Selva de las Yungas y un análisis de los mismos mediante una simulación de escenarios a partir de la implementación de un sistema de soporte de decisiones. Se diferencia por adoptar una escala distinta, ya que el área de estudio de éste trabajo es más reducido, a nivel departamental. Así mismo a diferencia del trabajo de Somma, en el que hace una estimación cuantitativa mediante un modelo estadístico, aquí desarrollamos una estimación cualitativa de los cambios en los usos del suelo. No se aborda el nivel de complejidad de una tesis de doctorado. En la Tesis de Doctorado de Somma (2006) se consideraron cinco variables candidatas, de las cuales luego se seleccionaron tres en el análisis de regresión: clase de suelo, pendiente y accesibilidad suprimiendo distancia a ríos y precipitación. En este trabajo se consideró en la simulación una sola variable, la accesibilidad. No correspondía estudiar las variables restantes con el mapa de suelos disponible, a escala 1:1.000.000, porque esta escala no posee el nivel de detalle suficiente para realizar un análisis a escala departamental.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

2.1.El marco teórico conceptual

2.1.1. Conservación de la Naturaleza

Los pilares sobre los cuales se sustenta las consideraciones sobre Conservación de la Naturaleza que son tenidos en cuenta en nuestro análisis, se vinculan con los conceptos de conservación y de biodiversidad, en las formas territoriales de conservación del sistema de áreas protegidas y en las Teorías de Biogeografía de Islas y de la Dinámica de Metapoblaciones.

Las sociedades necesitan de los recursos naturales para poder satisfacer sus necesidades básicas. Es por eso que los extrae y hace uso de ellos modificando a cambio el medio natural en el que se encuentran. Ello se vincula con la necesidad de conservación de bienes y servicios ambientales, ya que “cuando las actividades humanas se incrementan por encima de un cierto umbral, pueden afectar la integridad y permanencia del sistema natural involucrado” (Halffter, et. al., 1999: 18).

La sociedad, en diferentes momentos históricos y en diferentes culturas, ha influenciado con mayor o menor intensidad sobre la naturaleza, y en particular sobre la biodiversidad. Ciertas acciones humanas han tenido consecuencias más drásticas sobre las especies que otras. Un caso crítico fue el intercambio de flora y fauna entre Europa y América a partir del siglo XVI, que ha modificado la biodiversidad aumentando el número de especies a uno y otro lado del Océano Atlántico. En la actualidad, la fragmentación de los bosques nativos, la contaminación, el crecimiento poblacional humano, la introducción de especies exóticas y enfermedades, son procesos muy relevantes que amenazan la biodiversidad (Monroy-Vilchis,?: 1).

Ante estas modificaciones provocadas por las sociedades, surgió una disciplina científica que interrelaciona disciplinas científicas, prácticas, de las ciencias sociales y humanidades, y que se centra en el estudio de la conservación de la biodiversidad: la Biología de la Conservación. Para algunos autores persigue dos objetivos: “a) la investigación de los efectos de las actividades humanas sobre los demás seres vivos, la comunidades biológicas y los ecosistemas; b) el desarrollo de aproximaciones prácticas para: prevenir la degradación de los hábitats y la extinción de especies, para restaurar ecosistemas, para reintroducir poblaciones y

para reestablecer relaciones sustentables entre las comunidades humanas y los ecosistemas” (Moroy – Vilchis, s/f: 1 y 2).

El término conservación hace referencia a dos formas diferentes de conservar la biodiversidad. Una de ellas se remonta al siglo XIX, cuando comenzó el interés por la protección de la naturaleza. Esta idea, planteada en un principio por grupos europeos y norteamericanos, considera que los ecosistemas han de protegerse si no existe intervención humana. Es una idea romanticista que plantea la conservación con vistas a la admiración de los paisajes monumentales desde una perspectiva escénica, y prioriza preservar los paisajes visiblemente atractivos.

Los inicios de esta concepción se dieron en el siglo XIX con la creación del parque Valle Yosemite en Sierra Nevada, California, Estados Unidos. Fue declarado parque Nacional recién en 1890. Este parque fue creado con la idea de proteger lo salvaje, lo “no tocado por el hombre”, ya que se creía que el área estaba deshabitada antes de la llegada de los europeos. El primer Parque nacional, el Parque Yellowstone, se creó en 1872, y fue establecido con la misma concepción de proteger la naturaleza salvaje, permitiendo sólo actividades humanas vinculadas al disfrute de los magníficos paisajes naturales. “La ley fundadora de este Parque explicitaba que el parque había sido creado para el beneficio y entretenimiento de la gente” (Jax y Rozzi, 2004:352).

La otra forma de conservación de la biodiversidad a la cual hace referencia el término conservación se desarrolló hacia la década de 1930. Se incorporó a los criterios de conservación la consideración de procesos o aspectos ecológicos valiosos, independientemente que se produjeran en sitios poco transformados, que hayan sufrido importantes procesos de modificación, o que presentaran o no belleza escénica. He aquí la segunda forma de conservar la biodiversidad. Mediante aportes científicos de la Biología y la Ecología, se comenzaron a valorar aspectos de los ecosistemas tales como la biodiversidad y la presencia de especies de importancia para la conservación y la existencia de procesos y dinámicas, tanto naturales como generadas por la sociedad, que requieran de un manejo activo.

En consecuencia, puede diferenciarse el concepto de preservación del de conservación. El primero que presupone una visión estática de los procesos ecológicos, propone la no intervención humana, mientras el segundo implica el manejo del medio natural para su utilización, sin impedir o modificar los procesos ecológicos.

Otras posturas más recientes sostienen que los recursos han de ser utilizados sostenidamente para beneficio del hombre, es decir a una tasa de explotación que no ponga en riesgo la existencia de los recursos en un futuro. Esta concepción promovida por el PNUMA¹⁰ define a la conservación como “la gestión de la utilización de la biósfera para el ser humano, de tal suerte que produzca el mayor beneficio sostenible para las generaciones actuales, pero manteniendo su potencialidad para satisfacer las necesidades y aspiraciones futuras”. En consonancia con estas ideas, la Biología de la Conservación se propone como objetivo la preservación de procesos ecológicos básicos (Acerbi y Bachmann, 1999:29). Para ello sugiere diversos postulados, entre los cuales el más extendido es la creación de áreas protegidas¹¹ en un contexto matricial transformado por la actividad antrópica: los Parques Nacionales, las Reservas Naturales y como nueva forma territorial de aunar la conservación y el desarrollo humano, se suman las Reservas de Biósfera. Éstas, para ser consideradas como tales, deben cumplir con las siguientes condiciones: “a) asegurar la existencia de poblaciones viables de todas las especies y sus especies autóctonas que están sujetas únicamente a modificaciones naturales del ambiente; b) permitir la conservación del número y el reparto de los ecosistemas; c) mantener la diversidad general de las especies; d) prohibir la introducción de especies extranjeras bajo la acción del hombre, y e) permitir las variaciones del reparto de especies en respuesta a los cambios climáticos u otras modificaciones del medio” (Dajoz, 2002: 512).

Desde el punto de vista ecológico, las bases teóricas para la conservación en áreas protegidas han sido tomadas de la Teoría de Biogeografía de Islas y la Teoría de la Dinámica de las Metapoblaciones. La primera de ellas fue mayormente desarrollada por Robert Mac Arthur (ecólogo canadiense) y Edward Wilson (biólogo norteamericano), y lanzada en 1967. Esta teoría en principio estudió la biodiversidad en islas oceánicas, analizando la relación entre el área de la isla y el número de especies, concluyendo que las islas más pequeñas y más alejadas a las fuentes de emisión de especies poseen menor diversidad biológica que aquellas islas más cercanas y más grandes. Posteriormente la teoría fue trasladada a las “islas terrestres”. Establece una serie de reglas para determinar el diseño óptimo de las

¹⁰ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, creado en el año 1972.

¹¹ “Áreas definidas geográficamente que hayan sido designadas o reguladas y administradas a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación” (Solís, et al, 1998: 12).

áreas protegidas (figura 6), para maximizar la riqueza de especies dentro de esas áreas.

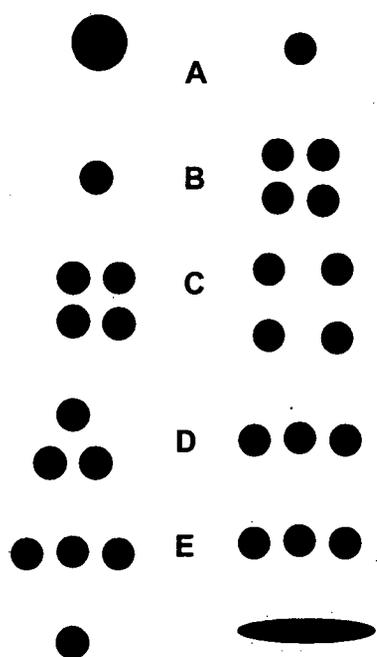


Figura 6: Diseño óptimo de las áreas protegidas (fuente: Marini-Hijo y Parentoni diseños de la izquierda serían más recomendables que los de la derecha).

La Teoría de la Dinámica de las Metapoblaciones fue propuesta por el ecólogo norteamericano Richard Lewis en 1970, y está también enfocada en los hábitats como islas. A diferencia de la Teoría de Biogeografía de Islas, que propone la maximización del área en un único parche para mantener la mayor diversidad de especies, la Teoría de Metapoblaciones trabaja sobre especies específicas que se encuentran diseminadas en poblaciones reducidas en pequeños fragmentos de hábitat. El aporte relevante de esta teoría a la Teoría de Conservación es el estudio del flujo de individuos entre poblaciones vecinas. Una metapoblación es “una población de poblaciones, un grupo de poblaciones locales conectadas por migraciones” (Marini y Parentoni Martins, 2001: 26). En los modelos clásicos de dinámica de poblaciones los análisis se centran en dos parámetros demográficos básicos, la tasa de natalidad y la tasa de mortalidad, pero no son consideradas las migraciones. Las migraciones determinan la dinámica poblacional a través del

tiempo entre diversas poblaciones de una misma especie. "Migraciones, colonizaciones y extinciones son los principales procesos poblacionales involucrados en el estudio de las metapoblaciones" (Ibidem, 26).

La matriz del paisaje ha sido ampliamente ignorada por la biología de la conservación tradicional (Mitchell, et. al., s/f: 7). Pero algunos enfoques sí la consideran en sus estudios, ya que es esencial para mantener los hábitats y poblaciones nativas fuera de las áreas protegidas. Por lo tanto "los enfoques basados en matrices y en reservas son componentes complementarios en una estrategia regional para mantener la biodiversidad biológica y los procesos ecológicos" (Ibidem, 9).

Desde el punto de vista de la relación conservación de la naturaleza-desarrollo humano, históricamente se han visto como metas contrapuestas¹². Pero en las últimas décadas se postulan ideas que apuntan a un paradigma de la conservación que contempla el desarrollo social como una meta complementaria, tomando como eje el concepto de desarrollo sustentable, entendido como "aquel desarrollo mediante el cual se satisfacen las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades" (Informe Brundtland, 1987).

¹² A fines del siglo XVII las predicciones de Malthus (economista inglés, 1766-1834) sostenían que el crecimiento de la población humana tendía a crecer exponencialmente mientras que el crecimiento de los medios de subsistencia (como los alimentos) lo hacían en forma aritmética. De acuerdo a esta concepción se llegaría inevitablemente a hambrunas que se evitarían mediante el control demográfico.

En los años 70' el Club de Roma planteó que " los límites básicos al crecimiento de la humanidad era la naturaleza física" (Gallopín, 2006: 3), es decir, que el crecimiento poblacional encontraría su límite cuando los recursos naturales no pudieran sostener a una mayor cantidad de habitantes.

En la conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente Humano de Estocolmo de 1972 se reconoció "que ambiente y desarrollo no eran inherentemente incompatibles" (Gallopín, 2006: 4). Esta estrategia de desarrollo fue denotada como ecodesarrollo, término que fue reemplazado posteriormente por el concepto desarrollo sostenible, acuñado en el marco de la Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 1980), pero que formalmente tuvo difusión política con un documento oficial internacional, el Informe Brundtland de 1987.

El desarrollo sostenible está compuesto por dos términos: desarrollo y sostenible. El primero de ellos surgió después de la Segunda Guerra Mundial, vinculado al concepto de progreso, entendiéndose como el proceso mediante el cual los países iban mejorando su situación económica y las condiciones económicas se distribuían más equitativamente entre la población. Este proceso por el cual atravesarían todos los países era considerado como unidireccional. Posteriormente esta visión fue cambiando, distinguiendo la idea de crecimiento económico propiamente dicho (crecimiento del sistema productivo y de las transacciones económicas) y la de desarrollo (redistribución del crecimiento económico entre la población) (Reboratti, 1999: 198).

El término sostenible proviene originariamente de la ecología pero con el tiempo se extendió también a las ciencias sociales. La sostenibilidad desde la ecología se refiere a la capacidad de un ecosistema de permanecer en el tiempo con modificaciones mínimas. En 1980 el informe Estrategia Mundial para la Conservación, realizado pro la UICN, la WWF y le PNUMA, le incorporó el concepto desarrollo al de sostenibilidad, transformándose este último en sustentabilidad. Este informe definió al desarrollo sostenible (o sustentable) como posteriormente lo hizo el Informe Brundtland, siendo visto el desarrollo no ya desde el ambiente sino desde la sociedad (Reboratti, 1999: 199 y 200).

En consecuencia, se visualiza a los espacios protegidos como reservas “abiertas” y dinámicas, incorporando el contexto territorial a su manejo, y promoviendo la participación activa de los diversos grupos sociales involucrados en la gestión del territorio, en particular de la población local.

2.1.2. Ecología del Paisaje y Ecología Regional

La Ecología del Paisaje¹³ es una subdisciplina de la ecología que estudia “como la estructura del paisaje afecta la abundancia y la distribución de los organismos” (Opdam et al, 769). La pregunta final que guía el trabajo en Ecología del Paisaje es cuál es el arreglo óptimo de los usos de la tierra para un propósito particular con el fin de planificar su estructuración, de modo de mantener la diversidad de hábitats y las conexiones que aseguren la meta-estabilidad, compatibilizando efectivamente la integridad ecológica con las necesidades básicas” (Matteucci, 2002:1). Esta rama científica ha desarrollado ciertos conceptos útiles para comprender los problemas de conservación y así poder encontrar posibles soluciones. Por lo tanto utilizamos algunos de estos conceptos para analizar la problemática planteada en este trabajo. Entre ellos podemos mencionar: corredores biogeográficos, fragmentación del paisaje, parches, ecotopos, fisiotopos, matriz del paisaje. Estos conceptos son también trabajados desde la Ecología Regional. Ambas ramas científicas incorporan la variable espacial en el estudio de los procesos ecológicos, y de aquí su importancia para nuestro trabajo.

La Ecología del Paisaje se interesa por el estudio de los procesos naturales en sentido vertical, teniendo en cuenta las relaciones espaciales y temporales de los mismos, vinculándolos con los procesos sociales. Como bien explica Matteucci (1998, 222):

“La Ecología del Paisaje se define como la rama de la ciencia que se ocupa de las interrelaciones entre la sociedad y sus paisajes abiertos (naturales y rurales) y construidos (urbanos). Involucra una actividad transdisciplinaria y sirve de herramienta para la solución de problemas de planeamiento, manejo, conservación y restauración. La sociedad humana es el eje central del análisis; es

¹³ Rama científica que se ocupa del estudio de áreas espacialmente heterogéneas en escalas de metros a cientos de kilómetros, con mosaicos complejos de ecosistemas o usos de la tierra, en fragmentos de diversas formas, cantidades, clases, configuraciones y funciones (Matteucci, 2002:1).

investigación ecológica orientada a la solución de problemas ambientales prácticos. Es una ciencia prescriptiva y predictiva”.

Se trata de una rama científica que surgió para cubrir un espacio vacío, el espacio entre la perspectiva geográfica (configuración¹⁴ espacial del paisaje) y la perspectiva ecológica (procesos). Enlazar ambas perspectivas del paisaje es imprescindible para la planificación y el manejo de los recursos naturales dentro del paradigma de la sustentabilidad. Es necesario entender cómo se relacionan los procesos ecológicos con los patrones¹⁵ del paisaje, para conocer la configuración espacial de los patrones que permiten el desarrollo de los procesos ecológicos necesarios dentro del paisaje. Esto hay que comprenderlo dentro de un contexto de cambio en la valoración social de los recursos naturales, y cambios en los usos del suelo, para a partir de aquí poder planificar a futuro, y que dicha planificación sea útil para el manejo y la gestión de los recursos.

Al respecto, el espacio en el cual se encuentran los recursos naturales, y los servicios y funciones ambientales, es finito, con límites en términos absolutos, ya que la superficie terrestre no es infinita, y límites en términos relativos a las diferentes actividades, porque no todos los territorios son aptos para todas las actividades. Es por ello necesario la existencia de un marco de políticas de gestión y de planificación que organicen las diferentes actividades teniendo en cuenta las necesidades de los diferentes actores existentes y de la naturaleza. “El ordenamiento territorial aparece como una herramienta central para el desarrollo sustentable, articulando las políticas de desarrollo económico con los objetivos de conservación de la naturaleza y la gestión racional y equitativa de los recursos naturales estratégicos” (Walsh, 2009:1)¹⁶.

La Ecología Regional, al igual que la Ecología del Paisaje, se encuentra en la frontera entre la geografía y la ecología, puesto que incorpora la variable espacial al estudiar las interrelaciones entre los organismos y el espacio circundante. Esto diferencia ambas ramas científicas de las otras ramas de la ecología (excepto la biogeografía), dado que tradicionalmente la ecología ha considerado para sus

¹⁴ La configuración es la distribución espacial de los parches (aleatoria, regular o agregada) y las figuras que generan en la matriz (líneas simples, líneas ramificadas, círculos)” (Daniele, 2003:2).

¹⁵ “El patrón es el arreglo espacial de los elementos de un paisaje o el arreglo espacial de los paisajes en una región” (Daniele, 2003: 3).

¹⁶ Entendemos al ordenamiento territorial como “la proyección en el espacio de las políticas sociales, culturales, ambientales y económicas de una sociedad” (Daniele, 2001:21).

estudios solamente áreas homogéneas, incluyendo escasa y tangencialmente la variación espacial y los cambios temporales que realmente existen en el desarrollo de los procesos naturales. Comparten además, a pesar de realizar estudios a escalas diferentes (paisaje y región), las mismas técnicas de estudio.

“El análisis regional es un aspecto de la ecología que estudia el área de extensión de un fenómeno susceptible de dar individualidad a una parte del espacio” (Matteucci, 1998: 117). La Ecología Regional tiene como objeto de estudio a la región que se define como el área geográfica que se identifica internamente por una determinada configuración de sus elementos y de los procesos que en ella ocurren, y que posee límites definidos. La región es una construcción que se define de acuerdo a los objetivos de regionalización que tenga el investigador, por ende la región no existe por sí misma. Desde la Ecología Regional, “la región es un conjunto de paisajes que forman un patrón no recurrente, de grano grueso y alto contraste” (ibidem, 120). Esta subdisciplina tiene como objetivo reconocer y delimitar áreas homogéneas, en un medio que se caracteriza por su heterogeneidad. Pero la homogeneidad es identificada dependiendo de los objetivos perseguidos.

Para aplicar principios sustentables al manejo y a la planificación, es necesario recurrir a ciertos conceptos que brinda la Ecología del Paisaje y Regional. En principio definiremos el concepto de paisaje como “un conjunto de formas de la tierra en una región, es heterogéneo, puede tener distintas dimensiones y diversos componentes” (ibidem, 223). El paisaje y la región presentan tres características:

- la *estructura* que es sinónimo de patrón y configuración del paisaje;
- la *función* que comprende las interacciones entre los elementos del paisaje (flujos de materia, energía e información);
- el *cambio* que incluye las transformaciones de la estructura y las funciones del paisaje.

Los cambios en la estructura causan cambios en las funciones y viceversa (Leitao y Ahern, 71). La región y el paisaje conforman mosaicos que están integrados por elementos. Los elementos de la región son los paisajes y los principales elementos del paisaje son la matriz, el parche y el corredor. “La matriz es el ecosistema que muestra mayor grado de conectividad, que puede ser el predominante o no y donde los parches se distribuyen en el paisaje” (Daniele, 2003: 3), el parche y el corredor son estructuras que se diferencian, por la fisonomía, de la matriz que los rodea, el primero no es lineal y el segundo si lo es. Entender la

configuración y la dinámica de estos elementos del paisaje, permite comprender temporal y espacialmente la dinámica de los procesos ecológicos.

Existen ciertos conceptos tanto de la Ecología del Paisaje como de la Ecología Regional que resultan centrales para el desarrollo de temas de conservación como el que se ocupa esta tesis. Se trata de los conceptos de matriz, parche conectividad, corredores, perforación, disección y fragmentación.

Los conceptos de matriz, parche y corredor constituyen los elementos de la estructura (Leitao y Ahern, 2002:67). Siguiendo a Dajoz (2002:396), “la matriz es la parte más extendida del paisaje, es la que le da su fisionomía y que juega el papel dominante; está constituida por un solo elemento o por elementos ampliamente conectados entre sí; el parche o isla es la superficie del paisaje no lineal que difiere, por su fisionomía, de los elementos de la matriz que la rodean; y el corredor es una estructura lineal que difiere de la matriz que le rodea por ambos lados, une entre sí dos o varias islas”. La estructura es importante para la conservación de las especies, ya que la continuidad de la misma, si mantiene las características naturales y calidad de hábitat suficiente, es indispensable para asegurar la perpetuidad de las especies a largo plazo. La extensión necesaria de la matriz es una condición especie específica.

El concepto de conectividad hace referencia “a la disposición y al número de enlaces (corredores) que existen entre las distintos parches de un paisaje inmerso dentro de una matriz” (Dajoz, 2002: 396), e incluye las conexiones e interrelaciones que se establecen entre los elementos del paisaje. La configuración de los elementos del paisaje influye en la movilidad y en la distribución de los seres vivos, por lo tanto definimos a la conectividad biológica (de aquí en más: conectividad) como “el grado relativo de facilidad con que los animales y genes pueden moverse a través del paisaje” (Somma y Perovic, 1999: 204). La conectividad se ve interrumpida por diferentes procesos antrópicos como son la perforación, la disección y la fragmentación¹⁷. Estos tres procesos (perforación, disección y fragmentación) ocurren de manera ordenada, y pueden suceder simultáneamente en un mismo paisaje o en una misma región. El primero de ellos es “el establecimiento de elementos extraños aislados, con límites netos en una matriz homogénea (una casa en un pastizal; una parcela incendiada en un bosque, un área desmontada para

¹⁷ La perforación y la disección son procesos de fragmentación.

cultivos agrícolas o implantación de pasturas)” (Matteucci y Buzai, 1998:127). La disección es “un corte de la matriz mediante líneas de ancho constante (trazado de carreteras o líneas de alta tensión)” (ibídem, 127). La fragmentación es un cambio del patrón del paisaje, que afecta a la estructura y a la función del mismo, y que tiene como consecuencia la pérdida de conectividad. Mediante este proceso los elementos se dividen en fragmentos más pequeños, siendo perjudicial para la biodiversidad. Seguidamente se produce el achicamiento de estos parches de la matriz original, y por último la desaparición de los mismos, perdiéndose la condición de clase dominante del ecosistema original.

2.1.3. Simulación de escenarios

2.1.3. a. Escenarios y planificación

Para comprender cómo reaccionará un determinado sistema ante alguna acción específica, se suele recurrir al proceso de simulación. “Este proceso consiste en experimentar con modelos, lo cual permite trabajar con sistemas simplificados de la realidad” (prf. Tarifa, s/f: 1). Este reemplazo de un sistema por otro (el simplificado por el real) se realiza con fines prácticos dado que la experimentación en el sistema real puede presentar ciertos inconvenientes como los costos para su realización, la seguridad, la complejidad y otros factores que no hagan factible la viabilidad de la experimentación. De esta manera, la simulación es una importante herramienta para la toma de decisiones y la futura planificación, ya que permite predecir qué ocurrirá si se realizan ciertos cambios en el sistema real bajo determinadas condiciones.

Como se mencionó anteriormente, en algunas zonas del área de estudio se producen conflictos por los usos del suelo entre grupos con diferentes intereses. Estos conflictos normalmente incluyen “objetivos de conservación de la naturaleza, expectativas socio-económicas para progreso, mejor calidad de vida y/o objetivos productivos” (Somma, 2006:103). La causa de estos conflictos es la superposición en un mismo espacio de diferentes actividades productivas que los hombres desarrollan de acuerdo a sus objetivos, y acciones de conservación de la naturaleza. Por eso es conveniente recurrir a la planificación para intentar una superación de los conflictos.

Dependiendo de cuáles sean las actividades que se planifiquen desarrollar, puede existir amenazas a la naturaleza o la conservación puede verse favorecida mediante medidas que impulsen o garanticen la protección y/o restauración, o que atenúen los factores que impactan negativamente. Los resultados de la planificación, en la cual se plantean posibles situaciones y condiciones, son conocidos como *escenarios*. “La planificación de escenarios es apropiada en sistemas en los que la incertidumbre es alta e incontrolable. En otros casos, el control óptimo, el manejo adaptable y ‘hedging’ son métodos de planificación más convenientes” (Peterson et al., 2003: 364). Los métodos tradicionales (control óptimo y manejo adaptable) son efectivos cuando es posible la manipulación experimental, en cambio la planificación de escenarios es más útil cuando hay un alto grado de incertidumbre y la manipulación del sistema es difícil o imposible (Somma, 2006: 103).

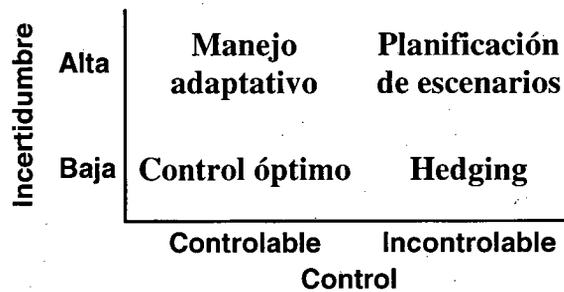


Figura 7. Métodos de planificación (fuente: Peterson, 2003:365).

En los escenarios se observan “los futuros hipotéticos de un territorio” (Steinitz et al., 2003 en Somma, 2006:103), que permiten prever la posibles consecuencias al tomar determinadas medidas. “La idea central de la planificación de escenarios es considerar una variedad de posibles futuros que incluyan las incertidumbres más relevantes en el sistema antes que enfocarse en la predicción de un solo resultado” (Peterson et al., 2003: 359). Es recomendable que en este tipo de planificación trabaje un grupo de personas con diferentes formaciones académicas, que teniendo un único objetivo, aporten un conocimiento compartido en el proceso sistémico de recolección, discusión y análisis de escenarios. “Para la conservación, los mayores beneficios de usar la planificación de escenarios son (1) un mayor conocimiento de las incertidumbres más relevantes, (2) la incorporación de perspectivas alternativas

en la planificación de la conservación, (3) mayor resistencia de las decisiones a situaciones imprevistas” (Peterson et al., 2003: 358).

2.1.3. b. Unidades de trabajo

El comportamiento de la *selva pedemontana* ante los cambios en los usos del suelo es estudiado mediante el análisis de unidades de trabajo denominadas *ecotopos* (en griego, eco: casa; topo: lugar, localidad). Este concepto proviene de la Ecología del Paisaje y fue definido por primera vez por Transley en 1939 como “la particular porción (...) del mundo físico que forma una casa (oïkos) para los organismos que viven en él”. Luego varios autores definieron nuevamente este concepto: Carl Troll, 1950; Zonneveld, 1989; Haber, 1994; Klijn y de Haes, 1994; Forman, 1995; Farina, 1998; Ignemoli, 2002; Bastian et al, 2003. Estos aportes definen a los ecotopos como las unidades ecológicas más pequeñas que permiten estratificar los paisajes para su mapeo y clasificación; y tienen una espacialidad definida, o sea una localización y extensión determinada. Estas unidades son relativamente homogéneas en cuanto a los factores bióticos, abióticos y antropogénicos, incluyendo las características hidrológicas, geomorfológicas, climáticas, los usos del suelo y la vegetación, entre otros. De acuerdo a la aplicación que se haga de los ecotopos se considera un determinado criterio para la identificación de los mismos. En este modelo, y de acuerdo con los objetivos propuestos por la investigación, los ecotopos son una combinación de las *estructuras vegetales*, de los *fisiotopos* y de los *usos del suelo*.

“Las estructuras vegetales son unidades homogéneas de vegetación tanto horizontal como verticalmente, pero que pueden poseer diferente composición florística” (prf. Van Eupen et al, 2005:12; Somma, 2006). Los fisiotopos corresponden a unidades en las que los patrones abióticos son homogéneos (prf. Van Eupen et al, 2005:12; Somma, 2006). Entre ellos se consideran el clima, la hidrografía, el relieve y los suelos. Los usos del suelo conciernen a las actividades humanas que se desarrollan sobre la tierra y que se encuentran directamente vinculadas a la misma.

2.1.3. c. Accesibilidad

Por accesibilidad entendemos aquella capacidad de las personas en alcanzar sitios donde puedan presentarse oportunidades sociales de distinta índole (relacionamiento social, oportunidades económicas, atención sanitaria, educación, etc.), y “es considerada como una de las más importantes determinantes en los cambios de usos y coberturas del suelo” (Verburg et al 2004: 238). Estos sitios son mercados donde los pobladores locales pueden comprar y vender mercadería. En este trabajo tendremos en cuenta dos de ellos, las localidades de San Ramón de la Nueva Orán y Colonia Santa Rosa, porque son los dos centros de consumo y relacionamiento social más importantes de la zona de estudio. “La importancia de considerar la accesibilidad en el análisis espacial de los patrones de usos del suelo es conocida desde el surgimiento de la teoría de Von Thünen” (ibidem). Influye tanto en la extensión como en la localización de los mismos. La accesibilidad no es la única determinante de estos cambios, pues otros factores, (por ejemplo ciertas políticas gubernamentales, como la asignación de subsidios) pueden hacer que la relación cambios en la accesibilidad-cambios en las coberturas y usos del suelo no siempre se cumpla.

En este trabajo consideraremos solamente la accesibilidad, porque una de nuestras metas es analizar la incidencia directa de esta variable sobre los cambios en los usos del suelo mediante una simulación. Si bien en la realidad son varias las fuerzas que actúan sobre este proceso de transformación del territorio, nos acotamos a la accesibilidad para observar su influencia en el caso hipotético que no existan otros factores. De esta manera es posible determinar si la accesibilidad es una variable a tener en cuenta en el análisis de los cambios en los usos del suelo en estudios futuros.

La accesibilidad, la pendiente y el tipo de suelo son tres variables que juegan un rol determinante en un gran número de modelos inductivos de uso del suelo. Al ser la accesibilidad un variable proxy¹⁸ de gran influencia en los modelos inductivos, consideramos apropiado simular el cambio de uso (aún de manera cualitativa) a partir de ese Proxy, porque está probado que esta variable es una de las tres más

¹⁸ Las variables proxy son variables locales (analogía con síntoma) que expresan el efecto que produce una variable a otra escala (ej: desmonte -local- y mercado de commodities -global), son expresiones locales, biofísicas, que en realidad reflejan procesos que tienen “motores de cambio” a otra escala.

frecuentes explicando el cambio de uso (Pfaff, 1999; Veldkamp y Lambin, 2001; Verburg et al, 2004; Farrow y Nelson, 2001).

La accesibilidad puede ser medida cuantificando las dimensiones de diferentes aspectos del traslado de las personas a los sitios de interés, utilizando simples medidas como: a) la distancia directa a los centros de relevancia social y económica o a las carreteras principales, b) el tiempo que se tarda en acceder a los mismos, c) el costo del transporte. Para hallar la accesibilidad hay que tener en cuenta i) los orígenes y destinos, ii) la red de transporte y iii) los medios de transporte. Estos tres factores determinan la accesibilidad de una determinada área. Los destinos son los mercados de interés y los orígenes en cada una de las celdas de la grilla en cuestión. En la red de transporte pueden distinguirse diferentes tipos de vías de circulación, entendiéndolas a éstas como los conectores entre las zonas rurales y los mercados. Pueden diferenciarse de acuerdo a la velocidad máxima de desplazamiento, a sus condiciones en la época de lluvia o de sequía, al tipo de medio de transporte que por ella pueden circular, etc. Dependiendo del medio de transporte con que uno se traslade la accesibilidad variará. De esta manera la red de transporte es un factor importante en el cálculo de la accesibilidad. Y al ser el transporte “un factor decisivo para una economía porque afecta no sólo el movimiento de personas, bienes y servicios, sino el desarrollo como tal” (Farrow y Nelson, 2001: 3) su modificación incidirá directamente en el cálculo de la accesibilidad. Por lo tanto, en los sitios donde hay un sistema de transporte bien desarrollado, sin tener en cuenta otros factores y acotándose a los objetivos y alcances de este trabajo, el crecimiento agrícola y la productividad probablemente se vean favorecidos. Dependiendo de cómo está constituida la red de transporte (caminos, senderos, carreteras, ya sean pavimentadas, consolidadas, etc.) y del tipo de vehículo con el que se circule, el tiempo de traslado al sitio deseado varía. Por otra parte hay que considerar las condiciones climáticas (lluvia, nieve, niebla, etc.), la pendiente del terreno y el estado del tránsito como factores que también inciden en el cálculo de la accesibilidad.

2.1.3. d. Factores de cambio

Los paisajes no son estáticos sino que cambian a través del tiempo y del espacio (Matteucci y Buzai, 1998). En ellos se visualizan las interrelaciones entre la

naturaleza y la sociedad, junto a sus respectivos efectos. Al estar en un permanente estado de transformación tanto la naturaleza como la sociedad, los paisajes también se modifican constantemente. Por eso es importante estudiar los procesos que se producen en el interior de los paisajes y no solamente los patrones espaciales. Para analizar estos procesos es imprescindible considerar los motores de cambio (en inglés, *driving forces*) que impulsan los cambios en los paisajes, entre los cuales pueden mencionarse “los cinco principales: socioeconómicos, políticos, tecnológicos, naturales y culturales” (prf. Bürgi et al, 2004:859). Estas “fuerzas de cambio” no siempre son similares en las diferentes áreas de estudio y a diferentes escalas, sino que la combinación entre las mismas varía. Por eso las características del problema van a estar definidas por las particularidades intrínsecas de cada área y la forma en que se desarrollan los motores de cambios más la combinación entre los mismos. Esto no significa que no puedan establecerse patrones en el paisaje como consecuencia del accionar de estas fuerzas.

Si bien todos los motores de cambio inciden en la problemática analizada, es necesario hacer una selección de las mismas en función de la relevancia de su incidencia en el área de estudio, ya que es difícil comprender los cambios teniendo en cuenta conjuntamente todas las fuerzas que actúan sobre el paisaje, sin analizar las consecuencias específicas que produce cada una de ellas. De esta manera, tomando como referencia el trabajo de Somma (2006), se consideran tres motores como los principales en los cambios de uso del suelo: los *tipos de capacidad de uso de los suelos*, la *accesibilidad a mercados* y las *pendientes del terreno*. Hemos seleccionado estos tres factores porque son los reconocidos internacionalmente como de mayor incidencia en los cambios de uso del suelo (Pfaff, 1999; Veldkamp y Lambin, 2001; Verburg et al, 2004; Farrow y Nelson, 2001). Por accesibilidad se entiende la cercanía a los sitios donde puedan presentarse oportunidades sociales y económicas. Además se consideran dos conceptos vinculados a las fuerzas impulsoras de cambio en un determinado paisaje. “Los *atractores* que son las características de un sitio que atrae una fuerza impulsora con posibilidad de inducir un cambio” (Bürgi et al, 2004, 863) y los “*precursores* que son factores que pueden inducir cambios en el paisaje: mejoramiento en la accesibilidad, subsidios, innovaciones técnicas” (Bürgi et al, op., citado en Somma: 2006,21).

2.2. Usos y cobertura del suelo

El hombre desarrolla diferentes actividades sobre la superficie del planeta, que modifican las características de la misma. “La incidencia, en cuanto a magnitud, velocidad y alcance espacial, de las alteraciones humanas actuales sobre el suelo de la Tierra no tienen precedentes” (Lambin y Geist, 2001: 27). Es por ello que se torna importante conocer los antecedentes históricos de cómo cambiaron los usos del suelo hasta el presente, y realizar proyecciones a futuro para conocer las tendencias los posibles cambios en los años venideros.

Estos cambios se ven reflejados en los diversos usos y coberturas del suelo. Dos conceptos relacionados entre sí que aluden a diferentes aspectos de la superficie terrestre. Los usos del suelo se refieren a las actividades humanas que ocupan la tierra y que se desarrollan directamente relacionadas con la misma (por ejemplo, asentamientos, parques, agricultura, etc.). Al hablar de cambios en los usos del suelo se habla de una intensificación de cierta actividad humana sobre la tierra, o de un cambio a otro tipo de uso del suelo. En esta investigación nos focalizaremos en la conversión de un uso del suelo a otro, particularmente la transformación de bosque a tierras agrícolas. En cambio la cobertura del suelo es el estado físico de la superficie de la Tierra, simplemente “describe la vegetación y las construcciones artificiales que en ella se encuentran” (Anderson et al., 1976:4), sin hacer referencia a las actividades humanas. Entre los cambios en las coberturas del suelo pueden reconocerse dos extremos, la conversión y la modificación de la cobertura, entre los cuales hay diferentes patrones de cambio en la cobertura del suelo.

Los dos conceptos se vinculan entre sí, de manera tal que un determinado tipo de uso del suelo puede corresponderse con diferentes tipos de cobertura. Al mismo tiempo un tipo de cobertura del suelo puede poseer diferentes usos. De esta manera, identificar un tipo de cobertura del suelo no es suficiente para conocer el uso que se hace de la tierra, y viceversa. Por ello, en estos casos trabajar con clasificaciones de coberturas del suelo y/o con sensores remotos no es suficiente, hay que recurrir también a información bibliográfica y/o información complementaria relevada en los trabajos de campo.

La cobertura del suelo puede alterarse si cambian los usos del suelo, como es el caso que estamos trabajando, o si se mantienen los mismos usos. Para entender los cambios en la superficie terrestre, no es suficiente estudiar las coberturas del

suelo, ya que sus cambios son procesos complejos en los que se identifican una heterogeneidad de patrones frecuentemente relacionados con las actividades humanas.

En los cambios de usos del suelo tienen incidencia las políticas y los mercados a escala local, regional, nacional y global. Es por eso necesario conocer el marco institucional (legal, político, económico y tradicional) y entender sus interrelaciones. Es necesario además comprender las interacciones entre estas instituciones y los encargados de tomar decisiones para los cuales es indispensable conocer como es la dinámica de los usos del suelo. Conocer los usos del suelo a escala local es imprescindible para conocer la heterogeneidad regional. Los estudios locales, conjuntamente con estudios a otras escalas (nacional, continental, global), colaboran con la comprensión de fenómenos regionales. De aquí la importancia del presente estudio.

2.3. Metodología

2.3.1. Introducción

El desarrollo de esta investigación se realizó mediante la aplicación de un sistema de soporte de decisiones. “Este tipo de sistemas son modelos utilizados para guiar el proceso de toma de decisiones y abarcan una serie de técnicas estadísticas, de optimización y una variedad de técnicas y herramientas de simulación” (prf. Bunell y Boylland, 2003:269-270). A él se asoció un sistema de información geográfica (SIG), que sirvió como herramienta para presentar los escenarios potenciales. Los resultados de este trabajo constituirán un aporte a la planificación futura y al proceso de toma de decisiones, que luego se verán reflejadas en el ordenamiento territorial.

Se compararon los cambios en los usos del suelo entre 1973 y 2003, año a partir del cual se obtuvo la información para crear los escenarios. Se eligieron estos años porque se disponía de las coberturas necesarias (Movia, IG-UBA/SeMaDes) y no se justificaba producir estas coberturas para otros años para los objetivos de esta investigación. Más precisamente se compararon los mapas de usos del suelo de ambas fechas, para estimar los cambios en las tierras agrícolas a lo largo de esos 30

años, y se los analizó conjuntamente con los cambios en la accesibilidad a mercado. Por último se crearon tres escenarios, se compararon los resultados de los mismos y se hizo una estimación cualitativa de la posibilidad de cambios en los usos del suelo.

La escala de análisis de esta investigación es 1:250.000 ya que la información base utilizada para la misma se encuentra en esta escala, y es considerada apropiada (y utilizada habitualmente) para estudios a escala regional (Somma 2006, Asato s/f, Schlichter 2002).

2.3.2. Sistemas de Información Geográfica

A comienzos de la década del '60, en pleno desarrollo de la tecnología informática, surgieron los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con el fin de incorporar la dimensión espacial a estudios de diversa índole, mediante el manejo de datos espaciales georreferenciados.

El primer SIG denominado Canadian Geographic Information System (CGIS), fue producido en 1964 por el Departamento de Agricultura Canadiense. Paralelamente otros sistemas¹⁹ fueron desarrollados en Estados Unidos en donde se encontró el contexto propicio para la experimentación de esta nueva tecnología, tanto en instituciones públicas como privadas. El desarrollo de los SIG continuó creciendo en los países más desarrollados, y es así que en la década del '70 "se celebró la primera conferencia sobre SIG organizada por la IGU (Internacional Geographical Union)" (prf. Tomlinson, 1990, citado en Arcila, 2003: 14-15). Hasta ese momento los SIG se producían de acuerdo a las necesidades de determinadas instituciones (aquellas que los desarrollaban), pero a partir de los años ochenta se comenzaron a generar y a trabajar con SIG genéricos que podían ser utilizados por diferentes usuarios.

Debido principalmente a causas político-económicas el comienzo del desarrollo de los SIG se produjo primero en los países desarrollados, y luego esos conocimientos fueron trasladados a los países periféricos. Entre estos últimos se encuentra la República Argentina en donde la implementación de los SIG ha

¹⁹ "LUNR (Land Use and Natural Resources Information System) creado a partir de 1967 en el estado norteamericano de Nueva Cork; MLMIS (Minnesota Land Management Information System, 1969); PIOS (Polygon Information Overlay System, 1971); ORMIS (The Oak Ridge Modelling Information System, 1972); STORET (STorage and RETrieval of Data for Woter Quality Control System de la Division de Aguas y Control de contaminación del Servicio Público de Salud de los Estados Unidos), etc." (Bosque Sendra; 1992:26).

comenzado recién en la década de los '80. A pesar de ello actualmente en este país "se dispone de la misma capacidad de hardware y software que en los países centrales" (prf. Buzai, 2000:52). Por ende el desarrollo de esta tecnología en nuestro país se ha producido en menos años que en los países del primer mundo.

En la extensa bibliografía existente acerca de los sistemas de información geográfica, muchas son las definiciones que se han utilizado para describir un SIG. Entre ellas podemos mencionar las siguientes:

- a) Un Sistema de Información Geográfica se puede considerar esencialmente como una tecnología aplicada a la resolución de problemas territoriales (Bosque Sendra, 1992:21).
- b) Un SIG es "un sistema computarizado que provee los siguientes cuatro conjuntos de operaciones para tratar datos georreferenciados: 1) entrada de datos; 2) uso de los datos (almacenamiento y recuperación); 3) manipulación y análisis; 4) salida" (Aronoff, 1991 citado en Arcila, 2003: 4)
- c) Un SIG es "un conjunto de herramientas para reunir, introducir (en el ordenador), almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos" (Burrough, 1988:6).

Puede observarse que las definiciones *b* y *c* sustentan sus explicaciones de lo que es un SIG en base a las tareas que éste lleva a cabo. Pero un SIG es algo más que simplemente las funciones que realiza. Por ello no consideraremos estas definiciones sino que aquí se definirá a un SIG como *una tecnología informática que representa la realidad geográfica, mediante la utilización de datos espaciales georreferenciados, permitiendo resolver problemas espaciales de diversas actividades humanas, que realiza las siguientes operaciones: 1) captura de datos; 2) entrada de datos; 3) uso de los datos; 4) manipulación y análisis; 5) salida; 6) mantenimiento y actualización de los datos.*

2.3.3. Sistemas de soporte de decisiones

Los sistemas de soporte de decisiones (SSD) surgieron en los años '70 para paliar las falencias que presentaban y presentan los sistemas de información geográfica en el proceso de toma de decisiones. En principio los SSD fueron

creados para cuestiones económicas y empresariales, teniendo sus orígenes en el ámbito de la Economía, en base a la obra del economista Herbert Simon²⁰. Luego se desarrollaron también los sistemas de soporte de decisiones espaciales (SDSS). Los SDSS incluyen además aspectos locacionales que demandan datos geoespaciales. Los SDSS consisten en sistemas informáticos constituidos por un SIG y modelos que permiten describir y predecir procesos.

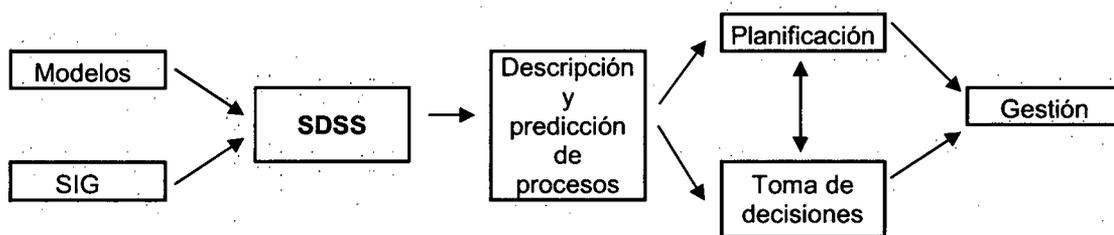


Figura 8. Modelo SDSS (fuente: elaboración propia).

En el proceso de planificación surgen ciertos inconvenientes, como la complejidad de las situaciones, los costos, la relación entre las escalas espacio-temporales, etc., que el planificador debe enfrentar. Ante esta situación se reduce la realidad a modelos, simplificando el caso de estudio enfocándose solamente en ciertas relaciones del sistema real (aquellas priorizadas de acuerdo al objetivo del trabajo). Por eso son útiles los SSD porque simplifican la realidad y ayudan en la toma de decisiones. Además de la *simplificación* todos los SSD comparten otra característica: la *traducción*. “La simplificación necesaria para entender un modelo necesita una traducción entre la realidad y el sistema del modelo” (Bunnell y Boyland, 2003: 270) Nosotros recurrimos a un SDSS en donde se simulan como escenarios los futuros hipotéticos. “Estos SDSS incluyen modelado, visualización y capacidad para el análisis espacial, y ayudan en la planificación, toma de decisiones y desarrollo de

²⁰ Economista estadounidense que investigó sobre el proceso de toma de decisiones en las organizaciones económicas complejas (empresas públicas, multinacionales, etc.) y postuló, cambiando las ideas clásicas, que los empresarios no están capacitados para optimizar sus decisiones, introduciendo la restricción de una información limitada. Por ese trabajo le fue concedido el Premio Nobel de Economía en 1978.

políticas a elegir las mejores opciones considerando la distribución espacial de los usos potenciales del suelo” (Somma, 2006: 104).

El sistema de soporte de decisiones que utilizamos es OSIRIS, que se desarrolla a partir del modelo GEOPS (figura 9).

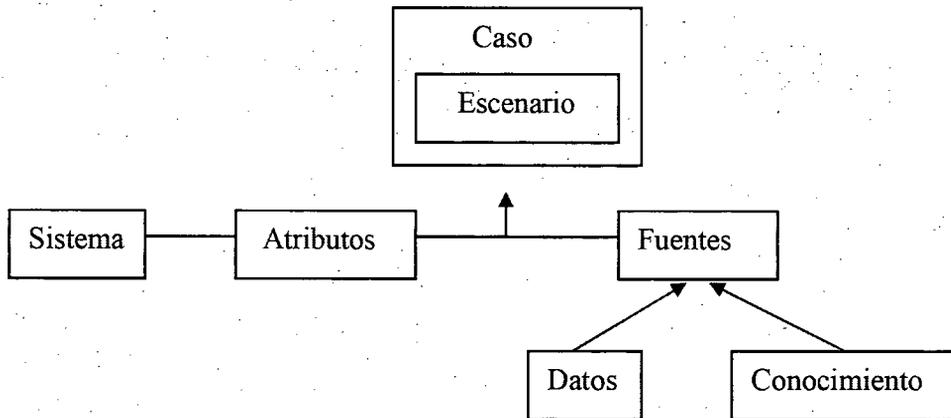


Figura 9. Modelo Geops (fuente: Verweij, P.J.F.M., 2006).

Sistema: Todas las entidades entre las cuales hay interrelaciones.

Atributo: Una entidad.

Fuentes: El conocimiento y los datos que cuantifican y/o cualifican un sistema.

Caso: El conjunto del sistema y las fuentes usadas para calcular una situación específica.

Osiris consiste en cuatro ventanas principales denominadas hojas de trabajo:

- Hoja de trabajo del sistema: se encuentran todos los atributos que uno quiera incorporar al sistema y pueden clasificarse en diferentes categorías.
- Hoja de trabajo de las fuentes: están presentes las fuentes. Osiris trabaja hasta el momento con *grillas ESRI*, *ESRI Avenue scripts*, *matrices de conocimiento* y *árboles de decisión*.
- Hoja de trabajo del caso: aquí se construye un esquema de cálculo conectando a los atributos con las fuentes y viceversa.

- Hoja de trabajo de escenarios: a partir del esquema de cálculo se pueden crear varios esquemas en los que uno selecciona los atributos del sistema necesarios, y luego pueden observarse los resultados en mapas.

Dentro de OSIRIS utilizamos el modelo LEDESS (Landscape Ecological Decision and Evaluation Support System) que fue creado por DLO-Staring Centre (ahora: DLO-Alterra, Países Bajos) en 1996, y desde ese momento fue empleado en diferentes proyectos. "LEDESS es un sistema experto basado en un SIG y es usado para valorar y evaluar los efectos del cambio de usos del suelo en la naturaleza" (prf. van Eupen et. al, 2005: 8). LEDESS trabaja introduciendo coberturas raster SIG de los paisajes existentes en el área de estudio y los confronta teniendo en cuenta las medidas propuestas y el conocimiento ecológico que se posea de la región. Como resultados se obtienen otras coberturas SIG y los patrones de distribución esperados de la cobertura del suelo, la vegetación y la fauna. A través de ellos LEDESS evalúa escenarios para definir si son ecológicamente posibles y determinar sus consecuencias sobre la naturaleza y/o sus efectos económicos. De esta manera se puede decidir acerca de los tipos de usos del suelo esperados.

Para poder conformar los escenarios los modelos realizados en LEDESS se basan en una vista simplificada de los ecosistemas. Dentro de ellos se reconocen cuatro componentes, los *ecotopos*, los *hábitats*, las *estructuras vegetales* y los *fisiotopos*. Además deben incluirse también las *medidas* a tomar y los *objetivos* (en inglés, *targets*). Esta información, en forma de coberturas SIG y tablas de conocimiento, debe ser introducida por los usuarios ya que LEDESS no contiene información alguna. Además pueden incorporarse otras coberturas necesarias de acuerdo a los objetivos del trabajo.

Las relaciones entre los diferentes componentes del sistema son topológicas (verticales) y cronológicas (horizontales), y se establecen conectando los atributos mediante un sistema de tablas de conocimiento, árboles de decisión y *tipologías* (debe hacerse una clasificación de los componentes para que puedan utilizarse en LEDESS). "Combinando diferentes coberturas de información geográfica, se pueden obtener nuevos datos geográficos a partir de las tablas de conocimiento" (prf. van Eupen, 2002: 11). Al conectar los atributos del sistema con las fuentes de datos (tablas) y viceversa, se conforma el esquema de cálculo específico para cada caso *de estudio* (base de todos los escenarios). Este esquema de cálculo es el conjunto

de estudio (base de todos los escenarios). Este esquema de cálculo es el conjunto de todas las relaciones establecidas, es utilizado para calcular cada uno de los escenarios y está constituido por los siguientes elementos: *atributos del sistema conectados, atributos del sistema desconectados, atributos requeridos, fuentes con atributos requeridos y fuentes con atributos no requeridos.*

Para calcular un escenario hay que conectar las grillas de Esri con los atributos del sistema necesarios no conectados hasta el momento. Una vez realizado este paso, el mapa resultante aparecerá en Esri ArcView

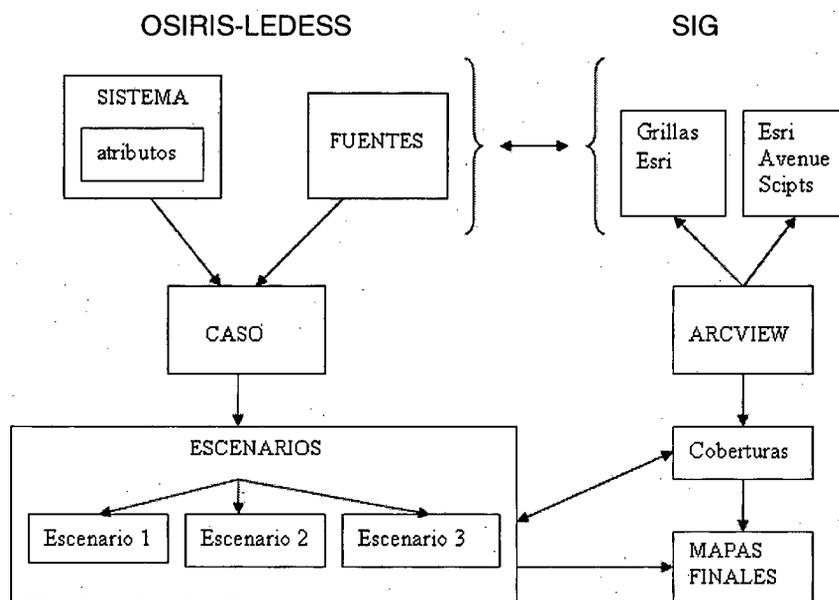


Figura 10. Interacción Osiris-Ledess y Arcview (fuente: elaboración propia, 2008).

LEDESS-Yungas

En base a la estructura de OSIRIS en el modelo LEDESS-Yungas los atributos del sistema pueden dividirse en dos clases principales:

1. Atributos básicos:

- Atributos fijos del modelo: son los atributos fijos que en el modelo necesitan calcularse en el resultado final, y no cambian en los diferentes escenarios. En este trabajo son los siguientes: cobertura de fisiotopos y cobertura de vegetación.

- Atributos parámetro: son las variables del modelo, para nosotros las coberturas de objetivos.

2. Atributos calculados:

- Cobertura de nuevos fisiotopos.
- Nueva cobertura de vegetación (que incluye las modificaciones producto de las medidas a implementar).
- Cobertura de usos del suelo (targets: objetivos).
- Medidas a implementar.
- Ecotopos.
- Resultados de los cálculos temporarios.

Estos atributos son clasificados, luego se establecen las relaciones necesarias para construir el caso, y a partir de ello se calculan los escenarios. Como resultado se obtienen tres coberturas diferentes en ArcView.

2.3.4. Deforestación entre 1973 y 2003

Se efectuó una comparación de las zonas deforestadas dentro del área de estudio entre 1973 y 2003. Para ello se utilizaron las coberturas de usos del suelo de Movia 1973²¹ y de IG-UBA/SeMaDes 2003, ambas ya digitalizadas. Se delimitaron las zonas boscosas convertidas como producto del avance de la frontera agrícola. Posteriormente, también utilizando otras coberturas del mismo trabajo (IG-UBA/SeMaDes 2003: coberturas de hidrografía, carreteras, usos del suelo, límites del área de estudio y objetivos), se crearon las coberturas de accesibilidad para las dos ventanas temporales. Estas coberturas se generaron mediante la implementación de la extensión de ArcView²² Analista de Accesibilidad (Farrow and Nelson, 2001).

Esta extensión requiere de insumos obligatorios (coberturas digitales de carreteras y límites) y temas opcionales (coberturas digitales de hidrografía, usos del suelo y pendientes, en nuestro caso). En las coberturas de accesibilidad se considera la distancia (calculada como tiempo de viaje) a nodos de transporte o mercados regionales. Para ello se necesita una cobertura de mercados (sitios de comercialización y concentración de productos agropecuarios) y una matriz (cobertura tipo grilla o raster) donde el valor de cada celda indica el tiempo que demanda en recorrer cada una de ellas.

²¹ Coberturas digitalizadas por Somma, Aued y Bachmann, 2004.

²² Es un programa que se incorpora al SIG como extensión de ArcView.

Analizando los mapas de accesibilidad conjuntamente con los mapas de las zonas deforestadas se pueden relacionar las mejoras en la accesibilidad con la deforestación. Se analizó si las áreas deforestadas tienen vinculación con los cambios en la accesibilidad. Se evaluó el grado de incidencia que tuvieron las mejoras en la red de transporte en los cambios de los usos del suelo.

2.3.5. Diseño de escenarios futuros

Se caracterizaron tres escenarios mediante el sistema de soporte de decisiones. En ellos se planteó el impacto del avance de la frontera agrícola teniendo en cuenta tres condiciones de accesibilidad a mercados diferentes, una para cada escenario. Se consideró la accesibilidad en base a diferentes características en la red de transporte: todas las carreteras pavimentadas, todas la carreteras sin pavimentar y las carreteras con las características actuales.

Para diseñar estos escenarios se implementó la metodología que se detalla a continuación. Se utilizaron coberturas digitales producidas por la IG-UBA/SeMaDes, en el año 2003 (hidrografía, carreteras, usos del suelo) y otras de generación propia (límite del área de estudio, objetivos). La información necesaria fue generada en Arc View y luego incorporada en Osiris – Leddess:

1. Coberturas de objetivos: son los mapas de accesibilidad a mercados (ver puntos 4.2 y 4.3), en los cuales se consideró la distancia (calculada como el tiempo de viaje) a nodos de transporte o mercados regionales. Se crearon tres coberturas de objetivos, ya que la cobertura de carreteras varía en los distintos escenarios. En ellas se tuvieron en cuenta las carreteras, los cursos de agua, los usos del suelo, la pendiente y los centros urbanos de interés (denominados objetivos).
2. Se analizaron los precursores y atractores de los cambios en los usos del suelo en cuanto respecta a infraestructura e inversiones. Como atractores se consideraron las tierras con capacidades agrícolas cubiertas por bosque nativo y la actual infraestructura de transporte y servicios. En los precursores se incluyeron la extensión de rutas y la extensión de rutas pavimentadas.
3. Cobertura de fisiotopos: se diferenciaron de acuerdo a los suelos, hidrografía, usos del suelo y clima.

Los suelos se distinguieron por su capacidad de uso. De acuerdo con la Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso de Klingebiel y Montgomery, 1961

(Klingebiel y Montgomery, 1966; Dorrosoro, s/f: 1), se definen 8 clases de suelos cuya intensidad es decreciente de la I a la VIII. Adoptamos esta clasificación porque ha sido ampliamente utilizada en todo el mundo y porque requiere relativamente pocos datos. Los suelos con clases de capacidad de uso I a IV son aptos para agricultura intensiva y extensiva (o cualquier tipo de explotación). Pero en la última de ellas no puede practicarse el laboreo permanente sino solamente el ocasional. Los suelos que posean una capacidad de uso mayor a IV no son aptos para laboreo. Las clases V, VI y VII son indicadas para uso ganadero, bosques o conservación (reservas naturales), y la clase VIII únicamente para conservación.

Los cursos de agua pueden presentarse como barreras físicas para la movilidad de las personas. Por eso fueron considerados al definir los fisiotopos. Además se incluyeron 500 metros en ambas riberas de los cursos de agua como zonas riparias. Los únicos usos del suelo que fueron diferenciados son las zonas agrícolas actuales y las zonas urbanas, ya que el resto del área de estudio está cubierta por vegetación nativa y cursos de agua. Con respecto al clima, no se tomaron en cuenta sus componentes. Las precipitaciones, a pesar de su estacionalidad, no tienen incidencia en el desarrollo agrícola porque es una zona de riego. Por lo tanto la actividad agrícola no depende de las precipitaciones locales para su desarrollo. En cuanto a la temperatura no hay variación significativa de la misma dentro del área de estudio.

El relieve es un factor importante al determinar los fisiotopos, particularmente la pendiente del terreno, ya que tiene incidencia directa en el desarrollo de cultivos y otras actividades humanas, como la construcción de carreteras, viviendas u otra infraestructura. Por ende cuanto más pronunciada sea la pendiente menor probabilidad de intervención humana. Pero en esta investigación la pendiente no ha sido considerada porque el área de estudio prácticamente no presenta desnivel en el terreno (figura 11).

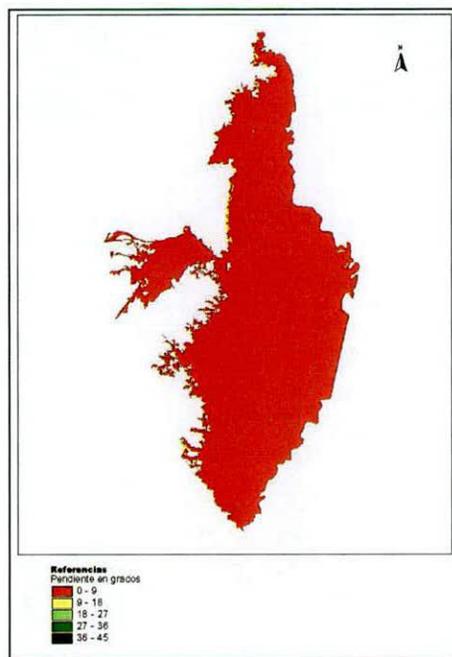


Figura 11. Pendiente (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/SeMaDes 2003).

3. Cobertura de vegetación. Se utilizó la provista por SeMaDes 2003.

Teniendo esta información disponible se comenzó a trabajar en Osiris-Leddess.

4. En la hoja de trabajo del Sistema se incorporaron los atributos fijos, los atributos parámetro y los atributos calculados necesarios para construir los diferentes escenarios. Entre los primeros se agregaron los fisiotopos y la vegetación, entre los segundos los objetivos, y entre los terceros los ecotopos, las medidas de manejo (intervenciones de distintos tipos), la nueva vegetación y los nuevos fisiotopos. En esta ventana se añadieron los atributos y se agruparon en diferentes categorías que se observan a la izquierda de la ventana (figura 12). En este caso se clasificaron de la siguiente manera:

- Situación presente: fisiotopos, vegetación.
- Situación futura: objetivos.
- Sitio: ecotopo, medidas, nueva vegetación, nuevos fisiotopos.

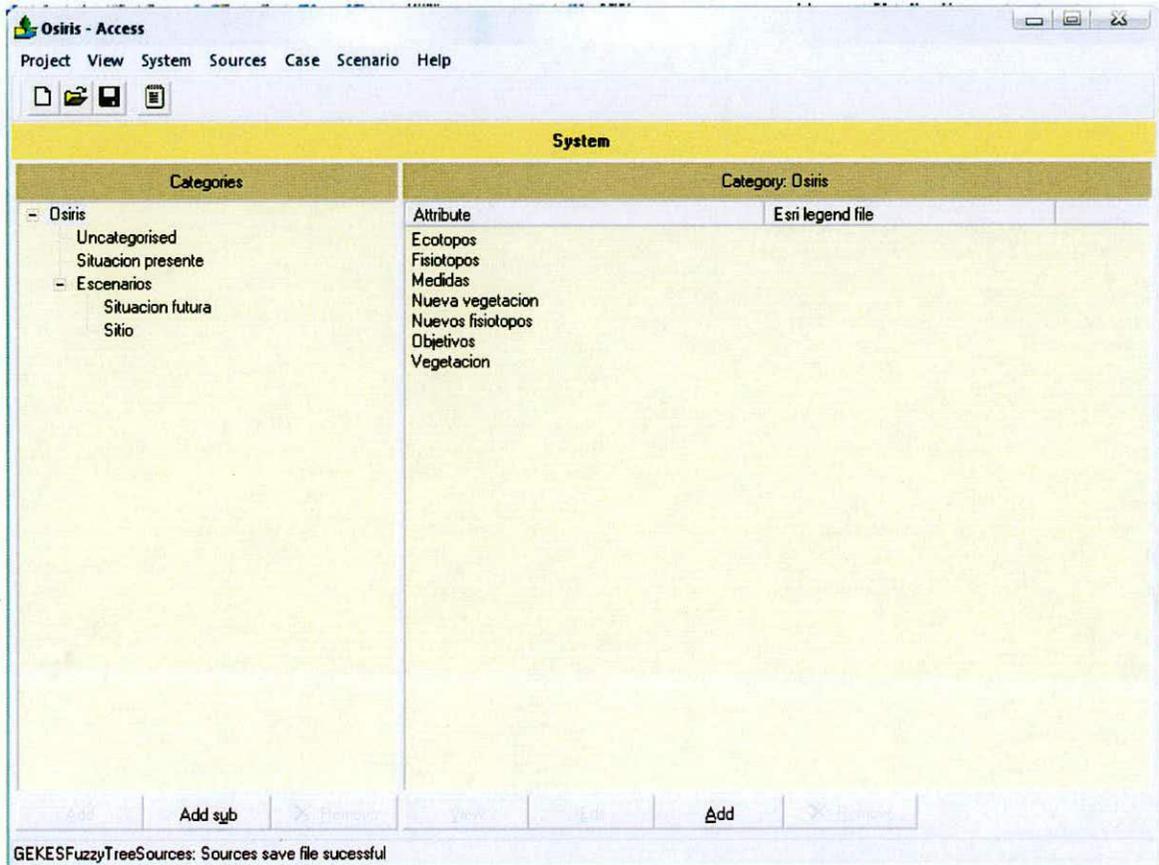


Figura 12. Hoja de trabajo del sistema (fuente: elaboración propia, 2009).

5. En la siguiente hoja de trabajo (de las fuentes), se incluyeron las fuentes de los atributos seleccionados en la ventana del sistema (figura 13). Los tipos de fuentes utilizadas fueron grillas ESRI y matrices de conocimiento. Aquellas de los atributos fijos se incorporaron como grillas ESRI y los atributos calculados se generaron a partir de las matrices de conocimiento, previa clasificación de los mismos. Por ejemplo, las medidas se obtuvieron a partir de una matriz en la que en el eje X están los fisiotopos (de acuerdo a la clasificación establecida) y en el eje Y los objetivos. Entonces de acuerdo a las características de cada fisiotopo y a los objetivos establecidos correspondieron ciertas medidas. Las fuentes se clasificaron en diversas categorías:

- Situación presente: fisiotopos (grilla) y vegetación (grilla).
- Sitio: ecotopos (matriz de conocimiento), medidas (matriz de conocimiento), nuevos fisiotopos (matriz de conocimiento) y nueva vegetación (matriz de conocimiento).

- Escenarios: *Mixto* (grilla), *Sin Pavimentar* (grilla) y *Pavimentado* (grilla).

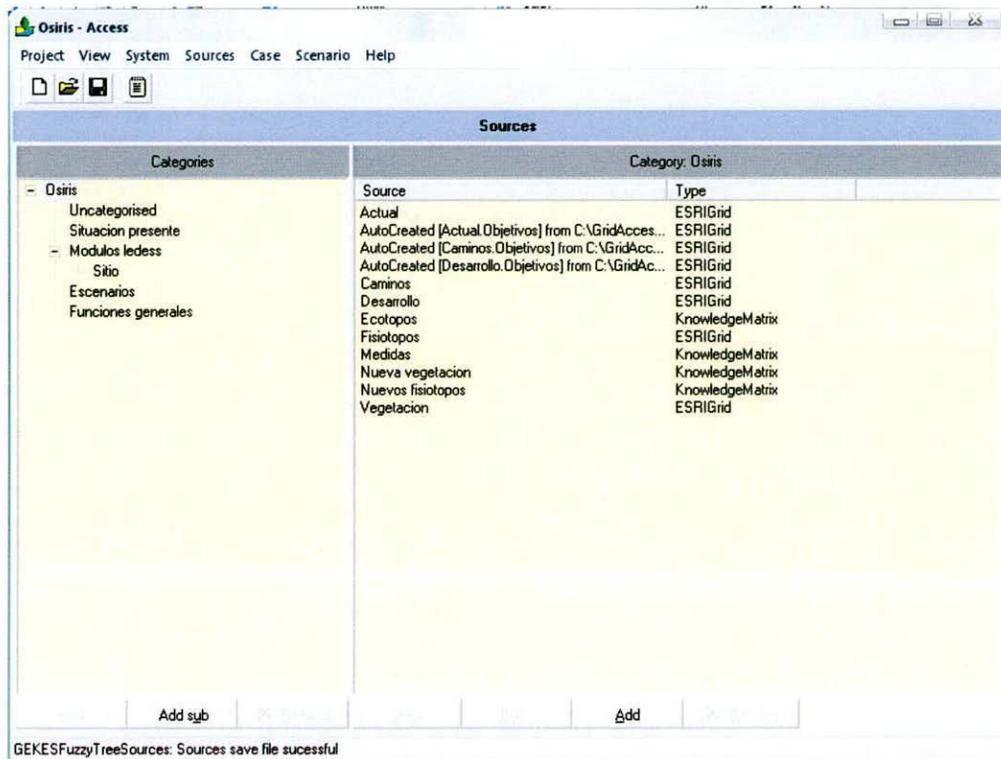


Figura 13. Hoja de trabajo de las fuentes (fuente: elaboración propia, 2009).

Las grillas ESRI han sido creadas previamente en ArcView. En cuanto a las matrices de conocimiento, éstas han sido generadas en OSIRIS. En las matrices se mantuvieron los valores de los atributos fijos (fisiotopos, vegetación y objetivos) que éstos poseían en las grillas ESRI. Por ejemplo, en nuestro caso las áreas urbanas (dentro de los fisiotopos) tenían un valor de 8 en la grilla ESRI, entonces al crear la matriz se le asignó el mismo valor. Esto es debido a que si no se le asignan los mismos valores que poseen las grillas, posteriormente los escenarios no pueden ser visualizados en Arcview, lo cual es un problema. Lo mismo ocurre si las grillas utilizadas no tienen la misma dimensión.

Las matrices creadas a partir de los atributos fijos fueron las siguientes:

- Medidas: objetivos + fisiotopos (figura 14)
- Nuevos fisiotopos: fisiotopos + medidas (figura 15).
- Nueva vegetación: vegetación + medidas (figura 16).
- Ecotopos: nueva vegetación + nuevos fisiotopos (figura 17).

View source Knowledge matrix

Matrix Name Medidas

| Name | Axis | Diameter |
|-------------|--------|----------|
| FisiotoposM | Y-axis | |
| ObjetivosM | X-axis | |

| | 1 - 2 | 0 - 1 | 2 - 3 | 3 - 4 | 4 - 5 | 5 - 6 |
|----------------------------|---|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| VI | Deforestacion y pastoreo o silviculture | Deforestacion y pastoreo o silvic | No medida | No medida | No medida | No medida |
| Rio | No medida | No medida | No medida | No medida | No medida | No medida |
| Tierras agricolas actuales | No medida | No medida | No medida | No medida | No medida | No medida |
| II | Deforestacion y agricultura | Deforestacion y agricultura | No medida | No medida | No medida | No medida |
| V | Deforestacion y pastoreo o silviculture | Deforestacion y pastoreo o silvic | No medida | No medida | No medida | No medida |
| Areas urbanas | No medida | No medida | No medida | No medida | No medida | No medida |
| III | Deforestacion y agricultura | Deforestacion y agricultura | No medida | No medida | No medida | No medida |

Figura 14. Matriz de medidas (fuente: elaboración propia, 2009).

View source Knowledge matrix

Matrix Name Nuevos fisiotopos

| Name | Axis | Diameter |
|-------------|--------|----------|
| FisiotoposM | Y-axis | |
| MedidasM | X-axis | |

| | Deforestacion y agricultura | Imposible | No medida | Deforestacion y pastoreo |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| VI | VI | Tierras agricolas | VI | Pastos o bosques |
| Rio | Rio | Rio | Rio | Rio |
| Tierras agricolas actuales | Tierras agricolas actuales | Tierras agricolas actuales | Tierras agricolas actuales | Tierras agricolas actuales |
| II | Tierras agricolas | Tierras agricolas | II | Pastos o bosques |
| V | V | Tierras agricolas | V | Pastos o bosques |
| Areas urbanas | Areas urbanas | Areas urbanas | Areas urbanas | Areas urbanas |
| III | Tierras agricolas | Tierras agricolas | III | Pastos o bosques |

Figura 15. Matriz de nuevos fisiotopos (fuente: elaboración propia, 2009).

View source Knowledge matrix

Name Nueva vegetacion

| Name | Axis | Diameter |
|-------------|--------|----------|
| MedidasM | Y-axis | |
| VegetacionM | X-axis | |

| | | | | | |
|---|-----------------------|------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|
| | Selva pedemontana | Espacios con alta modi | Playa de inundac | Bosques seco en serr | Vegetacion de riber |
| Deforestacion y agricultura | Espacios con alta mod | Espacios con alta modi | Playa de inundac | Espacios con alta mod | Vegetacion de riber |
| Imposible | Undefined | Undefined | Undefined | Undefined | Undefined |
| No medida | Selva pedemontana | Espacios con alta modi | Playa de inundac | Bosques seco en serr | Vegetacion de riber |
| Deforestacion y pastoreo o silvicultura | Espacios con modifica | Undefined | Playa de inundac | Espacios con modifica | Vegetacion de riber |

Figura 16. Matriz de nueva vegetación (fuente: elaboración propia, 2009).

View source Knowledge matrix

Name Ecotopos

| Name | Axis | Diameter |
|-------------------|--------|----------|
| NuevaVegetacionM | Y-axis | |
| NuevosFisiotoposM | X-axis | |

| | | | | | | | | | |
|--|---------------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| | II | III | V | VI | Rio | Areas urban | Tierras agric | Tierras agric | Pastos o bos |
| Bosques seco en serranias | Selva nativa | Selva nat | Selva na | Selva na | Lecho de | Areas urban | Tierras agric | Tierras agric | Pastos o bos |
| Espacios con alta modificacion antropica | Tierras agric | Tierras a | Tierras a | Tierras z | Lecho de | Areas urban | Tierras agric | Tierras agric | Undefined |
| Playa de inundacion - canal principal | Ribera | Ribera | Ribera | Ribera | Lecho de | Areas urban | Tierras agric | Ribera | Ribera |
| Selva pedemontana | Selva nativa | Selva nat | Selva na | Selva na | Lecho de | Areas urban | Tierras agric | Tierras agric | Pastos o bos |
| Vegetacion de ribera | Ribera | Ribera | Ribera | Ribera | Lecho de | Areas urban | Tierras agric | Ribera | Ribera |
| Espacios con modificacion antropica | Pastos o bosq | Pastos o | Pastos o | Pastos o | Lecho de | Areas urban | Tierras agric | Undefined | Pastos o bos |

Figura 17. Matriz de ecotopos (fuente: elaboración propia, 2009).

6. En la ventana del caso los atributos han sido conectados con las fuentes y viceversa. Se establecieron todas las relaciones entre los atributos y las fuentes para conformar el esquema de cálculo del trabajo El esquema puede observarse en la figura 18.

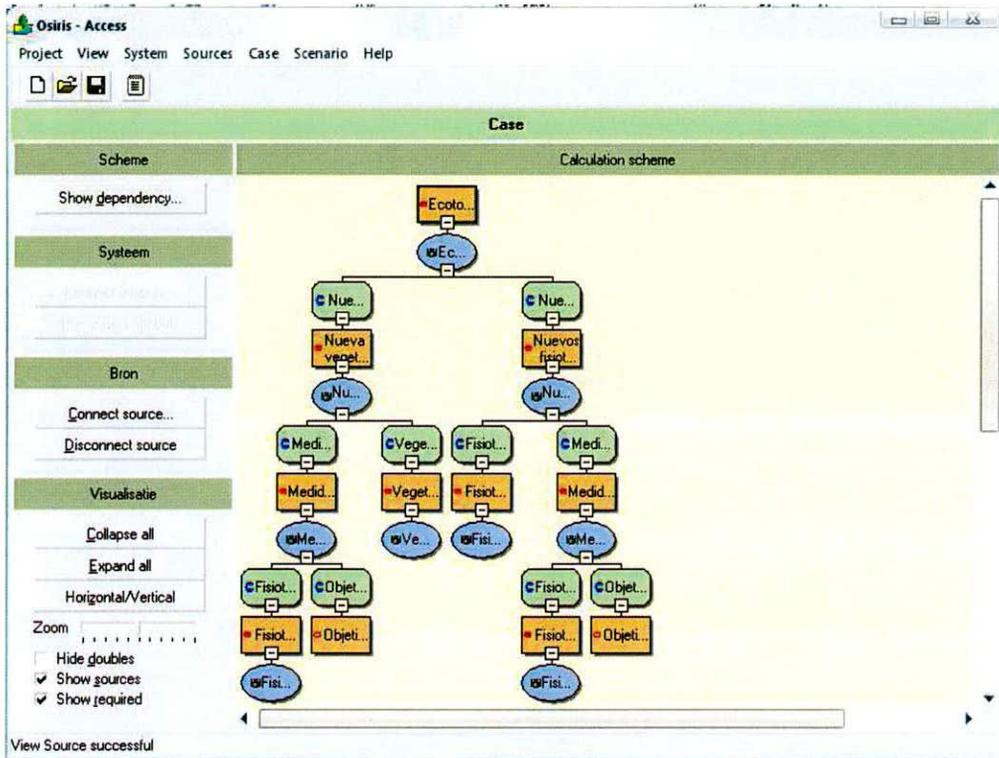


Figura 18. Hoja de trabajo del caso: Diagrama de flujo del análisis realizado (fuente: elaboración propia, 2009).

8. El esquema de cálculo fue utilizado en la ventana Escenario para ver los escenarios resultantes (figura 19). Se seleccionaron para cada escenario determinado, los atributos correspondientes a ser representados en forma de mapas. Los resultados últimos fueron los ecotopos (escenarios) que se han observado como coberturas digitales en ArcView (se conecta automáticamente con Osiris) en formato de grillas ESRI.

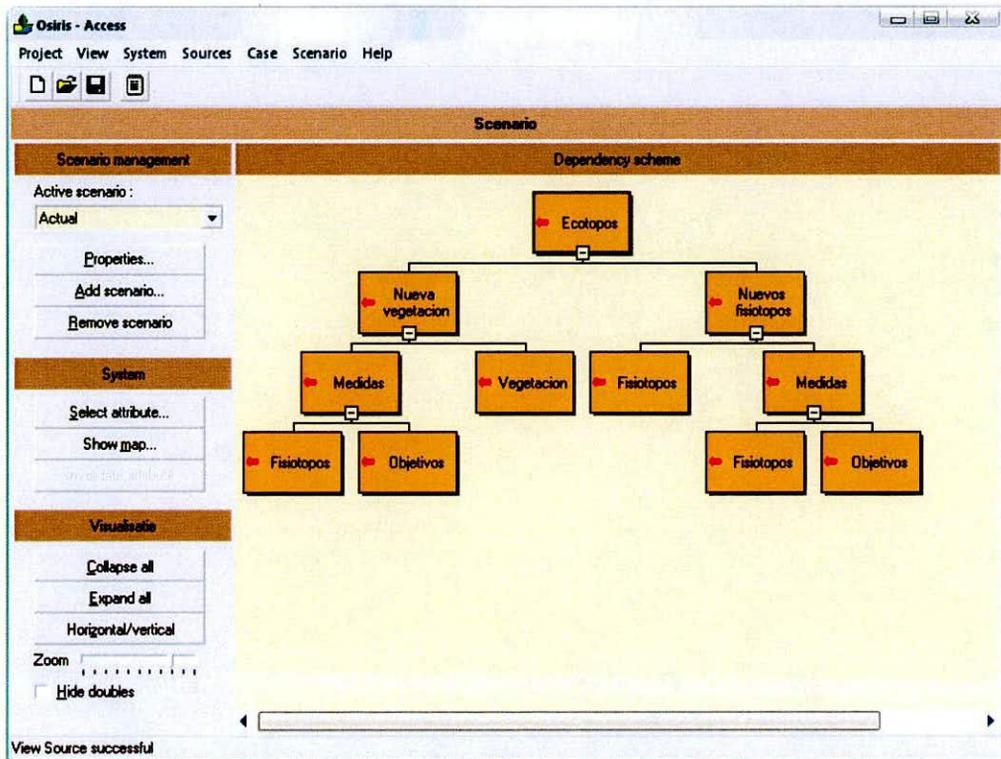


Figura 19. Hoja de trabajo de escenarios (fuente: elaboración propia, 2009).

| VARIABLES CONCEPTUALES | VARIABLES OPERATIVAS | INDICADORES |
|-------------------------------|--|---|
| Clima | Precipitación | - Precipitación media anual (mm) |
| Estructuras vegetales | Tipos de vegetación | - % del área de estudio ocupada por cada uno de los tipos de vegetación |
| Suelos | Tipos de suelos | - % del área de estudio ocupada por cada uno de los tipos de suelo - % del área de estudio ocupada por cada clase de uso del suelo |
| Hidrografía | Cercanía a cursos de agua de las zonas riparias | - Distancia en m |
| Accesibilidad | Cercanía a nodos de transporte o mercados regionales | - Tiempo de viaje en km/h. |
| Usos del suelo | Tierras agrícolas | - % del área de estudio ocupada por tierras agrícolas |
| | Bosque nativo | - % del área de estudio ocupada por bosque nativo. |
| | Red vial | - Extensión en km dentro del área de estudio - Extensión de rutas pavimentadas en km dentro del área de estudio |
| | Centros Urbanos | - % del área de estudio ocupada por centros urbanos |
| Ecotopos | Estructuras vegetales, fisiotopos y usos del suelo | - Superficie en porcentaje |
| Fisiotopos | Clima, hidrografía, usos del suelo y suelos | - Superficie en porcentaje |

Figura 20. Variables e indicadores (fuente: elaboración propia, 2008).

CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

3.1. La ecorregión Selva de las Yungas

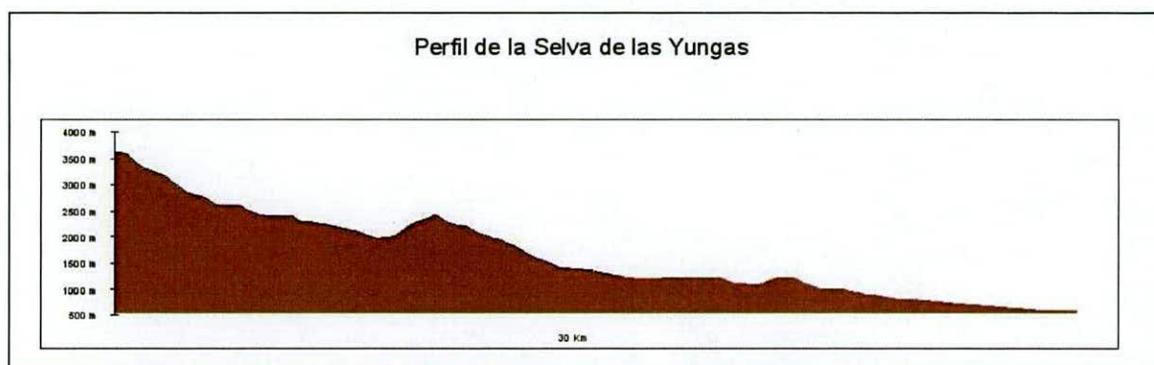


Figura 21. Perfil de la Selva de las Yungas (fuente: elaboración propia, 2009, en base a IG-UBA/SeMaDes 2003).

La Selva de las Yungas ha sido definida por varios autores utilizando diferentes términos: “Formación Subtropical (Lorente 1876); Formación Subtropical (Holmberg, 1898); Bosques serranos subtropicales del noroeste (Kühn, 1930); Bosques subtropicales hidrófilos (Hauman, 1920); Selva Tucumano-boliviana (Hauman; 1931); Selva subtropical tucumano-boliviana (Parodi; 1934); Selva subtropical serrana (Frenguelli, 1941); Selva tucumano-boliviana (Castellanos y Pérez Moreau, 1941; Parodi, 1945; Tortorelli, 1956); Provincia tucumano-boliviana (Castellanos y Pérez Moreau, 1944); Provincia subtropical occidental (Cabrera, 1951, 1953, 1958); Selva tucumano-oranense (Ragonese, 1967)”; y Provincia de las Yungas (Cabrera, 1976; Cabrera y Willink, 1980). Estos sinónimos surgen de las diferentes clasificaciones que se han realizado para la República Argentina. Todas estas clasificaciones excepto la de Cabrera y Willink (1980), dividen al territorio nacional en regiones fitogeográficas. Una *región fitogeográfica* es un territorio cuyos límites están geográficamente establecidos de acuerdo a la homogeneidad interna en cuanto a las características de la vegetación. En cambio la clasificación realizada por Cabrera y Willink (1980) abarca toda América Latina y la unidad considerada para la delimitación de los diferentes territorios es el *área biogeográfica*. Un área

biogeográfica es “una superficie de la tierra ocupada por una entidad biológica determinada, es decir, el conjunto de localidades que ocupa esa entidad” (Cabrera y Willink, 1980:5). En nuestro trabajo no consideramos a la Selva de las Yungas ni como una región fitogeográfica ni como un área biogeográfica, sino como una *ecorregión*, o sea como "un territorio geográficamente definido en el que dominan determinadas condiciones geomorfológicas y climáticas relativamente uniformes o recurrentes, caracterizado por una fisonomía vegetal de comunidades naturales y seminaturales que comparten un grupo considerable de especies dominantes, una dinámica y condiciones ecológicas generales y cuyas interacciones son indispensables para su persistencia a largo plazo ". Esta definición fue elaborada conjuntamente entre la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable y la Administración de Parques Nacionales.

La Selva de las Yungas es la selva subtropical de montaña que recorre todo el continente sudamericano desde Venezuela hasta el noroeste del territorio argentino. En Argentina, las Yungas se encuentran en las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán y Catamarca, sobre las Sierras Subandinas, cordones montañosos con orientación norte-sur, cuya altura desciende de oeste a este. Las selvas se extienden desde los 23° lat S en la frontera con Bolivia hasta los 29° lat S. “Presentan una longitud de 600 km en sentido norte-sur y menos de 100 km de ancho” (Brown et al, 2005: 54), dentro de un rango altitudinal de los 400 m.s.n.m. a más de 3500 m.s.n.m. El clima es subtropical con estación seca en invierno, variando de climas cálidos subtropicales al este a climas fríos altoandinos al oeste. Las precipitaciones oscilan entre 300 y 1500 mm anuales, están concentradas en verano (de noviembre a marzo) y puede haber presencia de nieve y heladas en algunas zonas. Las temperaturas medias anuales varían entre 16°C y 24°C. Los factores que determinan estas diferencias climáticas dentro de la misma ecorregión son la altitud, la latitud y la posición longitudinal del relieve. Las abruptas diferencias de altura en una estrecha franja del territorio (menos de 100 km de ancho) en dirección este-oeste; la modificación de la altura del sol y del ángulo de incidencia al aumentar la latitud; y la circulación atmosférica junto con la presencia de montañas que actúan como barreras orográficas (cambios por la longitud) generan variaciones climáticas. Los vientos provenientes del este, del anticiclón del Atlántico Sur van descargando su humedad en su trayectoria sobre Brasil, la selva Paranense y el Chaco Húmedo. Atraviesan el Chaco Seco hasta llegar a las Sierras Subandinas, donde provocan

precipitaciones orográficas. Estas precipitaciones se generan porque al encontrarse con la barrera que constituyen las sierras el aire asciende, se enfría, se satura y precipita. “El aire ascendente experimenta una disminución de la temperatura porque se expande como consecuencia del decremento de la presión atmosférica en altura” (Strahler, 2000:110). Este proceso en el que el aire disminuye su temperatura debido a su expansión (el movimiento de las moléculas no es rápido) se denomina proceso adiabático.

Como consecuencia de la altitud, la latitud, la longitud y las variaciones climáticas en la Selva de las Yungas se reconocen cinco pisos altitudinales de vegetación y tres sectores latitudinales. Dentro los primeros se encuentran la *selva pedemontana*, la *selva montana*, el *bosque montano*, el *pastizal de altura* y el *pastizal altoandino* (figura 22). Algunos autores (Cabrera, 1953, 1971, 1976; Brown, 1995; Brown et al, 2001, 2005) no han incluido estos dos últimos pisos altitudinales dentro de la Selva de las Yungas porque han considerado las características fitogeográficas de la región. En cambio nosotros consideramos a la Selva de las Yungas como una ecorregión, en la cual el pastizal de altura y el pastizal altoandino están vinculados ecológicamente con el resto de los pisos altitudinales, por ende los incluimos dentro de esta Selva.

La distribución de las Yungas en sentido latitudinal N-S es discontinua, debido a cierta diversidad presente en los cordones montañosos de la zona. De esta forma se pueden visualizar tres sectores: norte, centro y sur. En ellos la biodiversidad disminuye al aumentar la latitud y están separados uno de otro por bosques xerófitos chaqueños serranos. A pesar del aislamiento geográfico de las especies “se observa una mejor correlación climática entre las estaciones ubicadas en un mismo nivel altitudinal aunque distantes geográficamente, que entre aquellas cercanas geográficamente pero en distinta altitud” (Villalba 1995, en Brown et al., 2001:627).

| Pisos altitudinales | Altitud | Precipitaciones | Unidades ambientales |
|---|---------------------|-----------------|---|
| Selva de transición o selva pedemontana | 400-700 msnm | 700-1000 mm | "Selva de palo blanco y palo amarillo" (<i>Calycophyllum multiflorum</i> y <i>Phyllostylon rhamnoides</i> , respectivamente) y "la selva de tipa y pacará" (<i>Tipuana tipu</i> y <i>Enterolobium contortisiliquum</i> , respectivamente) |
| Selva montana | 700-1500 msnm | 1000-2000mm | Selva basal, con predominio de <i>Tipuana tipu</i> y <i>Phoebe porphyria</i> , y en selva de mirtáceas con especies de esta familia. |
| Bosque montano | 1500-2000/2500 msnm | 1000-1500mm | Bosques de pino del cerro (presencia de pinos y cipreses) y bosques de aliso. |
| Pastizal de altura | 2000/2500-3000 msnm | 300-500 mm | Dominan las pajas y el aibe, con presencia frecuente de sunchos. |
| Pastizal altoandino | +3500 msnm | 300 mm | Estepa gramínea, formada por matas aisladas de pastos amarillentos (Cabrera, 1976). |

Figura 22. Pisos altitudinales de las Selvas de las Yungas (fuente: elaboración propia en base a Pacheco et al., 2005, Brown et. al. 2002).

La presencia de las Selvas de las Yungas es de importancia significativa para la conservación principalmente por dos motivos. El primero es la existencia en ellas de una gran cantidad de especies, razas y variedades de animales y plantas, entre los que se destacan varios endemismos y especies adaptadas a vivir en un ambiente cambiante. "Esta Selva junto con la selva misionera, ocupan el 2% de la superficie argentina, pero representan más del 50% de la biodiversidad del país" (prf: Brown y Grau, 1993, citado en Brown et al., 2002: 148). En ellas se identifican "más de 200 especies de árboles, 80 variedades de helechos, 100 especies de mamíferos, más

Yungas). Además, al encontrarse en ella las nacientes de los principales ríos de la región, las Yungas tienen un papel fundamental en el ciclo hidrológico, dado que actúan como regulador hídrico de importantes cuencas de la región. Asimismo esta región está obteniendo mayor consideración para la recreación y turismo.

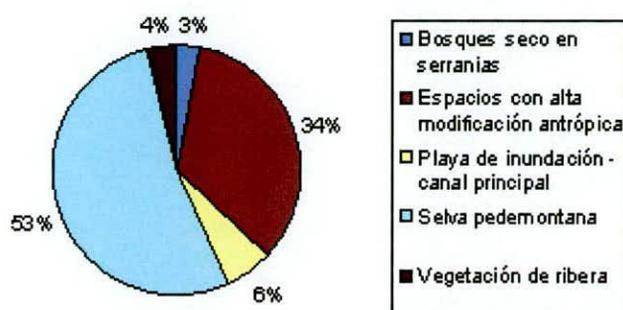


Figura 23. Porcentaje de la superficie de la vegetación en el área de estudio (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/SeMaDes 2003).

3.2. Ocupación humana y usos del suelo históricos

El noroeste argentino, al igual que el resto de América, estaba habitado por pueblos originarios. En las zonas bajas se encontraban grupos cazadores-recolectores: wichis (matacos), tobas, matarás, lules, tonocotes y mocovíes (Figueroa, 1977: 16), a los cuales luego se les unió la etnia avá guaraní (agricultura migratoria). Las tierras altas (bosque montano y pastizal de altura) estaban dominadas por otros grupos étnicos: omaguacas, atacamas, calchaquíes y diaguitas (Figueroa, 1977: 16), bajo el control de la civilización Inca. Entre ambos grupos se establecían relaciones de intercambio, pero las selvas (selva montana y selva pedemontana) no fueron utilizadas como fuente de recursos. Por ende la selva pedemontana no sufrió de la intervención del hombre en esta época.

Con la llegada de los españoles (siglo XVI) cambiaron las estructuras sociales y el sistema de tenencia de la tierra. En principio la selva pedemontana tampoco fue afectada porque los inmigrantes se asentaron en las tierras altas donde ya había localidades constituidas. Estas localidades estaban ubicadas sobre la red de

caminos incaicos (el llamado “camino del Inca”) que les permitían tener acceso al Virreinato del Perú. Los españoles impusieron ciertas modificaciones sobre las poblaciones locales. Reemplazaron los camélidos por ganado europeo (vacuno, caprino, ovino y equino) (prf. Reboratti, 1995: 202), y sustituyeron el sistema de irrigación y de terrazas por agricultura en los valles. Además introdujeron primero el sistema de encomiendas con el fin de obtener una renta y de explotar la mano de obra indígena, y luego las mercedes reales para controlar a los nativos. Estos cambios dieron origen a las haciendas en las cuales se instaló un nuevo sistema de tenencia de la tierra, los latifundios a cargo de los terratenientes. Las actividades de las haciendas prácticamente no afectaban a la selva pedemontana, ya que se llevaban a cabo en los pastizales de media altura, mientras que el resto de los pisos altitudinales no se ocupaban o eran simplemente lugares de tránsito. Estas haciendas eran áreas de control social de los grupos campesinos descendientes de los indígenas, y zonas de invernada para los ganados puneños y quebradeños.

La pérdida de importancia del noroeste argentino a nivel nacional entre 1850 y 1920, y por ende también de las haciendas, se debió al crecimiento económico de otras regiones argentinas, la llanura pampeana y el noreste.

Recién en la primera mitad del siglo XX (1900 – 1950) se produce un proceso de transformación significativa de bosque nativo para emplazar cultivos de caña de azúcar (Brown et. al, 2001: 648). A partir de este momento la selva pedemontana comenzó a sufrir modificaciones antrópicas de importancia, ya que los ingenios azucareros se instalaron en las zonas más bajas y con menor pendiente de la Selva de las Yungas.

Hacia 1950 se practicaba la *ganadería de monte*²³, y comenzó a desarrollarse también la actividad forestal. Ésta última, meramente extractiva y sin ningún criterio de manejo, además de obtener beneficio de la selva a costa de su destrucción, generó conflictos entre los dueños de las empresas y los campesinos.

En cuanto a la ganadería de monte “si bien esta actividad tenía una relación cuasi-estable con la selva el ganado modifica gradualmente las características de la misma consumiendo un tipo específico de vegetación con pastoreo selectivo y modificación del elenco original de especies, reemplazando el patrón

²³ La ganadería de monte consiste en la cría del ganado libremente en tierras abiertas sin cercados y sin bebederos artificiales para animales, obligándolos en invierno (la estación seca) a reunirse en los pocos sector que han sobrevivido con agua. De esta manera el marcado de los animales y la selección de los mismos para ser vendidos (prf. Reboratti, 1992: 5).

fuego/inundación por el patrón consumo/inundación” (prf. Reboratti, 1992:6). Sendas actividades crearon un nuevo patrón de distribución de la población de acuerdo a los requerimientos de mano de obra. La ganadería de monte necesitaba pocos trabajadores por dos motivos. Por un lado el sistema en sí, dándoles bastante libertad para el movimiento a los animales y obligándolos a reunirse en las épocas de escasez de agua, hacía innecesario la presencia de muchos trabajadores para manejar los rebaños. El segundo motivo es que “este ganado no se vendía en la región y era trasladado a pie, por ende, no se necesitaban centros urbanos de servicios” (ibidem, 6). En cuanto a las compañías forestales requerían mano de obra durante los meses de invierno hasta fines de la primavera, y construían pequeños centros de servicios para esta actividad. Cuando finalizaba la época de tala tanto los caminos (vías de saca) construidos como estos pequeños centros de servicios eran abandonados.

Estos esquemas de trabajo cambiaron hacia 1970 con la introducción de dos cultivos, el poroto y la soja (Reboratti, 1992: 7). A partir de esta década la actividad predominante en la zona es la agricultura cuya expansión avanza sobre la selva pedemontana, convirtiéndola.

La expansión de la agricultura ha tenido consecuencias sobre la población local en cuanto a su distribución. Esto se debe a que los pobladores en un principio se fueron trasladando hacia los llanos por cuestiones laborales, pero luego, por mecanización creciente la actividad agrícola ha requerido de menos mano de obra para su desarrollo. Si bien en principio hubo mucha demanda de mano de obra para ciertos cultivos, como la caña de azúcar, luego como consecuencia de la citada mecanización (sobre todo en la cosecha) dicha demanda comenzó a caer.

Dentro del período que estamos analizando (sin tener en cuenta los años 2002 y 2003), de acuerdo a los censos nacionales de población y vivienda, se ha observado un incremento en ciertas localidades de la región. Es notable el desarrollo de localidades como Libertador General San Martín, San Pedro, Orán, Tartagal, Embarcación, etc. (figura 24). Este aumento de la población urbana no ha sido un fenómeno local, sino que en toda Latinoamérica, durante la segunda mitad del siglo XX, se ha producido un proceso de urbanización en el que hubo un aumento de localidades urbanas y una expansión de las ciudades grandes (prf. Villa, 1997: 19). En el caso particular de Argentina, de acuerdo con Vapñarsky (1995: 241, 242)

desde 1950 se ha producido una disminución de la *población dispersa*²⁴ y un incremento de la *población aglomerada*²⁵. Esta transformación ha sido el resultado de diversos factores: “evolución de la población dispersa, reestructuración industrial, políticas de promoción industrial y regional, turismo, un rol preponderante de las capitales provinciales y procesos migratorios” (Vapñarsky, 1995). El análisis de estos factores excede el objetivo del presente trabajo por eso no son abordados aquí. Pero es importante tener en cuenta que en la disminución de la población dispersa argentina han influido, entre otros factores (como el acceso a la salud y la educación que son muy deficitarios en el medio rural), la tecnificación del campo y el incremento de la superficie cultivable. Como consecuencia menos mano de obra fue necesaria en las labores rurales. La población desplazada fue requerida para las actividades en las fábricas (ingenios y citrus) y en el sector terciario (servicios) localizados en las ciudades. Estas actividades se encontraban ligadas a las corporaciones (ingenios ya diversificados). La población una vez que migraba a las ciudades no regresaba al medio rural.

| Localidad | Departamento | Año | | | |
|----------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1970 | 1980 | 1991 | 2001 |
| San Ramón de la Nueva Orán | Orán | 14.286 | 32.910 | 50.739 | 66.915 |
| Tartagal | Grl. José de San Martín | 16.740 | 31.556 | 43.586 | 56.308 |

Figura 24. Población por localidad (fuente: INDEC, Censo Nacional de Población y Vivienda 1970, 1980, 1991 y 2001. El dato del Censo de 1991 no es comparable por incluir población rural dispersa).

3.2. Principales actores sociales que operan sobre el territorio

En el proceso de expansión de la frontera agrícola, en la zona de transición entre el ambiente chaqueño y el andino (en el NOA), han incidido actores diversos que fueron cambiando en las diferentes etapas. En un principio la estructura agraria

²⁴ Población no asentada en localidades (Censo Nacional de Población y Vivienda 2001).

²⁵ Población asentada en localidades, ya sean estas urbanas (2000 o más habitantes) o rurales (menos de 2000 habitantes) (Censo Nacional de Población y Vivienda 2001).

se concentraba en medianos y pequeños productores. A mediados de la década de 1970 el bajo precio de la tierra permitió a los productores más exitosos adquirir grandes extensiones de tierra, que eran desmontadas y puestas en producción a medida que las primeras (aquellas obtenidas antes de 1970) se agotaban. Otros productores en cambio se endeudaron y tuvieron que vender sus posesiones. Este tipo de producción era sólo factible para los grandes productores, ya que los pequeños no poseían stock de tierras en reserva. Es por ello que las nuevas tierras agrícolas comenzaron a ser manejadas por los grandes productores, mientras que los pequeños fueron relegados del proceso (Reboratti, 1993: 671).

Paralelamente la alta rentabilidad de la producción agraria atrajo capitales de la región – de origen urbano, inmobiliario, comercial o financiero –, y luego de la región pampeana y del extranjero. De esta manera, en esta misma época surgió en el área la gran empresa agraria, el Agribusiness (Reboratti, 1996: 156).

Se distinguen dos tipos diferentes de empresas, aquellas de origen regional que solamente son productoras, y el agribusiness propiamente dicho que constituye todas las funciones que integran la cadena productivo/distributiva. Actualmente dominan las empresas del tipo agribusiness, en las que se aplica la racionalidad empresarial/industrial a la producción agraria.

En principio la expansión agraria benefició económicamente a los productores locales y de tamaño mediano. Fue la actividad que logró reactivar el área, después de la decadencia de la estancia ganadera y el obraje, mediante un proceso de distribución de la riqueza generada y un desarrollo regional por la reinversión en el área de las altas rentas obtenidas. Al ir cambiando los beneficiarios del proceso y el tamaño de los productores se hacía más grande, las ganancias y los beneficios obtenidos se fueron concentrando y, una proporción creciente de los mismos, fue saliendo de la región hacia el sur o el extranjero (Reboratti, 1993: 670 y 671).

El proceso de desarrollo del agribusiness ha sido incentivado por el Estado a partir de la década de 1980. Hasta ese momento este actor había jugado un papel restringido limitándose a estimular la deforestación a través del otorgamiento de créditos para el desmonte. Pero fue promulgada la Ley de Desgravación Impositiva para Tierras de Baja Rentabilidad hacia 1980. Mediante esta ley las grandes empresas no agropecuarias podían desgravar parte de sus impuestos comprando y poniendo en producción tierras marginales para la actividad agropecuaria. Esto facilitó el desplazamiento de un gran número de empresas hacia la zona, que eran

principalmente de origen extrarregional, muchas de las cuales se encontraban asociadas a capitales extranjeros.

3.3. La Selva Pedemontana en el Departamento de Orán, Salta

El área de estudio del presente trabajo es denominada por varios autores (Reboratti, 1996: 155; Audero y León, 1989: 148), como Umbral al Chaco, debido a que se trata de una zona de transición entre las planicies del Chaco semiárido y las Sierras Subandinas. Es decir, presenta una mezcla de características naturales de ambas zonas. El Proyecto PRO.RE.NOA²⁶ considera al Umbral al Chaco como la "...estrecha franja que se inicia al Norte en el límite con Bolivia y se extiende hacia el sur ocupando la zona de transición entre las primeras estribaciones de las Sierras Subandinas y la llanura chaqueña. En la provincia de Salta, ocupa parte de los departamentos San Martín, Orán, Anta, Metán, Rosario de la Frontera y La Candelaria". (Volante et al, 2001:8). Esta definición alude a la clasificación de las regiones agroeconómicas de Bravo et al. (s/f). Dentro de esta clasificación nuestra área de estudio queda enmarcada, prácticamente en su totalidad, dentro de la región de *cultivos subtropicales y de primicia*, y no dentro de la región del *umbral al chaco con cultivos de secano extensivos*²⁷. Otros autores denominan el área como selva pedemontana (Pacheco et. al, 2005; Brown et. al., 2002).

Como puede observarse la denominación de umbral al chaco puede producir algunas confusiones, ya que diferentes autores lo localizan en diferentes áreas geográficas. En algunas definiciones nuestra área de estudio no entraría dentro de la denominación umbral al chaco (ejemplo: Bravo et al.?). Por eso de aquí en adelante referiremos el área de estudio *selva pedemontana o selva de transición*.

3.3.1. Relevancia del área de estudio

Se consideró importante estudiar la selva de transición, porque "está muy modificada y después de varias décadas de explotación forestal o, incluso, —en

²⁶ Proyecto de Relevamiento de Cultivos del NOA a partir de Sensores Remotos, en el cual trabaja la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA) conjuntamente con el INTA.

²⁷ Sin embargo, a pesar de encontrarse dentro de esta región, en el área de estudio también se cultiva la soja. Al principio del desmonte muchas veces se cultiva soja por su facilidad de manejo como cultivo.

muchos sectores- de haber sido eliminada para habilitar tierras para la agricultura tropical, quedan escasas muestras representativas” (Reboratti, 1998:39). Esta característica de la selva pedemontana, ha hecho que sea éste el piso altitudinal menos estudiado de esta ecorregión, ya que se ha priorizado el estudio de los sectores con mejor estado de conservación, que se encuentran en los sitios más aislados y menos accesibles. Se decidió hacer un recorte de este “piso” (ecosistema definido altitudinalmente) de la selva de las Yungas, restringiendo el análisis a los sectores de selva pedemontana del departamento Orán.

Se optó por el Departamento de Orán porque en él están presentes los tres pisos altitudinales de las Yungas y es uno de los departamentos de la provincia de Salta donde “se observó una gran proporción de áreas deforestadas durante el período 1998-2002 (Manghi et al., 2004). Además dentro de los sectores latitudinales, el sector norte (donde se encuentra la Selva de las Yungas del Departamento de Orán) es el más diverso. “Gran parte de las especies exclusivas de este sector se encuentran en el pedemonte” (Morales et al., 1995:166). Por otro lado al reducir la escala espacial es posible estudiar con mayor profundidad la dinámica de los usos del suelo.

En lo que respecta a las áreas protegidas y actividades de conservación, la selva de transición es el ambiente de las Yungas menos representado. Si además se consideran las tierras de las selvas pedemontanas que han sido convertidas a tierras agrícolas, este piso altitudinal presenta una situación crítica. Dentro del área de estudio el 2,55% de la superficie total se encuentra protegido.

Por todas estas razones toma particular relevancia estudiar la selva pedemontana en este Departamento.

3.3.2. Características del medio natural

Este sector de las Selvas de las Yungas, como puede observarse en la figura 22, conforma el piso inferior, y se ubica en la llanura al pie de las montañas y los cerros bajos. Se localiza entre los 400 a 700 msnm aproximadamente y presenta precipitaciones que van de 700 a 1000 mm anuales. En cuanto a la vegetación pueden distinguirse dos selvas diferentes dentro de este piso altitudinal: la “selva de palo blanco y palo amarillo” (*Calycophyllum multiflorum* y *Phyllostylon rhamnoides*, respectivamente) y la “selva de tipa y pacará” (*Tipuana tipu* y *Enterolobium*

contortisiliquum, respectivamente). La primera se encuentra en los sectores más septentrionales de las provincias de Salta y Jujuy, “aproximadamente desde el límite con Bolivia, en Pocitos, hasta San Pedro de Jujuy” (Cabrera, 1976:7). Las especies dominantes son: palo amarillo (*Phyllostylon rhamnoides*), palo blanco (*Calycophyllum multiflorum*), guayaibí (*Patagonula americana*), cebil colorado (*Anadenanthera macrocarpa*), horco-cebil (*Parapiptadenia excelsa*), tipa blanca (*Tipuana tipu*), quina (*Myroxylon peruiferum*), cedro (*Cedrela angustifolia*), urundel (*Astronium urundeuva*), lapacho rosado (*Tabebuia avellaneda*) y mora amarilla (*Chlorophora tinctoria* var. *Xanthoxyla*).

La segunda selva se localiza en sectores más meridionales, principalmente en el sur de Salta y en la provincia de Tucumán. En este caso las especies predominantes son: cebil colorado (*Anadenanthera macrocarpa*), tipa blanca (*Tipuana tipu*) y pacará (*Enterolobium contortisiliquum*). Además este piso de vegetación se caracteriza por la alta presencia de lianas y enredaderas hasta los 600 metros, altura a partir de la cual comienzan a predominar las epífitas, como consecuencia del aumento de la humedad ambiente.

3.3.3. Biodiversidad

Como hemos mencionado anteriormente la selva pedemontana posee muy pocos endemismos (entre ellos el “guacamayo militar”, *ara militaris*, y la mulita, *dassypus yepessi*) y no es el piso altitudinal que cuenta con la mayor variedad de especies. Sin embargo, cumple una función estacional para la supervivencia de especies de otros pisos altitudinales. Varios grupos de fauna local (aves y mamíferos como el mono caí, entre otros) de la selva montana y bosques montanos se desplazan hacia las zonas más bajas de las Yungas, donde encuentran disponibilidad de recursos y condiciones climáticas más favorables durante el invierno. Por eso la selva pedemontana tendría un rol relevante como refugio invernal, en el caso que “estos desplazamientos fueran una condición necesaria para la supervivencia de muchas especies animales” (Brown y Malizia, 2004: 54). Hasta la actualidad se desconoce qué consecuencias acarrearía sobre estas especies la destrucción total de la selva pedemontana, lo cual podría afectar a varios endemismos que habitan en los pisos superiores.

La biodiversidad en las Yungas disminuye de norte a sur. Como consecuencia, en la selva pedemontana la “selva de palo blanco y palo amarillo” posee una mayor variedad de especies que la “selva tipa y pacará”.

3.3.4. Conservación, conectividad y fragmentación

En nuestra zona de estudio la matriz original (la selva pedemontana) se ha visto perturbada por diferentes actividades o procesos (explotación forestal, agricultura, erosión, pastoreo, etc.) que produjeron profundos cambios en el paisaje. Esto deviene en la fragmentación de la matriz que transformó a la selva continua en mosaico de parches aislados.

Tal transformación se produjo porque, si bien se han realizado esfuerzos para conservar esta ecorregión a partir de 1948 (año en que se creó el Parque Nacional El Rey), “los esfuerzos realizados para alcanzar este objetivo de conservación no han considerado la integración de los procesos naturales a diferentes escalas espaciales, desde escalas locales, a escalas regionales y sub-continetales” (prf. Somma, 2006:7). Esta perspectiva con la cual se ha encarado la conservación de la naturaleza, ha llevado a un progresivo aislamiento de las áreas naturales protegidas, ya que estas áreas quedan como relictos de la selva original en una matriz “invertida”.

El fenómeno de inversión de la matriz consiste en una condición de cobertura en la cual predominan aquellas clases de vegetación y tipos de uso directamente vinculadas a las modificaciones antrópicas. De esta manera, ante la ausencia de planificación de los usos del suelo se produce una intensa fragmentación de la matriz original del paisaje, generando parches aislados. Mediante este proceso la matriz se divide en elementos más pequeños del paisaje original, produciéndose “una pérdida en superficie total del hábitat, una reducción del tamaño de parche, y un incremento del aislamiento de los parches del hábitat” (Ibidem, 2002: 72).

En estos casos es muy importante la presencia de corredores biogeográficos que permitan la conexión entre las áreas naturales protegidas para facilitar el movimiento inter-parches de las especies. Como consecuencia de esta transformación de la matriz original a una “matriz secundaria”, definiremos a la matriz del paisaje en el área de estudio como “el complejo de lo natural, y de las tierras semi-naturales convertidas a otros usos en los cuales el sistema de reservas

está inserto" (Franklin, 1993 en Somma, 2006:9), considerando el particular contexto de conservación de la selva de las Yungas. En esta definición no hacemos una particular referencia a la selva pedemontana del Departamento Orán porque en ella hay una sola área natural protegida, el Parque Provincial Laguna de Pintascayo. Sin embargo es clave el estado de conservación de este piso altitudinal. De él depende la conectividad tanto entre el Parque Provincial Laguna de Pintascayo y el resto del sistema de áreas naturales protegidas, como entre los diferentes parches aislados que perduran de la selva original.

La selva pedemontana posee menor representación en cuanto a áreas naturales protegidas, porque tiene importancia para las actividades productivas. En contraposición, la gran mayoría de las áreas naturales protegidas se encuentran en la selva y bosque montanos, justamente porque el interés de los mismos por los actores productivos es menor, y ha generado procesos mucho más limitados de conversión de usos del suelo.

En la selva montana está incluida la mayor superficie de las reservas naturales, entre las que se destacan el Parque Nacional Baritú (72.000 ha) y el Parque Nacional Calilegua (76.000 ha), zonas núcleo de la Reserva de Biosfera de las Yungas. Entre ambos parques hay una distancia de 80 km en donde la extensión continua del hábitat constituye un corredor biogeográfico.

"El concepto de corredor ecológico es reconocido a nivel mundial. Su carácter flexible permite establecer en su interior distintas categorías de manejo aplicadas a través de zonas de protección de la naturaleza (como son los parques nacionales, provinciales, municipales o las reservas privadas) y áreas donde se desarrollan actividades productivas. Está formado por un "mosaico de tierras con variados usos que son manejadas de manera integrada para garantizar la supervivencia a largo plazo del mayor número posible de especies, a través de la continuidad de sus hábitat y procesos ecológicos y del mantenimiento o la restauración de la conectividad ecológica de sus ecosistemas" (Frassetto, et al, 2005: 404).

En la Argentina el corredor biogeográfico de las Yungas se extiende sobre el departamento de Tarija, Bolivia, y las provincias de Salta y Jujuy, incluyendo al Parque Nacional Baritú, el Parque Nacional Calilegua, el Parque Provincial Laguna de Pintascayo y la Reserva Natural El Nogalar. En territorio argentino este corredor tiene una extensión aproximada de 1.300.000 ha (Frassetto, et al, 2005: 407) y su

presencia es imprescindible para la supervivencia a largo plazo de “animales de gran talla tanto herbívoros (tapir, pecaríes, venado o taruca) como carnívoros (tigre, ocelote)” (Brown y Grau, 1999:22). “A pesar de los procesos de fragmentación en las Yungas, la matriz de vegetación en este sector no está muy transformada, permitiendo una conexión apropiada entre las áreas núcleo de ambos parques” (prf. Somma, 2006).

Una amplia zona del área de estudio constituye parte de la Reserva de Biosfera de las Yungas (figura 25), y si bien solamente un área natural protegida se encuentra dentro de ella (y no en su totalidad), es indispensable la preservación de la selva pedemontana. Este sector de la selva (dentro del área de estudio) se encuentra entre los Parques Nacionales Baritú y Calilegua, y el Parque Provincial Laguna de Pintascayo, y constituye parte del corredor biogeográfico de las Yungas. Por eso para evitar la fragmentación de este corredor hay que proteger la selva pedemontana de este sector en su estado natural.

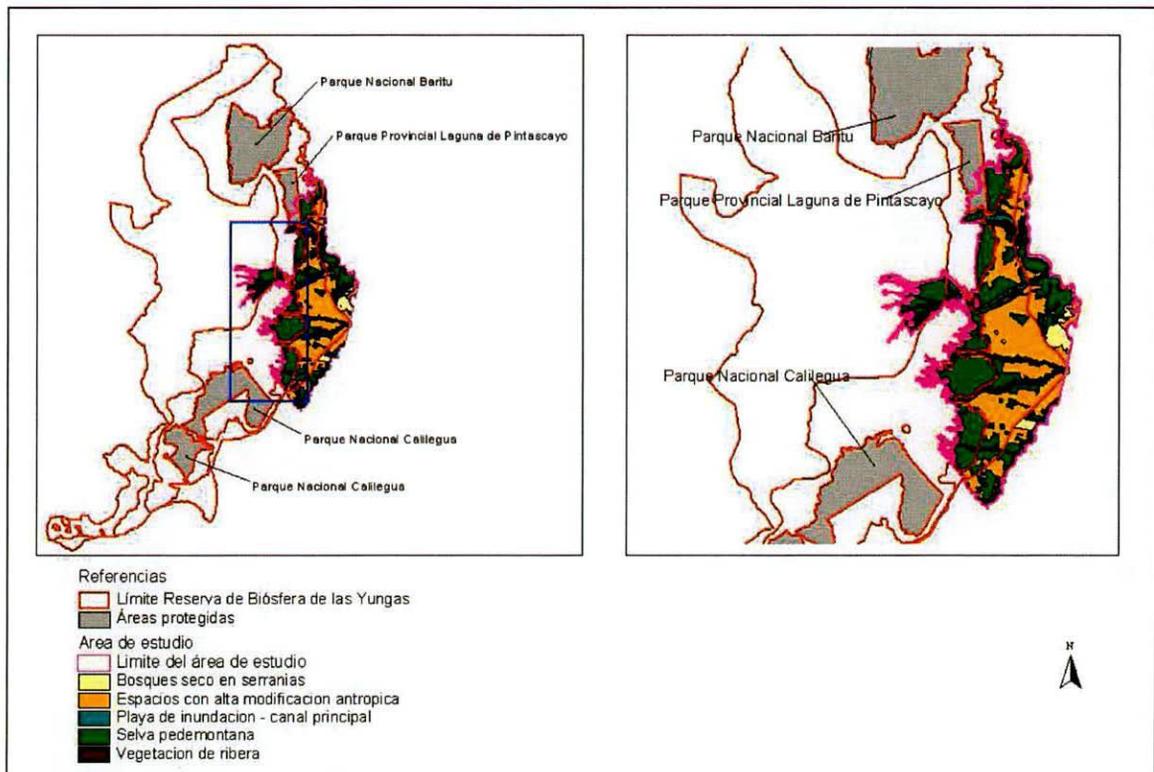


Figura 25. Reserva de Biósfera de las Yungas (fuente: IG-UBA/SeMaDes 2003).

CAPÍTULO 4. EVOLUCIÓN DE LOS USOS DEL SUELO Y DE LA ACCESIBILIDAD

4.1. Cambios en los usos del suelo entre 1973 y 2003

Hemos visto que la actividad agrícola se ha expandido sobre la vegetación nativa, de manera tal que este proceso se ha ido desarrollando a lo largo del período estudiado (1973-2003). Puede observarse en las figuras 27 y 28 cómo se fue extendiendo espacialmente la actividad agrícola, visualizándose los cambios en los usos del suelo dentro del área de estudio.

Para poder comparar la información disponible se discriminaron los usos del suelo en vegetación nativa, agricultura y áreas urbanas. De esta manera está desglosada la información de 1973. Los datos de 2003 presentan un mayor nivel de detalle: cultivos anuales, cultivos perennes, mosaicos heterogéneos de cultivos anuales y perennes, y forestaciones, que fueron agrupados en la clase agricultura; luego se incluyeron los espacios con poca o sin vegetación, formación arbórea, formación arbustiva-arbórea y formación mixta, incluidos dentro de la clase vegetación nativa; y zona urbana continua y zona urbana discontinua, que se denominaron como áreas urbanas (figura 26).

| | 1973 | 2003 |
|----------------|-------------------|--|
| Usos del suelo | Vegetación Nativa | Espacios con poca o sin vegetación |
| | | Formación arbórea |
| | | Formación arbustiva-arbórea |
| | | Formación mixta |
| | Agricultura | Cultivos anuales |
| | | Cultivos perennes |
| | | Mosaicos heterogéneos de cultivos anuales y perennes |
| | | Forestaciones |
| | Áreas Urbanas | Zona urbana continua |
| | | Zona urbana discontinua |

Figura 26. Clasificación de los usos del suelo (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/SeMaDes 2003 y Movia 1973).

La reducción de la superficie ocupada por la selva fue consecuencia del avance de la frontera agrícola. Como puede observarse (figuras 27, 28, 30 y 31) las zonas urbanas no presentan crecimiento (ocupan en ambos años el 1% de la superficie del área de estudio), y han tenido incidencia sobre la vegetación nativa. En cambio sí existe una diferencia entre las superficies cubiertas por la vegetación nativa y la agricultura. El área ocupada por la vegetación nativa tuvo una reducción del 18%, siendo del 84% en 1973 y del 66% en 2003. En contraposición, la actividad agrícola se expandió incrementando su superficie en un 18% (de la superficie total del área de estudio) representando en 1973 una superficie del 15% y en 2003 del 33%. Por lo tanto, hay una transferencia neta de superficie de la vegetación nativa a las áreas agrícolas, siendo el avance de esta actividad la principal causa de la disminución de la selva.

La figura 29 describe las áreas que se convirtieron a tierras agrícolas entre 1973 y 2003. De esta manera pueden visualizarse espacialmente las áreas afectadas por la actividad agrícola en el período analizado. Comprenden el 18% de la superficie total del área de estudio que fue convertida a tierras agrícolas.

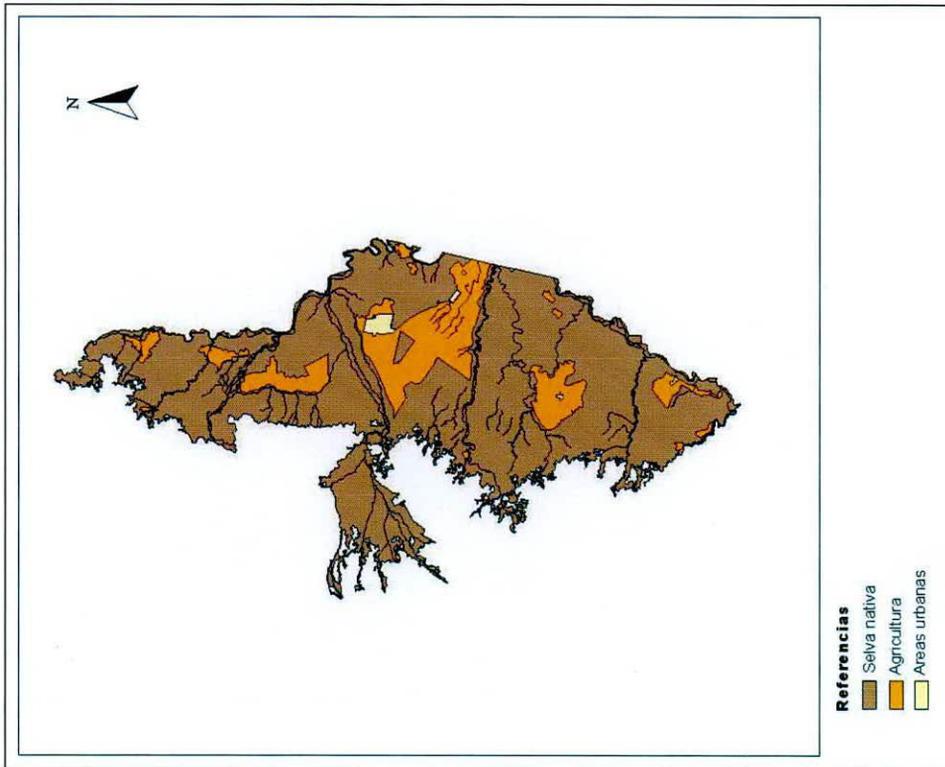


Figura 27. Usos del suelo en 1973 (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/SeMaDes 2003).

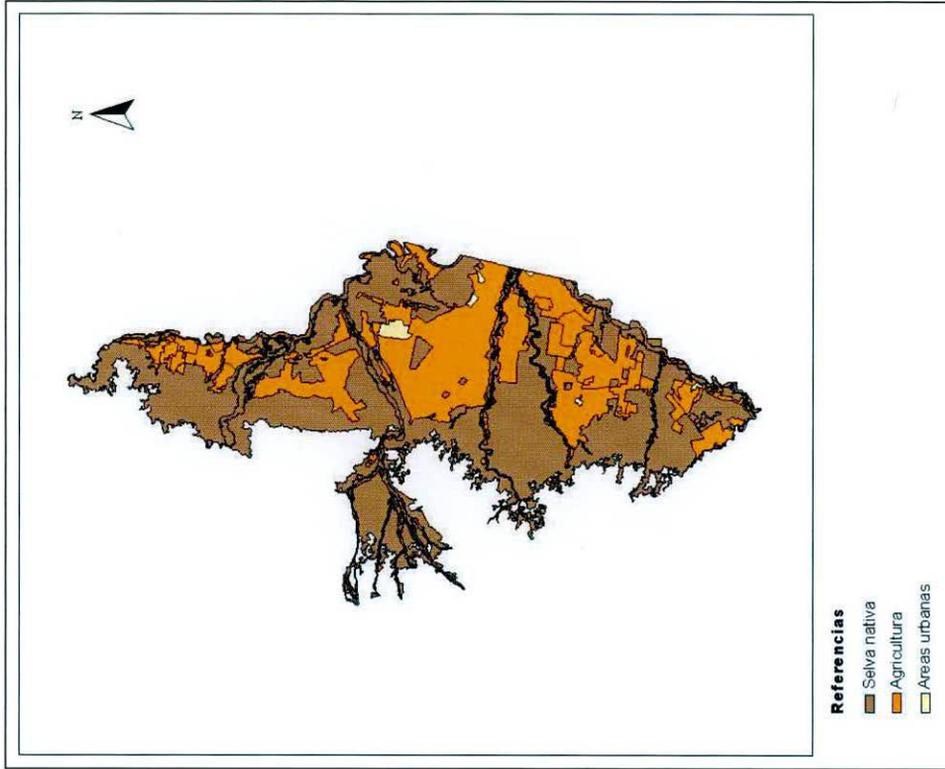


Figura 28. Usos del suelo en 2003 (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/SeMaDes 2003).

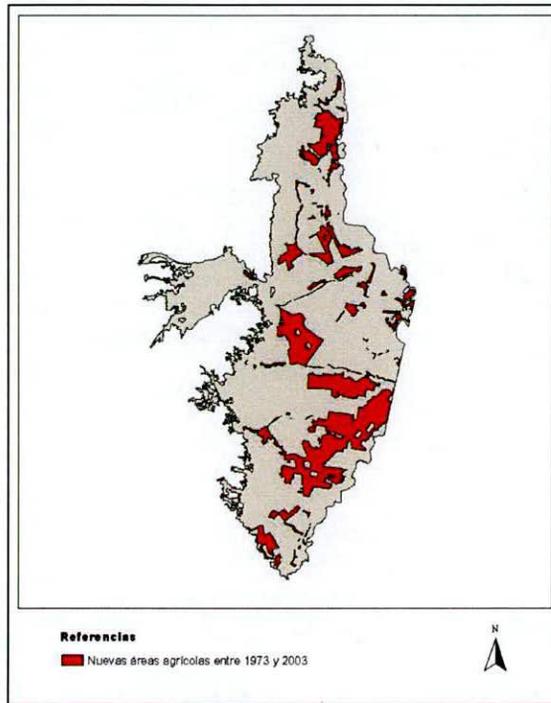


Figura 29. Nuevas áreas agrícolas entre 1973 y 2003 (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/SeMaDes 2003).

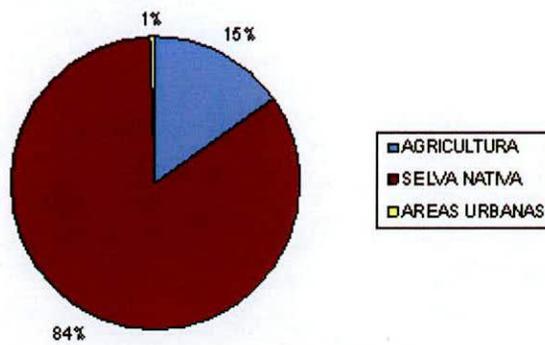


Figura 30. Porcentaje de la superficie de los usos del suelo en 1973 en relación a la superficie total del área de estudio (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/SeMaDes 2003).

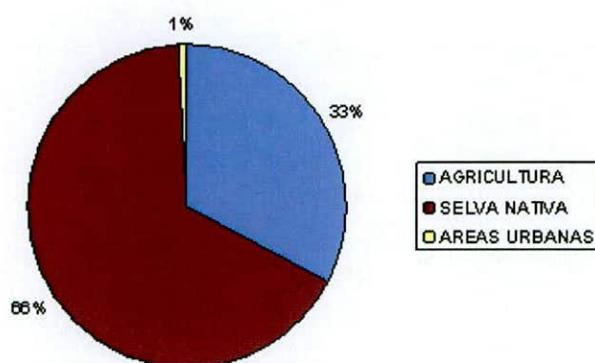


Figura 31. Porcentaje de la superficie de los usos del suelo en 2003 en relación a la superficie total del área de estudio (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/SeMaDes 2003).

4.2. La accesibilidad en el área de estudio

En nuestro caso hemos calculado la distancia en tiempo de viaje, por ende para nosotros la accesibilidad es “el tiempo que se emplea para llegar a una localidad deseada” (Farrow y Nelson, 2001). Como la infraestructura disponible de la red de transporte varía, el área de estudio presenta por lo tanto características diferentes para el traslado. Por ejemplo en una ruta pavimentada el traslado es más rápido que en una ruta sin pavimentar, en un camino consolidado o de tierra. Para ello hemos recurrido a la extensión de ArcView 3.x Analista de Accesibilidad (Farrow y Nelson, 2001). Esta extensión calcula la accesibilidad en una superficie de fricción. Esta superficie está constituida por una cuadrícula bidimensional, a cuyas celdas se le asigna un valor de fricción de acuerdo a la cobertura con la que se trabaje. Las coberturas posibles a incorporar en el análisis son: carreteras, cursos de agua, usos del suelo, pendiente, centros urbanos de interés (denominados objetivos) y otros posibles temas como barreras. Nosotros hemos incorporado como insumo todas las coberturas excepto las barreras. Hemos considerado como factores a aquellos que inciden en la accesibilidad del área de estudio: la pendiente, las carreteras, los usos del suelo y los cursos de agua. En cuanto a los objetivos, están constituidos por los centros urbanos importantes para las actividades agrícolas, en los que “se pueden comprar insumos como semillas, fertilizantes, repuestos y comida, y sobre todo se pueden vender los productos

agrícolas y realizar transacciones bancarias, se puede tener acceso a centros médicos, centro educacionales y a los medios de comunicación para estar en contacto con las principales ciudades del país” (prf. Somma, 2006: 27). En nuestro trabajo hemos seleccionado, dos mercado de consumo, las ciudades de San Ramón de la Nueva Orán y Colonia Santa Rosa. “Estas localidades son incluso centros logísticos, desde los cuales la mayor cantidad de producción es trasladada a los principales centros de consumo de la región pampeana o exportada hacia Buenos Aires” (ibidem, 28).

Para calcular el tiempo de traslado a cada elemento del terreno, se le asigna un determinado valor (figura 33). Este valor corresponde a la velocidad de traslado en km/h de un vehículo motorizado. Mediante el análisis de accesibilidad se hace una reclasificación de las coberturas consideradas a través de la función de costo distancia de la extensión Analista de Accesibilidad y ésta da inicio al correspondiente algoritmo. Como resultado se obtienen tres coberturas (figura 32): distribución de áreas a objetivos o “cuencas de abastecimiento” (área de influencia de cada objetivo, que en este caso son los mercados) (figuras 32A y 32B), dirección (indica la dirección de traslado de menor costo, en este caso, menor tiempo, en cada celda) (figuras 32C y 32D) y tiempo a mercados (zonas de rangos de tiempo: comprende áreas del mismo rango de tiempo que se tarda en trasladar desde cada celda al mercado más cercano) (figuras 32E y 32F). La última es la más importante de las tres porque representa la distancia en tiempo.

En esta investigación se ha calculado para los años 1973 y 2003. Para ello se han utilizado las coberturas de IG-UBA/SeMaDes 2003 de ríos, carreteras, curvas de nivel (para generar la cobertura digital de pendiente) y usos del suelo. Para el año 1973 se utilizaron las mismas coberturas de ríos y curvas de nivel, la cobertura de carreteras se modificó en base a dos cartas topográficas del IGM: Ciudad del Libertador General San Martín (hoja 2366 IV de 1986) y San Ramón de la Nueva Orán (hoja 2363 III de 1976), por ser la información secundaria disponible. Además se utilizó la cobertura de usos del suelo de Movia 1973.

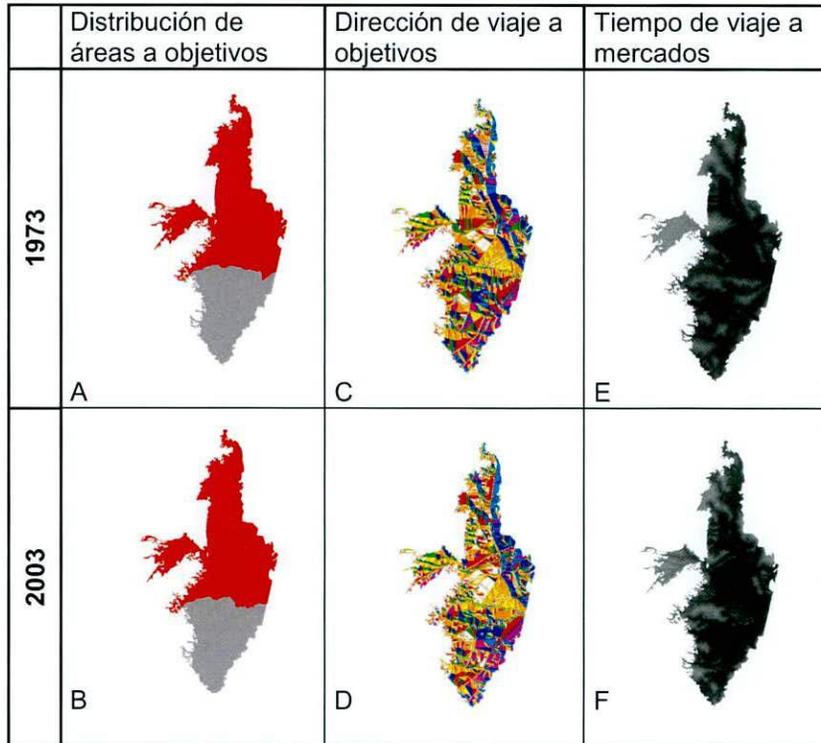


Figura 32. Coberturas del análisis de accesibilidad (fuente: elaboración propia, 2008).

| | Elementos de la superficie | Velocidad (km/h) |
|--------------------------------|---|-------------------|
| Usos del suelo | Formación arbórea | 2 |
| | Formación arbustiva-arbórea | 2 |
| | Formación mixta | 2 |
| | Espacio con poca o sin vegetación | 2 |
| | Cultivos anuales | 30 |
| | Cultivos perennes | 30 |
| | Mosaico heterogéneo de cultivos | 30 |
| | Forestaciones | 15 |
| | Zona urbana continua | 9 |
| | Zona urbana discontinua | 9 |
| | Red de transporte | Ruta nacional |
| Ruta provincial pavimentada | | 90 |
| Ruta provincial no pavimentada | | 60 |
| Camino pavimentado | | 60 |
| Camino consolidado | | 50 |
| Camino sin pavimentar | | 40 |
| Huella | | 40 |
| Cursos de agua | Ríos Bermejo, Blanco, Pescado y San Francisco | 2 |
| | Otros | 50 |

Figura 33. Velocidad en los diferentes elementos de la superficie (fuente: elaboración propia en base a Somma, 2006)

4.2.1. Cambios en la accesibilidad entre 1973 y 2003

A continuación se presentan las figuras de accesibilidad (34 y 35) a mercados para los años 1973 y 2003. En ellos se muestra la distancia al mercado más cercano en horas, los objetivos y la red de transporte. La distancia en tiempo fue calculada desde cada una de las celdas de las grillas correspondientes hasta el sitio de interés más cercano. Los objetivos son dos ciudades, Orán y Colonia Santa Rosa, consideradas ambas los centros económicos del área de estudio. La red de transporte se presenta discriminada por tipo en ruta nacional, ruta provincial, camino y huella, y por clase en pavimentado, no pavimentado y consolidado.

Al comparar ambas figuras puede observarse que la accesibilidad cambió en estos 30 años. En 1973 el tiempo en acceder al centro más cercano variaba entre 0 y 7 horas, mientras que en 2003 el tiempo máximo se redujo a 5 horas. Paralelamente también se produjeron cambios en la red de transporte. En tres zonas dentro del área de estudio las vías de transporte sufrieron cambios, ya sea una modificación en una carretera existente o la creación de una nueva. Puede observarse que en la zona 1 entre los treinta años considerados se desarrolló un camino consolidado que antes no existía. En cuanto a las otras dos zonas hay una mejora en la clase de los caminos en cuestión. En la zona 2 y 3 los dos caminos presentes en estas zonas en el mapa de 1973 eran caminos sin pavimentar mientras que en 2003 ya estaban consolidados.

Los cambios en la accesibilidad que estamos presentando son consecuencia de las diferencias de la red de transporte y de los usos del suelo entre 1973 y 2003. Para hallar ambas figuras, como se ha referido anteriormente, se han utilizado diversas coberturas de los respectivos años: carreteras, cursos de agua, usos del suelo, pendiente y objetivos. De ellas las que han sufrido modificaciones en la ventana de análisis de treinta años fueron: a) usos del suelo y, b) carreteras. Como consecuencia de estos cambios, se modificó la velocidad de traslado desde los centros de orígenes (cada una de las celdas de las grillas) hacia los centros de destino. De esta manera es mejorada la accesibilidad. Las modificaciones en la red de transporte pudieron haber sido la causante de los cambios en la accesibilidad. Para corroborar esta suposición habría que analizar si los suelos convertidos entre estos treinta años fueron consecuencia, solamente, de la mejora en la red de transporte, o si también incidieron otros factores. Pero esta cuestión excede los objetivos del presente trabajo. En cambio,

a partir de los resultados mencionados, puede afirmarse que hay una correlación entre la accesibilidad y el incremento de las tierras agrícolas. Lo que puede observarse es que al disminuir la accesibilidad a mercado (en horas) se acrecienta la superficie cubierta por tierras agrícolas.

Fuente de figuras 34, 35 y 36: elaboración propia en base a Semades 2003, Movia 1973 e IGM 1976 y 1986.

Figura 34. Accesibilidad a mercados en 1973.

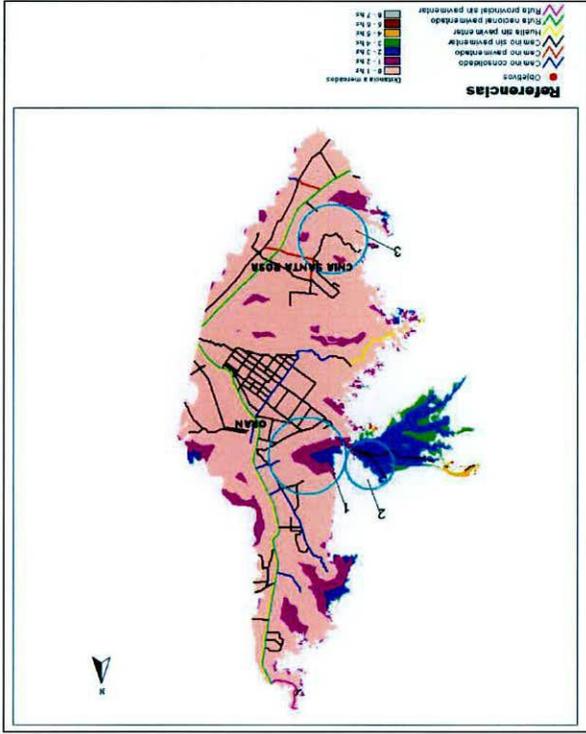


Figura 35. Accesibilidad a mercados en 2003.

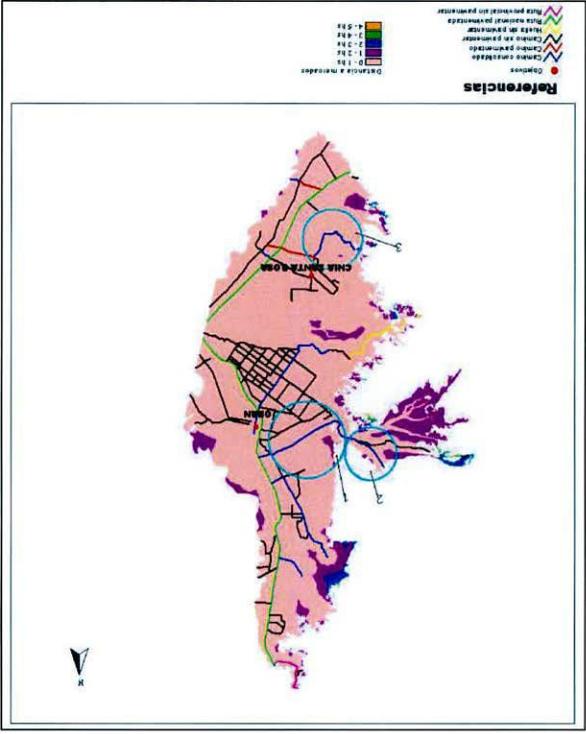
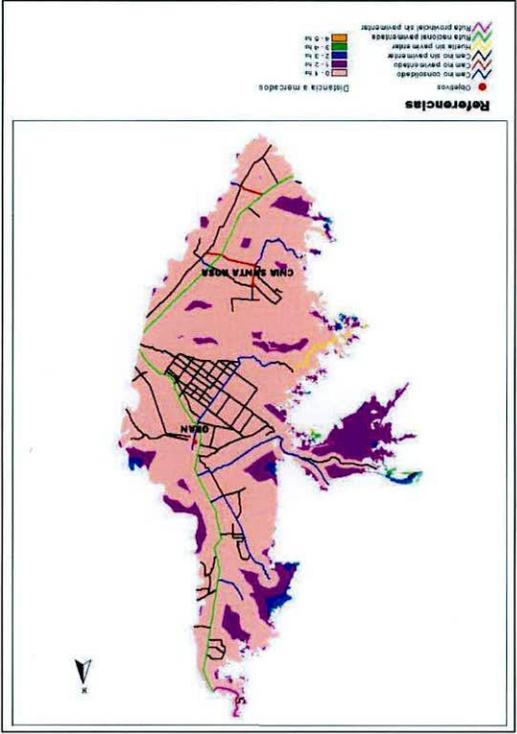


Figura 36. Cambios de la red de transporte sobre la accesibilidad.



La figura 36 constituye un mapa hipotético que representa la incidencia sobre la accesibilidad de los cambios en la red de transporte únicamente. Para su creación se tomaron como ingreso las coberturas de carreteras, los cursos de agua, los usos del suelo, la pendiente y los objetivos. Se mantuvo la cobertura de usos del suelo del año 1973, mientras que la cobertura de carreteras es la de 2003. Por lo tanto, la única diferencia existente entre la figura 34 (accesibilidad a mercados en 1973) y la figura 36 (cambios de la red de transporte sobre la accesibilidad), es la red de transporte.

Comparando el mapa de accesibilidad a mercados de 1973, en el cual se utilizaron los datos para ese año, y el de la figura 36, puede observarse los cambios en la accesibilidad producidos solamente por las variaciones en la red de transporte. De esta manera, puede afirmarse que las características y la extensión en la red de transporte influyen sobre los cambios en la accesibilidad a mercados.

4.2.2. Incidencia de la accesibilidad en la conectividad en los cambios ocurridos entre 1973 y 2003.

Considerando lo analizado, la accesibilidad se ha modificado entre 1973 y 2003. Este cambio ha incidido en la transformación de la selva a áreas agrícolas, aumentando la superficie de estas últimas en desmedro de la vegetación nativa.

Ciertas zonas se han visto directamente afectadas por la mejora en las condiciones de la red de transporte. Comparando las figuras 34, 35 y 37 puede observarse que al modificarse la accesibilidad, ciertas áreas (como la que se encuentra dentro del círculo 2 en la figura 37) cambiaron el uso del suelo que en ellas se desarrollaba. El resto de las tierras forestales convertidas a áreas agrícolas puede parecer no tener vinculación con el cambio analizado, ya que se encuentran en áreas donde no fue modificada la accesibilidad a mercados. Pero como la accesibilidad es la única variable analizada es asumido que la variación de la misma a lo largo del tiempo dentro del área de estudio podría afectar también a estas zonas.

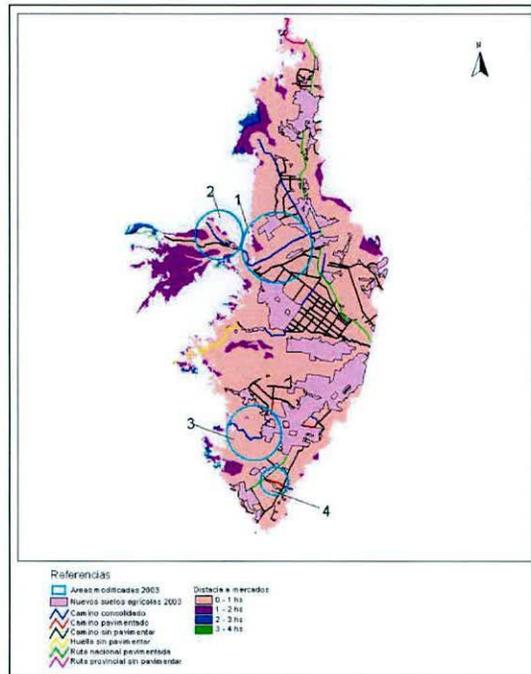


Figura 37. Accesibilidad y cambios en los usos del suelo (fuente: elaboración propia en base a Semades 2003, Movia 1973 e IGM 1976 y 1986).

4.3. Simulación a futuro

Se implementa una simulación de escenarios con el fin de observar cómo se modificarían los usos del suelo bajo ciertas condiciones. Esta simulación está diseñada considerando como única variable los cambios de la accesibilidad a mercados en el área de estudio. Se analiza cómo pueden afectar los cambios en la accesibilidad al avance de la frontera agrícola. De esta manera se estudia cómo variarían las tierras agrícolas versus las tierras cubiertas por vegetación nativa, al modificarse la accesibilidad a mercados (distancia en tiempo).

Se tienen en cuenta tres escenarios que se distinguen entre sí por la presencia de una diferente accesibilidad a mercado. Para el diseño de estos escenarios se consideraron tres redes de transporte con características disímiles, para obtener diferentes valores de la accesibilidad dentro del área de interés. Una de las redes es semejante a la actual. En ella las carreteras pueden dividirse en: ruta nacional pavimentada, ruta provincial sin pavimentar, camino pavimentado, camino consolidado, camino sin pavimentar y huella sin pavimentar. La segunda red es similar a la primera pero presenta todas las carreteras (ya sean rutas, caminos,

huellas, etc.) pavimentadas. Y en la tercera red, posee todas las carreteras no pavimentadas y además no se incluyen algunas vías de transporte (figura 40). Se consideran estas tres redes de transporte para comparar la red actual con sus dos casos extremos: la totalidad de carreteras pavimentadas y la totalidad de carreteras sin pavimentar.

Las coberturas de accesibilidad se obtuvieron utilizando la extensión de ArcView 3.x Analista de Accesibilidad (Farrow and Nelson, 2001), como fue explicado en el ítem 4.2. Para ello se utilizaron las mismas coberturas: cursos de agua, usos del suelo, pendiente, centros urbanos de interés (denominados objetivos) y carreteras. Esta última fue la única distinta al hallar las tres diferentes accesibilidades a mercado.

Como se mencionó anteriormente el entorno de trabajo utilizado para la creación de los escenarios es el sistema de soporte de decisiones OSIRIS- Ledess vinculado al SIG ArcView 3.3. Se utilizaron como insumo las grillas de fisiotopos, de vegetación y de objetivos. Los fisiotopos (figura 41) fueron creados en ArcView en base a los suelos, hidrografía (cursos de agua + 500 m a ambos flancos de cada curso de agua como zonas riparias), usos del suelo (solamente se diferenciaron las tierras agrícolas actuales y las zonas urbanas) y a las precipitaciones. La cobertura de vegetación (figura 42) fue obtenida de IG-UBA/SEMADES (2003). Y se consideraron como objetivos (figuras 43) las tres coberturas de accesibilidad teniendo en cuenta las tres diferentes redes de transporte.

| | 1976 | Escenario Mixto (2003) | Escenario Pavimentado | Escenario Sin Pavimentar |
|----------------------------------|------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Carreteras pavimentadas | 128 | 128 | 678 | 0 |
| Carreteras sin pavimentar | 472 | 445 | 0 | 678 |
| Carreteras consolidadas | 61 | 105 | 0 | 0 |
| Total carreteras | 661 | 678 | 678 | 678 |

Figura 38. Extensión en km de la red de transporte (fuente: elaboración propia, 2009).

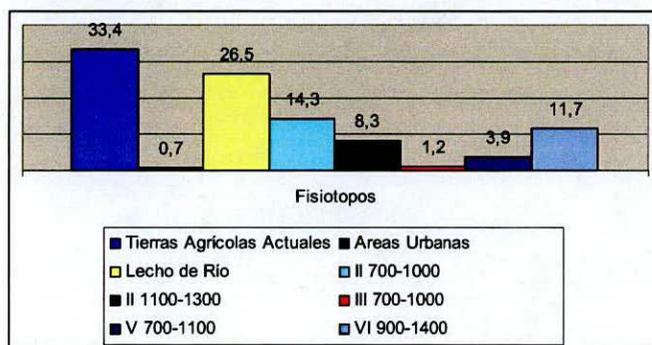


Figura 39: Porcentaje de la superficie de los fisiotopos en relación a la superficie total del área de estudio (fuente: elaboración propia, 2009).

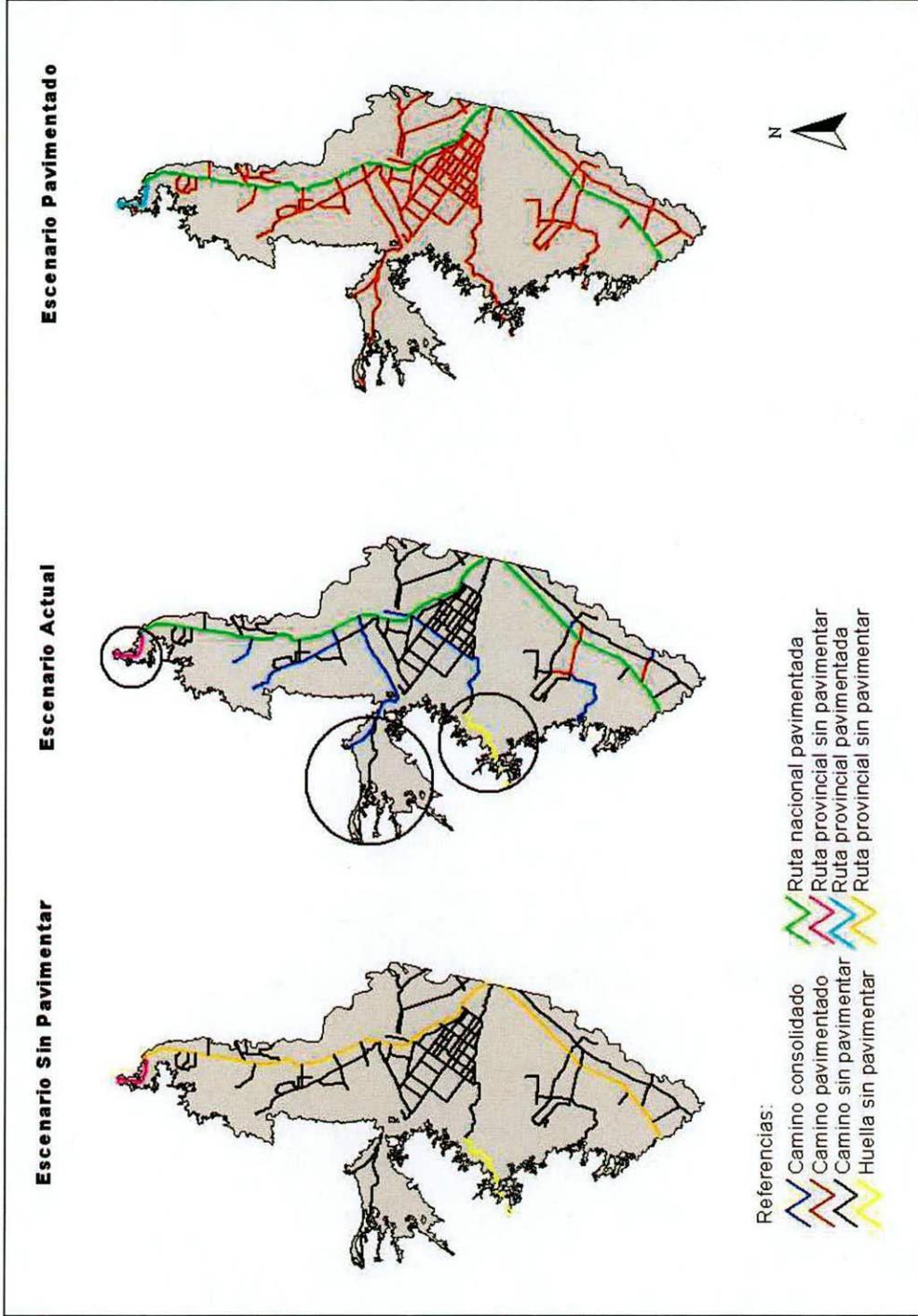


Figura 40. Carreteras de los escenarios Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/Semades 2003, Movia 1973 e IGM 1976 y 1986).

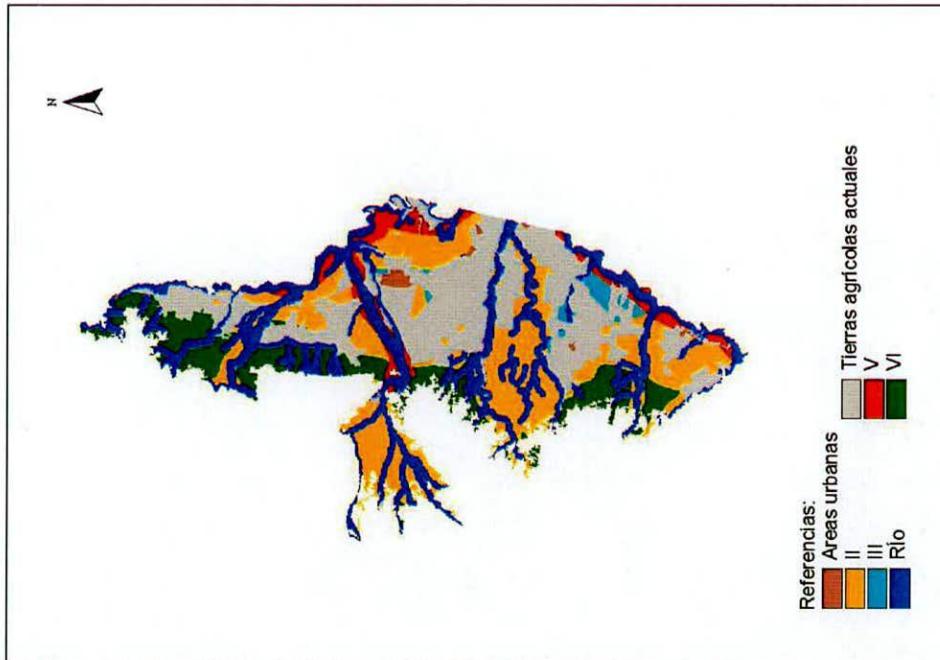


Figura 41. Fisiotopos (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/Semades 2003).

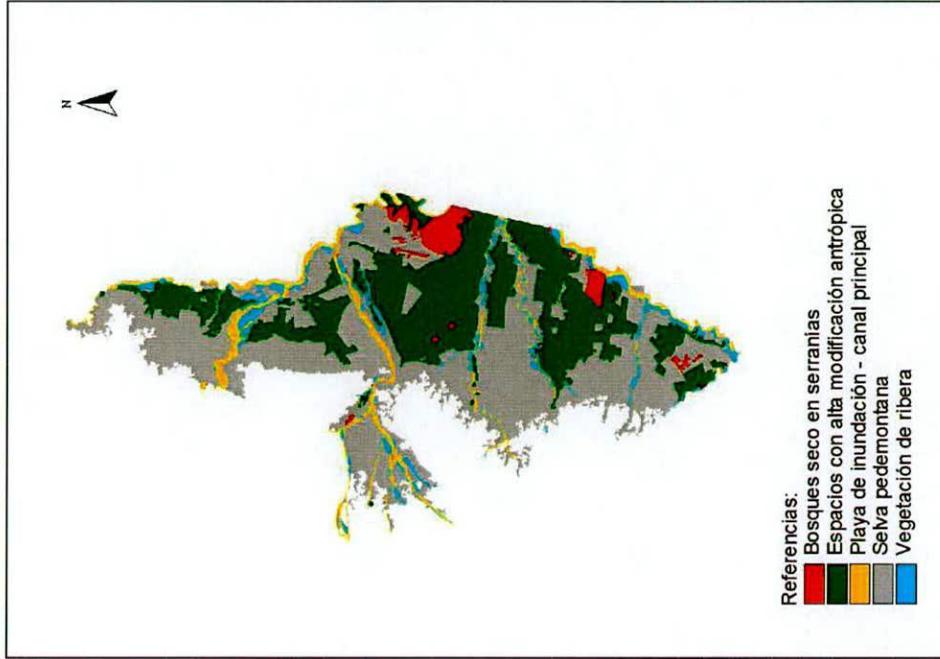


Figura 42. Vegetación (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/Semades 2003).

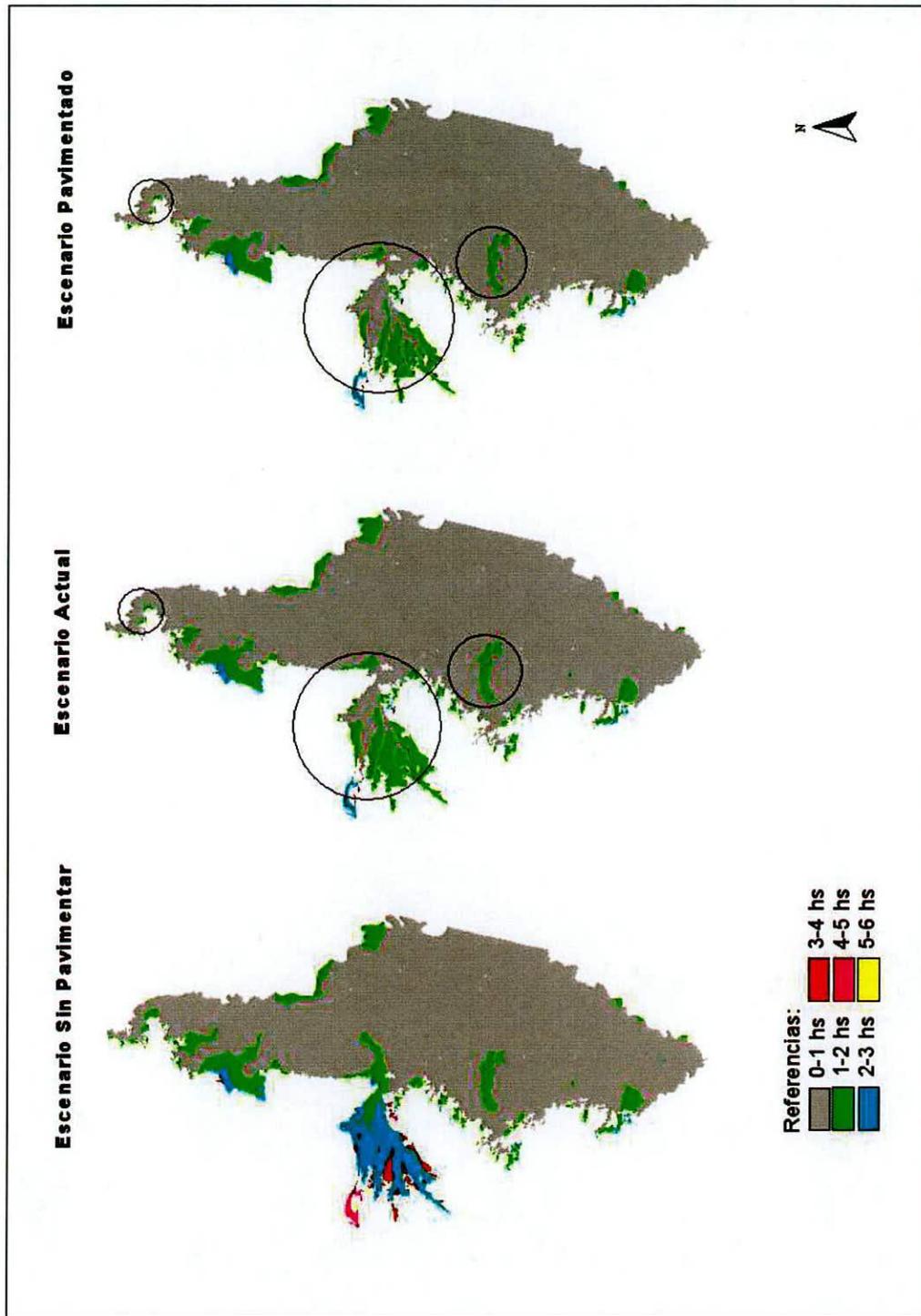


Figura 43. Objetivos de los escenarios Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/Semades 2003, Movia 1973).

A partir de estas coberturas, que fueron ingresadas al sistema de soporte de decisiones como grillas, se crearon matrices (ver punto 2.3.5) para obtener los tres escenarios resultantes. Las matrices construidas fueron las siguientes:

- fisiotopos + objetivos = medidas
- fisiotopos + medidas = nuevos fisiotopos
- vegetación + medidas = nueva vegetación
- nuevos fisiotopos + nueva vegetación = ecotopo

Los resultados de estas grillas pueden observarse en las figuras 44 (medidas escenarios *Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado*), 45 (nuevos fisiotopos escenarios *Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado*), 46 (nueva vegetación escenarios *Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado*) y 47 (ecotopos escenarios *Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado*).

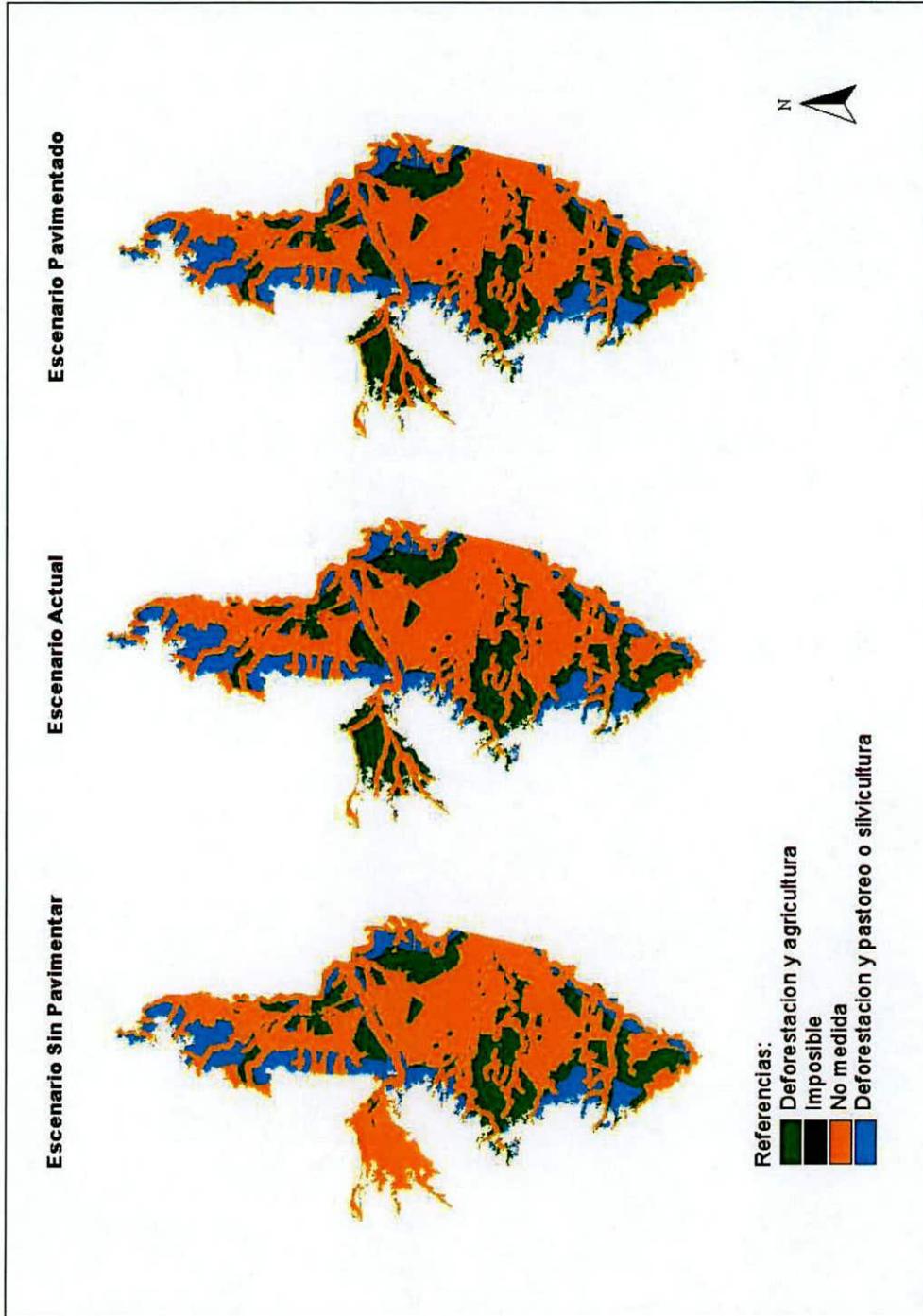


Figura 44. Medidas de los escenarios Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/Semades 2003, Movia 1973).

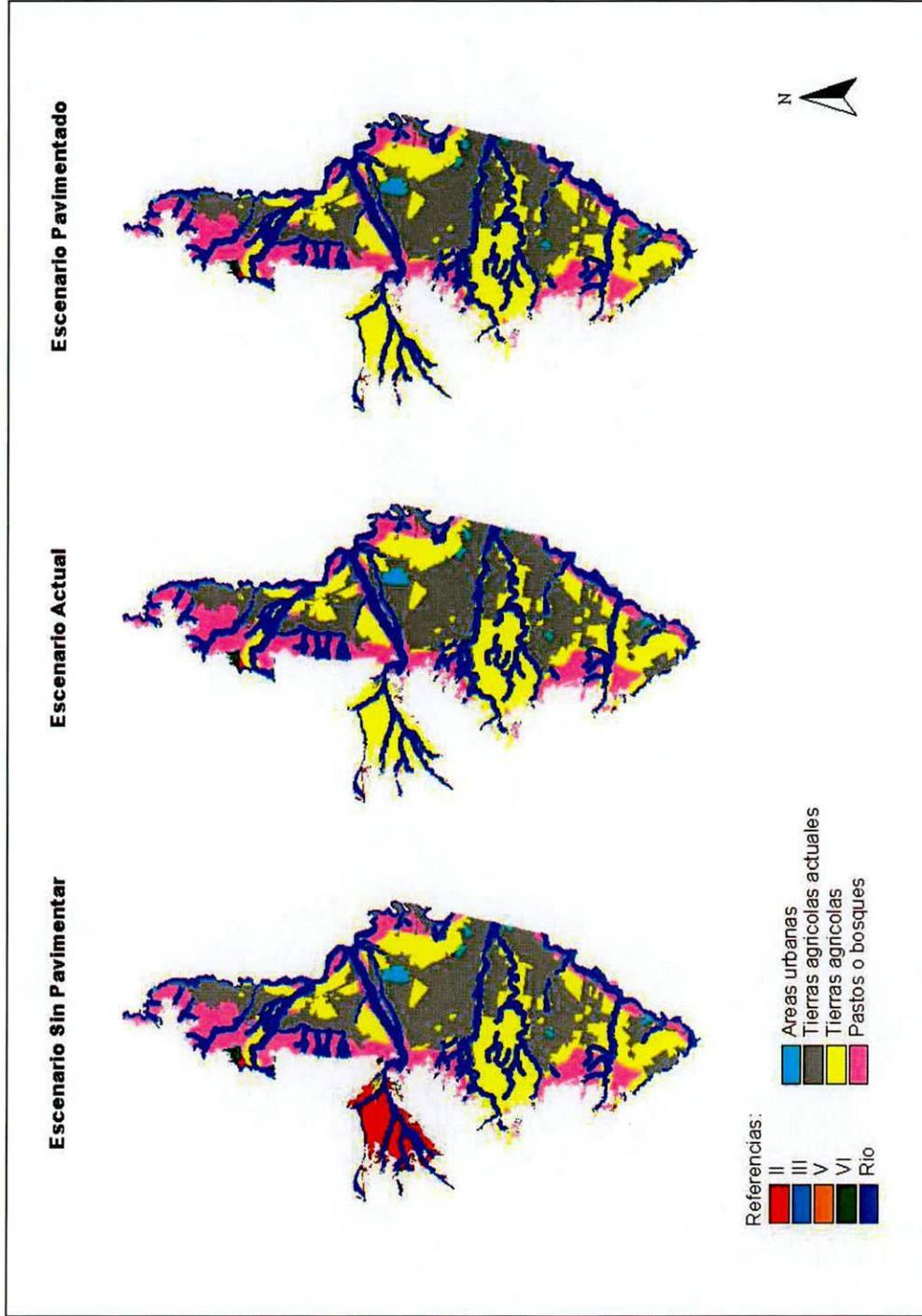


Figura 45. Nuevos fisiotopos de los escenarios Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/Semades 2003, Movia 1973).

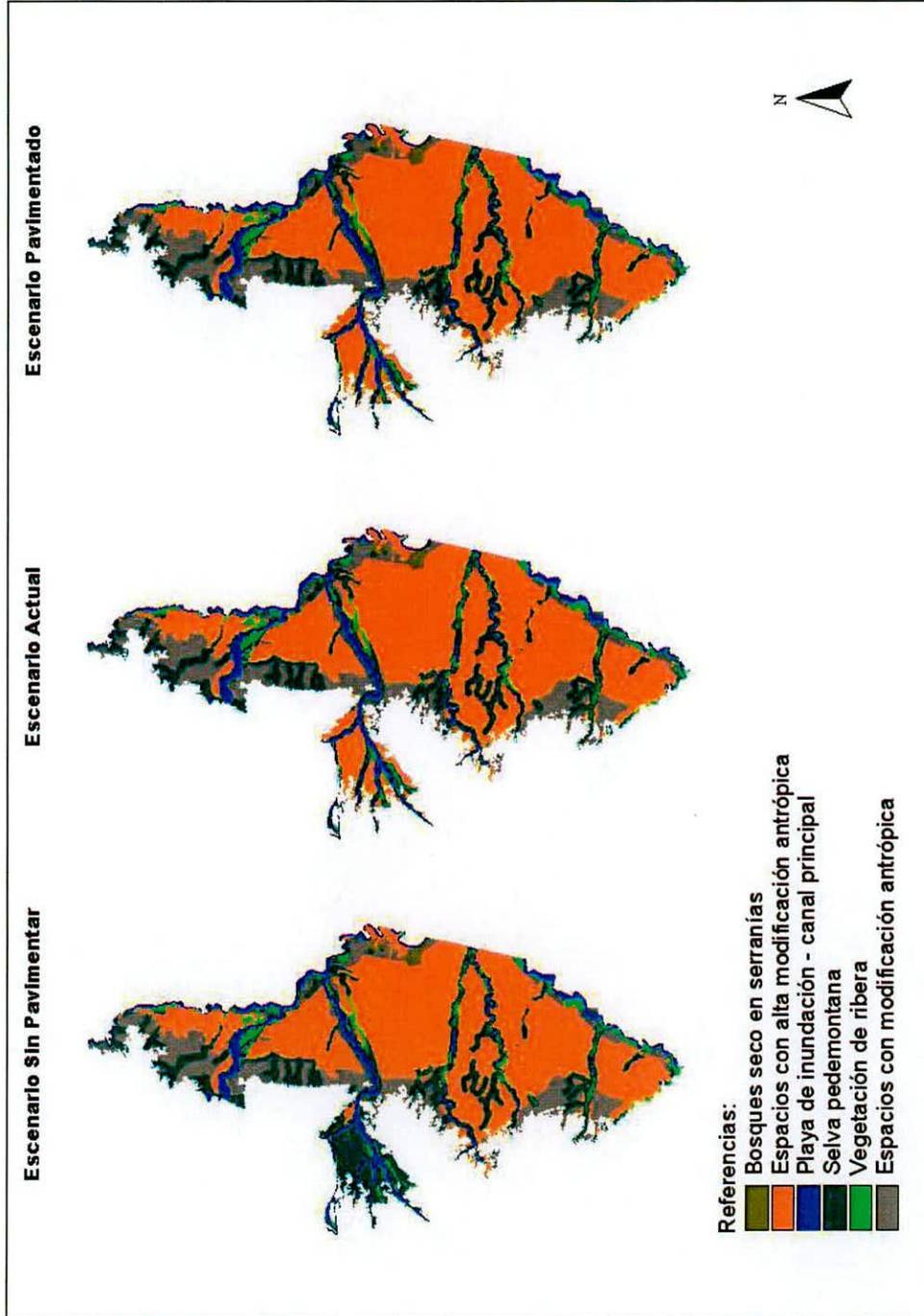


Figura 46. Nueva vegetación de los escenarios Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/Semades 2003, Movia 1973).

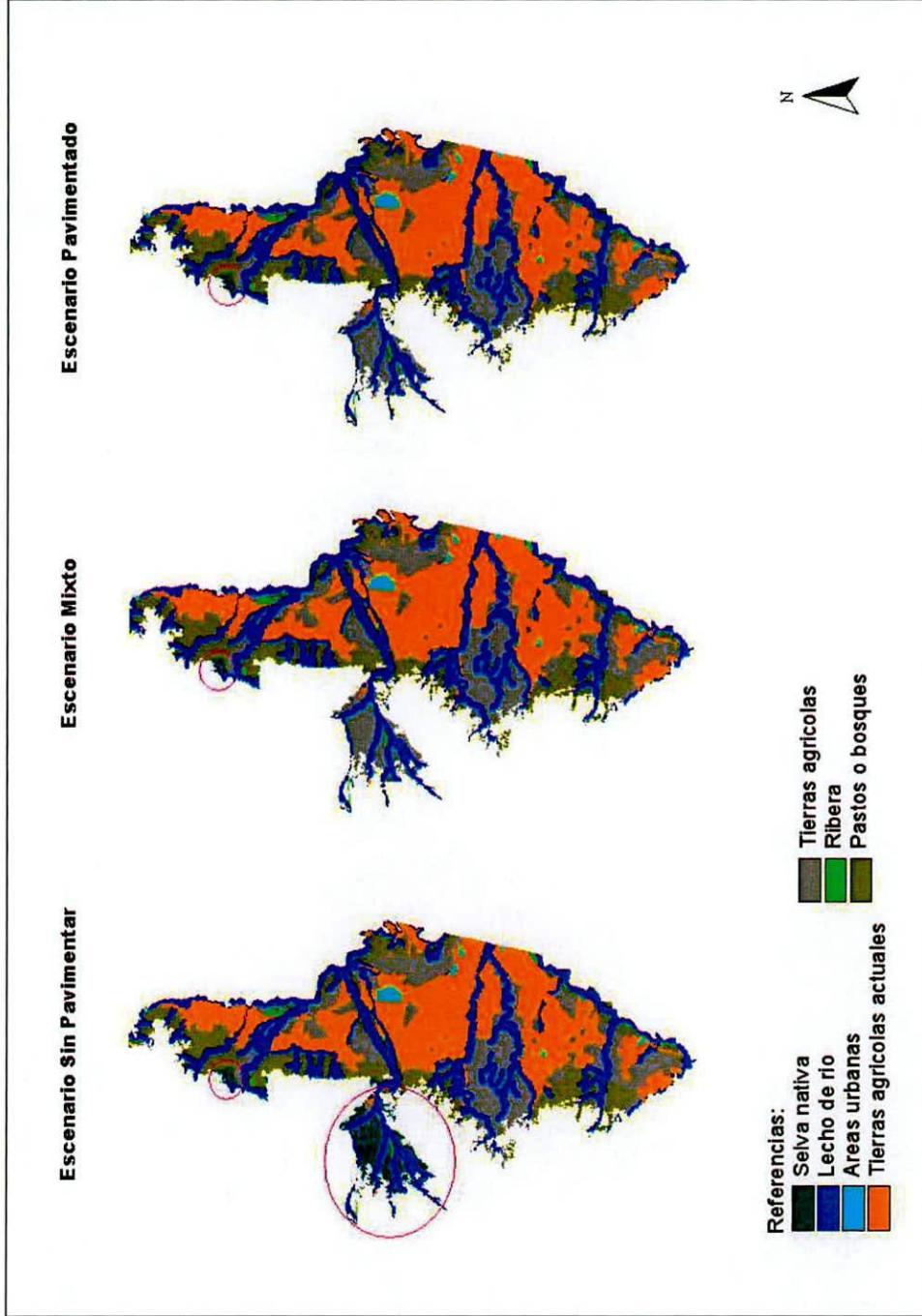


Figura 47. Ecotopos de los escenarios Sin Pavimentar, Mixto y Pavimentado (fuente: elaboración propia en base a IG-UBA/Semades 2003, Movia 1973).

Como describimos anteriormente las cinco grillas iniciales (fisiotopos, vegetación y las tres de objetivos) se cargaron en la ventana de “sources” dentro de Ledess Osiris. En esta misma ventana se crearon las cuatro matrices de conocimiento: medidas, nuevos fisiotopos, nueva vegetación y ecotopos. En la ventana del caso se conectaron los atributos con las fuentes y viceversa. Y en la ventana de escenarios se crearon los tres escenarios resultantes. Estos escenarios son los ecotopos que pueden observarse en la figura 47.

Al comparar los tres mapas resultantes puede destacarse que la superficie cubierta por selva nativa varía entre los diferentes escenarios. Los ecotopos de los escenarios *Mixto* y *Pavimentado* poseen una similitud que a simple vista parecen iguales (figura 47). Sin embargo en el escenario *Mixto* la superficie del área de estudio cubierta por selva nativa representa un 0,48 % de la misma mientras que en el escenario *Pavimentado* es de 0.41 %. La diferencia es ínfima, por ello al pavimentarse toda la red de transporte actual (escenario *Pavimentado*), las consecuencias para la zona de estudio serían prácticamente las mismas que si se mantuvieran todas las carreteras en las condiciones presentes (escenario *Mixto*). La selva pedemontana se vería reducida drásticamente, ya que prácticamente la totalidad del área de estudio estaría cubierta por tierras modificadas antrópicamente. Parte de ellas serían tierras agrícolas, en donde la selva desaparecería completamente y el resto serían pastos o bosques, en donde se practicaría el pastoreo o la silvicultura.

| Escenario | % Selva pedemontana |
|------------------|----------------------------|
| Sin pavimentar | 4,20 |
| Mixto | 0,48 |
| Pavimentado | 0,41 |

Figura 48. Porcentaje de la selva pedemontana en los ecotopos (fuente: elaboración propia, 2010).

En cuanto al escenario *Sin Pavimentar*, presenta una diferente distribución de los usos del suelo en comparación con los dos escenarios anteriores. Puede destacarse que la selva pedemontana no se vería afectada en su totalidad, cubriría una superficie del 4,20 % del área de estudio. Si bien la mayor superficie del área de

estudio también se encuentra cubierta por tierras modificadas antrópicamente, hay una zona en la que aún subsiste la selva pedemontana (figura 47).

Estas diferencias se observan en un pequeño sector dentro del área de estudio debido a las características naturales de la misma. Al ser una zona con una leve pendiente, con suelos propicios para la agricultura y con una red de transporte que cubre prácticamente toda la ventana de estudio, se ve favorecido el desarrollo de la actividad agrícola.

Al comparar los tres escenarios se observa que al modificarse la extensión de la red de transporte y la calidad de la misma, cambian los ecotopos resultantes. No puede asegurarse si estas transformaciones se producen por uno u otro factor, pero sí puede afirmarse en este caso que al modificarse la red de transporte cambia la accesibilidad a mercado y como consecuencia los ecotopos resultantes.

El panorama no es muy alentador, manteniéndose el estado actual de la red de transporte la selva pedemontana prácticamente desaparecería de la zona. La mejor opción para salvaguardar la selva sería reducir la cantidad de caminos existentes, pero como normalmente esto no es factible por motivos socio-económicos, habría que evitar la construcción de nuevos caminos en el área de estudio, o la pavimentación de alguno de ellos.

Considerando la localización regional de la selva pedemontana del área de estudio, sería sustancial la preservación de ciertos parches dentro de la misma. La ubicación del corredor biogeográfico dentro de la Reserva de Biosfera, puede tomarse como referencia para determinar cuales son los "parches claves". Ellos serían los que se encuentran conectando las áreas protegidas de la región, en este caso los Parques Nacionales Baritú y Calilegua, y el Parque Provincial Laguna de Pintascayo. Por lo tanto los principales parches a proteger son los representados en el figura 25, dentro del marco de esta investigación, desde el panorama actual (escenario *Mixto*). Por eso habría que analizar con mayor profundidad esta zona para disminuir las probabilidades de que esto suceda. Habría que encontrar una solución al problema a corto plazo, definiendo un status de protección para el mapa de la figura 25 e investigando cual sería la red de transporte óptima en esta zona para que no afecte la conectividad entre las áreas protegidas mencionadas. Si bien hay otros factores que inciden en la conversión, y otros mecanismos de protección de la selva, esta reflexión se hace desde el punto de vista de esta tesis.

En síntesis, en los tres escenarios hay cambios en la accesibilidad al modificarse la red de transporte, a pesar que entre los escenarios *Mixto* y *Pavimentado* la diferencia es mínima. La variación en la accesibilidad incide en los usos del suelo.

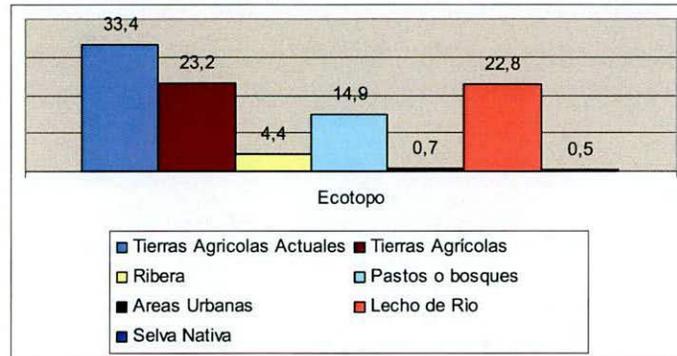


Figura 49. Porcentaje de ecotopos, escenario *Mixto* (fuente elaboración propia 2009).

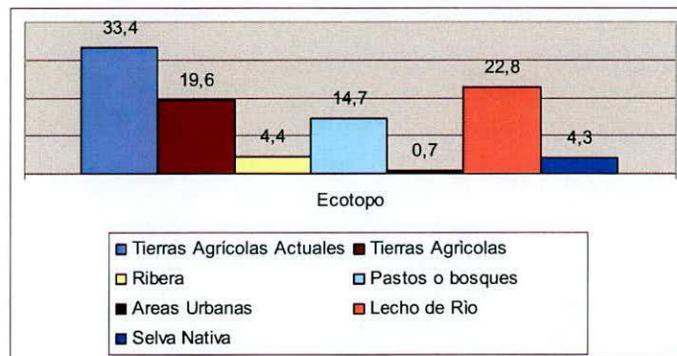


Figura 50. Porcentaje de ecotopos, escenario *Sin Pavimentar* (fuente elaboración propia 2009).

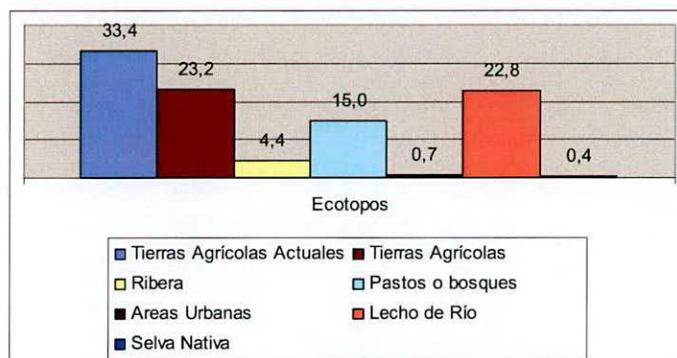


Figura 51. Porcentaje de ecotopos, escenario *Pavimentado* (fuente elaboración propia 2009).

CAPÍTULO 5. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

5.1. Aspectos generales

El avance de la agricultura es el proceso más importante de conversión de la Selva de las Yungas. Por ello en este trabajo hemos hecho hincapié en esta actividad que avanza sobre el bosque nativo.

Como unidad de análisis se consideró un sector de la selva pedemontana del Departamento de Orán por ser el piso altitudinal más amenazado de la selva de las Yungas, ya que la escasa pendiente que presenta favorece el desarrollo de la actividad agrícola. Después de varias décadas de aprovechamiento para uso forestal y para uso agrícola, este piso altitudinal se encuentra modificado prácticamente en su totalidad. A pesar de ello aún persisten algunas (escasas) muestras representativas. Estos sectores con mejor estado de conservación se localizan en áreas de difícil acceso, por eso la selva pedemontana es el piso altitudinal menos estudiado.

La presencia de sectores con bosque nativo fue indispensable en este trabajo, porque se analizó su existencia en escenarios hipotéticos. Se priorizó el análisis de la selva pedemontana dentro del Departamento de Orán, ya que ha sido uno de los departamentos en los que se ha dado con más énfasis la expansión agrícola durante el período 1998-2002. Por otro lado la selva pedemontana en cuestión se ubica en el sector norte, que es el más diverso de las Yungas. Dentro de este sector, el pedemonte posee gran parte de las especies exclusivas.

En lo que respecta a las áreas protegidas y actividades de conservación, la selva de transición es el ambiente de las Yungas menos representado. Si bien la selva pedemontana no es el piso altitudinal que posee más especies y cuenta con muy pocos endemismos, su persistencia es fundamental para ciertas especies, ya que tiene una función de refugio estacional: algunas especies se resguardan en ella durante el invierno.

Además la mayor parte de la selva pedemontana del área de estudio se encuentra dentro de la Reserva de Biosfera de las Yungas y un sector de esta selva constituye parte del corredor biogeográfico del NOA: el que se ubica entre los Parques Nacionales Baritú y Calilegua y el Parque Provincial Laguna de Pintascayo. Es importante la persistencia de la selva pedemontana dentro de este corredor para evitar

su fragmentación, y de esta manera impedir que el flujo de especies, entre las diferentes áreas protegidas, sea interrumpido.

El análisis planteado se desarrolló entendiendo a la conservación como la preservación de los recursos naturales, conjuntamente con el desarrollo de la sociedad. Mediante este concepto se entendió que la naturaleza puede preservarse, teniendo en cuenta también las actividades humanas sobre el territorio. No es posible aislar al hombre de la naturaleza, ya que con ella interactúa para poder satisfacer sus necesidades básicas, inevitablemente necesita hacer uso de los recursos naturales. En esta interacción la biodiversidad puede verse amenazada, si el ritmo de extracción es mayor al tiempo de renovación o de crecimiento de los recursos. Ante la amenaza que puede resultar la sociedad para la naturaleza la propuesta más extendida de conservación es la creación de áreas protegidas como los Parques Nacionales y las Reservas Naturales, y además las Reservas de Biósfera. Para la creación de las áreas protegidas se han establecido una serie de reglas para determinar el diseño óptimo de las mismas (Teoría de Biogeografía de Islas) y se ha dado importancia a la dinámica entre las diferentes metapoblaciones, teniendo en cuenta no solamente la mortalidad y natalidad de las poblaciones, sino también las migraciones entre ellas (Teoría de la Dinámica de Metapoblaciones).

El avance de la frontera agrícola, como otras actividades humanas, tiene como consecuencia cambios en los usos del suelo, dado que modifica su disposición en el espacio. En nuestro análisis este proceso se observó comparando los usos del suelo entre 1973 y 2003. Estas transformaciones resultaron en deforestación, fragmentación y pérdida de conectividad del paisaje.

Ante este proceso de transformación del paisaje, fue necesario conocer las posibles situaciones futuras para saber cómo puede verse afectado el paisaje, y qué incidencias puede tener sobre los usos del suelo, la flora y la fauna local. Para ello se presentaron diferentes escenarios como alternativa ante esta incertidumbre futura.

Una de las más importantes determinantes de los cambios en los usos y cobertura del suelo es la accesibilidad a mercados. Por eso se vinculó la temática planteada a esta variable, entendiendo que variaciones en la accesibilidad a mercados puede producir modificaciones en la distribución de los usos del suelo. Además la accesibilidad, conjuntamente con la pendiente y el tipo de suelo, es una variable Proxy que tiene un rol determinante en un gran número de modelos inductivos de uso del

suelo (Pfaff, 1999; Veldkamp y Lambin, 2001; Verburg et al, 2004; Farrow y Nelson, 2001).

En principio se realizó una comparación entre las zonas deforestadas en 1973 y 2003 mediante la utilización de ArcView 3.3 e información en formato shape (Movia 1973 e IG/UBA Semades 2003). Se delimitaron las áreas que fueron deforestadas entre ambos años y se analizó la relación de este cambio con el avance de la frontera agrícola. Simultáneamente se estudió la accesibilidad a mercados. Se vincularon sus cambios producidos en los treinta años, a las transformaciones en los usos del suelo en ese período. Para ello, además se observaron las modificaciones en la red de transporte y cómo éstas incidieron en los cambios en la accesibilidad a mercado. El análisis de la accesibilidad se desarrolló utilizando una herramienta de ArcView la extensión "Analista de Accesibilidad" (Farrow and Nelson, 2001).

A continuación se presentó una simulación de la dinámica de los usos del suelo, que se realizó mediante la implementación del software Osiris. Se representaron tres escenarios para observar las posibles consecuencias del avance de la frontera agrícola en el área de estudio. La finalidad fue aportar información para la planificación, la toma de decisiones y la gestión. Se crearon tres escenarios diferentes en cuanto a la red de transporte: a) la totalidad de las carreteras pavimentadas; b) la totalidad de las carreteras de 1973, todas no pavimentadas; b) la condición actual de las carreteras (con algunas carreteras pavimentadas y otras sin pavimentar). Se consideró la red actual de carreteras y sus dos casos extremos en cuanto a condiciones físicas de la misma: todas pavimentadas y todas sin pavimentar.

5.2 Resultados

Al comparar los usos del suelo de 1973 y de 2003, se advirtió que hubo una modificación de los mismos durante esos 30 años. Las tierras cubiertas por selva nativa sufrieron una reducción del 18%, siendo del 84% en 1973 y del 66% en 2003, mientras que la actividad agrícola se expandió ocupando un 18 % más en 2003 que en 1973. Esta actividad representaba el 15% en 1973 y en 33% en 2003. En cuanto a las zonas urbanas: no presentaron crecimiento entre ambos años, ocupando el 1% de la superficie total del área de estudio durante esos 30 años. Consecuentemente, la

principal causa de la reducción de la selva nativa ha sido el avance de la frontera agrícola.

Al mismo tiempo la accesibilidad a mercados se modificó dentro de ese período. El máximo tiempo en acceder al mercado más cercano, o sea en llegar a las ciudades de San Ramón de la Nueva Orán y/o Colonia Santa Rosa, se redujo en dos horas. En 1973 se podía tardar entre 0 y 7 horas en alcanzar el objetivo, en cambio en 2003 el tiempo era de entre 0 y 5 horas de máximo. Y la red de transporte también sufrió variaciones, algunas vías de transporte cambiaron sus características físicas (pavimentada, no pavimentada, de tierra) o se crearon nuevas carreteras (figuras 34 y 35). En 1973 había dos caminos sin pavimentar, uno hacia el sur del área de estudio y otro hacia el oeste, que en 2003 se encontraban como caminos consolidados, y un camino consolidado en el centro del área de estudio no existía en 1973.

Por lo tanto puede concluirse que al disminuir la accesibilidad a mercados en horas, puede incrementarse la superficie ocupada por tierras agrícolas. Esta conclusión queda enmarcada dentro de los parámetros de esta Tesis, considerando a la accesibilidad como única variable. No es la única variable que incide en los cambios en los usos del suelo, la pendiente y el tipo de suelo también juegan un rol determinante en un gran número de los modelos inductivos de uso del suelo. Pero, como se mencionó anteriormente, se eligió la accesibilidad por una cuestión de escala de la información disponible y por su importancia en modelos inductivos de usos del suelo. Entonces se corroboró nuestra primera hipótesis afirmándose que puede establecerse una vinculación entre la mejora en la accesibilidad a mercados entre 1973 y 2003 y la deforestación dentro del área de estudio.

A partir de la simulación de los tres escenarios, *Sin Pavimentar*, *Mixto* y *Pavimentado*, se observó la influencia de la red de transporte en la accesibilidad a mercado, y a su vez la relación existente entre los cambios en la accesibilidad y el avance de la frontera agrícola.

Al crearse los tres escenarios se utilizaron las mismas coberturas: cursos de agua, usos del suelo, pendiente, centros urbanos de interés (denominados objetivos), excepto la de carreteras. Por lo tanto se analizó la incidencia de los cambios en la red de transporte sobre la accesibilidad a mercado, ya que la única cobertura con diferencias entre los distintos escenarios es la de carreteras. Y se observó que cuanto más desarrollada esté la red de transporte en cuanto a extensión en kilómetros, y

características físicas (pavimentada, no pavimentada, de tierra), o sea cuantas más carreteras pavimentadas existan en la red de transporte, la accesibilidad en horas hacia los centros de consumo disminuye. En el escenario *Mixto* el total de carreteras pavimentadas es de 128 km, mientras que en el escenario *Pavimentado* cubren una extensión de 678 km y en el escenario *Sin Pavimentar* 0 km. En cuanto a las características físicas en 1973 había dos caminos sin pavimentar, uno hacia el sur del área de estudio y otro hacia el oeste, que en 2003 se encontraban como caminos consolidados, y un camino consolidado en el centro del área de estudio no existía en 1973. A pesar de ello son dos los escenarios que incidirían en mayor medida sobre la conversión de las tierras boscosas a tierras agrícolas. No es solamente el escenario *Pavimentado*, que posee todas las carreteras pavimentadas, sino también el escenario *Mixto*, el cual tiene algunas carreteras pavimentadas y otras sin pavimentar. El escenario *Mixto* posee una superficie cubierta por selva nativa que representa el 0.48 % del área de estudio, mientras que en el escenario *Pavimentado* la selva pedemontana ocupa un 0.41 % de la totalidad del área. En ambos casos la selva prácticamente desaparecería, siendo ocupadas estas tierras por tierras agrícolas o por pastos o bosques, donde se practicaría el pastoreo o la silvicultura. En cambio el escenario *Sin Pavimentar*, posee una distribución de los usos del suelo diferente, teniendo un 4.20% de la totalidad del área de estudio cubierta por selva pedemontana.

En los tres escenarios la selva pedemontana se vería reducida. El escenario *Sin Pavimentar* es el que resguarda en mayor medida a esta selva. En algunos parches (ver figura 47) persiste la selva, en cambio en los otros dos escenarios prácticamente la totalidad del área de estudio está cubierta por tierras con distintas modificaciones antrópicas: tierras agrícolas, y pastos o bosques donde se practicaría la silvicultura o la ganadería. Un pequeño parche hacia el noroeste del área de estudio subsistiría sin la intervención humana.

Las diferencias entre los escenarios *Sin Pavimentar*, *Pavimentado* y *Mixto* se observan en un sector reducido, por las características que presenta el área de estudio: pendientes suaves, suelos propicios para la agricultura y una red de transporte que cubre prácticamente toda la ventana de estudio. Estas particularidades de la zona favorecen el desarrollo de la actividad agrícola.

Entonces con respecto a nuestra segunda hipótesis, se verificó que los cambios en la red de transporte pueden asociarse a los cambios de los usos del suelo, porque

contribuyen a modificar la accesibilidad a mercados. También se demostró que cuanto más desarrollada y en mejores condiciones se encuentre la red de transporte, será menor el tiempo que se tarde en acceder a los mercados.

Entonces, ¿qué habría que hacer para que el área de estudio no sea cubierta casi en su totalidad por tierras agrícolas?. De acuerdo a lo planteado en este trabajo, y desde el punto de vista de la conservación, idealmente sería recomendable que ciertas carreteras no existieran o que no estuvieran pavimentadas. Como vimos si se mantienen las características actuales de estas vías de comunicación, las tierras agrícolas incrementarán su superficie extendiéndose por prácticamente toda el área de estudio (siempre siguiendo los lineamientos de este trabajo). Pero como destruir o despavimentar carreteras es normalmente imposible por cuestiones socio-económicas, habría que evitar en principio la extensión de la red de transporte dentro de la zona. El Gobierno (provincial y/o nacional) podría aplicar políticas que eviten la futura extensión de las tierras agrícolas, priorizando las tierras que constituyen el corredor biogeográfico entre las áreas protegidas. Además sería recomendable aplicar herramientas para planificar y gestionar evitando el deterioro de los ambientes naturales.

En esta investigación se ha estudiado la relación entre los usos del suelo y la accesibilidad mediante una comparación entre dos años, 1973 y 2003, y la creación de tres escenarios a futuro. Se ha considerado a la accesibilidad como única variable y se la ha vinculado a los cambios en los usos del suelo. Pero para hacer un análisis más profundo de la situación, habría que considerar además las variables naturales, políticas, sociales y económicas. No se han desarrollado estas variables en el presente trabajo porque se extendían de los objetivos del mismo. Sin embargo teniendo en cuenta los objetivos de conservación existentes en la zona, a partir de esta investigación se abren nuevas preguntas y temas, para nueva investigaciones. Por ejemplo:

- El análisis la temática estudiada con alguna metodología cuantitativa y compararla con esta investigación.
- La selección e investigación de los parches remanentes de la selva pedemontana que son indispensables para la subsistencia del corredor biogeográfico. Identificar aquellos parches que permiten la continuidad de la selva pedemontana entre las áreas protegidas de la zona, para asegurar la persistencia de las especies que se desplazan dentro ese trayecto.

- La proyección de una zonificación óptima del área de estudio para asegurar la existencia a futuro de los ecosistemas naturales y de las comunidades originarias que en ellos habitan.
- El estudio de la incidencia regional de esta temática sobre el área de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Acerbi, M. y Bachmann, L. (1999), *Conservación de la naturaleza y áreas naturales protegidas*, Universidad de Buenos Aires.
- Anderson, J., Hardy, E., Roach, J., y Witmer, R., (1976), "A land use and land cover classification system for use with remote sensor data", en *Geological Survey*, profesional paper, Washington, Estados Unidos.
- Arcila Garrido, M. (2003), *Sistemas de información geográfica y medio ambiente: Principios básicos*. Publicaciones de la Universidad de Cádiz. España.
- Arroyo, A. (2004), "Diagnóstico Productivo del Departamento de Orán", Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
- Artaraz, M. (2002), "Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible", en *Ecosistemas*, año XI, n° 2, España.
- Asato, C. (s/f), "Estructura del Sistema de Producción Cartográfico Digital del Servicio Geológico Minero Argentino". En <http://www.selper.org/selper2002/selper/articulos/T041.pdf>.
- Audero, S. y León, C. (1989), "La expansión de la frontera agraria en el NOA", AAEA, Buenos Aires, vol III, pp. 80-87, en Manzanal, M. (1996), *El desarrollo rural en el noroeste argentino –antología–*, Edición: Proyecto de Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del Noroeste Argentino, pp. 148-154, Salta, Argentina.
- Bachmann, L., Daniele C. y A. Frassetto (2007) "Estrategias de ordenamiento territorial y conservación de la naturaleza en la Eco-región de las Yungas (noroeste de Argentina)", en Pacha, M. J., Luque, S., Galetto, L. and Iverson, L., *Understanding biodiversity loss: an overview of forest fragmentation in South America*, IALE Landscape Research and Management papers. International Association of Landscape Ecology, ISSN 1570-6532, pp. 121-132. Versión digital en <http://www.rangeecologybusso.com.ar/archivos/img045.pdf>.
- Balram, S., Dragicevic, S. y Meredith, T. (2003), "A collaborative GIS method for integrating local and technical knowledge in establishing biodiversity conservation priorities", en *Biodiversity and Conservation* 13: 1195-1208, Kluwer Academia Publishers.
- Bosque Sendra, J. (1992), *Sistemas de Información Geográfica*, Ediciones Rialp, Madrid, España.
- Bravo, G., Bianchi, A., Volante, J., Alderete Salas, S., Semproni, G., Vicini, L., Fernández, M., Lipshitz, H., y Piccolo, A. (s/f), "Regiones Agroeconómicas del Noroeste Argentino", Campaña 2000 – 2001, Instituto de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
- Brown, A. y Grau, H. (1993), *La Naturaleza y el Hombre en las Selvas de Montañas*, Proyecto Agroforestal en Comunidades Rurales del Noroeste Argentino, Salta, Argentina.
- Brown, A.D. (1995), "Las selvas de montaña del noroeste de Argentina: problemas ambientales e importancia de su conservación", en *Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña*, 09-18 p., Tucumán, Argentina.
- Brown, A. y Grau, A. (1999), "Fortalecimiento de la diversidad productiva bajo condiciones de sustentabilidad (municipio de Los Toldos, Salta, Argentina)", Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas, Argentina.
- Brown, A., Grau, H., Malizia, L. y Grau, A. (2001), "Argentina", en *Bosques Nublados del Neotrópico*, Editorial INBio, pp. 623-659, Costa Rica.

- Brown, A., Grau, A., Lomáscolo, T. y Gaparri, I. (2002), "Una estrategia de conservación para las selvas subtropicales de montaña (Yungas) de Argentina", en *Ecotropicos*, Sociedad Venezolana de Ecología, vol. 15, n° 2, pp. 147-159.
- Brown, A. y Malizia, L. (2004), "Las Selvas Pedemontanas de las Yungas, en el umbral de extinción", en *Ciencia Hoy*, vol. 14, n° 83, pp. 52-63, Buenos Aires, Argentina.
- Brown, A., Pacheco, S., Lomáscolo, T. y Malizia, L. (2005), "Situación ambiental en los bosques andinos yungueños", en *La Situación Ambiental Argentina 2005*, pp. 52-62.
- Brown, A., Malizia, L., Pacheco, S., Cristóbal, L., Buzza, K., Blundo, C., y Foguet, J. (2008), *Cambio de Uso de la Tierra en los Sectores Norte y Centro de las Yungas en Argentina y su Umbral al Chaco (período 1975 – 2005)*, Fundación ProYungas, Tucumán, República Argentina.
- Brown, A., Pacheco, S., Cristóbal, L., Buzza, K., y Blundo, C., (?), *Proceso de Transformación por Cambio de Uso de la Tierra en la Reserva de Biósfera de las Yungas, período 2000 – 2005*, Fundación ProYungas, Tucumán, República Argentina.
- Bunnell, F. y Boyland, M. (2003), "Decision-support systems: it's the question not the model", en *Journal for Nature Conservation* 10, pp. 269-279, C Urban & Fisher Verlag.
- Burrough, P. (1988), *Principles of Geographical Information System for land resources assessment*, Oxford University Press, Oxford, Inglaterra.
- Bürgi, M., Hersperger, A. y Schneeberger (2004), "Driving forces of landscape change-current and new directions", en *Landscape Ecology*, vol 19, pp. 857-868, Holanda.
- Buzai, G. (2000), *La exploración geodigital*, Lugar Editorial S.A., Buenos Aires, Argentina.
- Cabrera, A. (1953), *Esquema Firogeográfico de la República Argentina*, extracto de la Revista del Museo de la ciudad Eva Perón (nueva serie), tomo VIII, sección botánica, pp. 87-168, Argentina.
- Cabrera, A. (1971), *Fitogeografía de la República Argentina*, Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, vol. XIV, n° 1-2, Buenos Aires, Argentina.
- Cabrera, A. (1976), *Regiones Fitogeográficas Argentinas*, Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, segunda edición, tomo II, Editorial ACME, Buenos Aires, Argentina.
- Cabrera, A. y Willink, A. (1980), *Biogeografía de América Latina*, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, serie de biología, monografía n°13, Washington, D.C., Estados Unidos.
- Cebrián, J. A. (1992), *Información geográfica y sistemas de información geográfica*, Universidad de Cantabria, España.
- Chacoff, N. y Aizen, M. (2004), "La Selva Pedemontana es un fuente de polinizadores para los cultivos", en *Ciencia Hoy*, vol. 14, n° 83, p. 60, Buenos Aires, Argentina.
- Chakhar, S. y Martel, J. (2003), "Enhancing Geographical Information Systems Capabilities with Multi-Criteria Evaluation Functions", en *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*, Vol. 7, No. 2, pp. 47-71.
- Conti, M. (2000), *Principios de Edafología, con énfasis en suelos argentinos*, Editorial Facultad Agronomía, segunda edición, Buenos Aires, Argentina.
- Daniele, C. (2001), *Diagnóstico Ambiental y Ordenamiento Territorial*, Instituto de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

- Daniele C., L. Bachmann y A. Frassetto (2003) "Procesos territoriales en la Reserva de Biosfera de las Yungas, Argentina", en Bertoncello, Rodolfo y Ana Fani Alessandri Carlos (compiladores) *Procesos territoriales en Argentina y Brasil*, Universidad de San Pablo, Brasil, ISBN 950-29-0768-X, pp. 337-355.
- Daniele, C., Somma, D., Aued, B., Bachmann, L., and Frassetto, A., (2002), "Land Use Planning and Nature Conservation in the Northwest of Argentina: Evolution of the Landscape Fragmentation and its Consequences", en: *Proceedings of 29th International Symposium on Remote Sensing of Environment "Information for Sustainability and Development"* (Paper Reference 8.71), Buenos Aires, Argentina.
- Digilio, A., y Legname, P., (1966), *Los árboles indígenas de Tucumán*, Opera Lilloana, Tucumán, Argentina.
- Dorrosoro, C. (?), "Gestión y Conservación de Suelos y Aguas", 3er curso de Ciencias, Departamento de Edafología y Química Agrícola Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, en <http://edafologia.ugr.es/gestionsuelos/GrupoA/tema16Agrologicas.doc>.
- Drechsler, M. (2004), "Model-based conservation decision aiding in the presence of goal conflicts and uncertainty", en *Biodiversity and Conservation* 13: 141-164, Kluwer Academia Publishers.
- Farrow, A., y Nelson, A., (2001), Accessibility Modelling in ArcView 3. An extension for computing travel time and market catchment information. International Center for tropical agriculture, Cali, Colombia. En: http://www.ciat.cgiar.org/access/pdf/CIAT_accdss.pdf
- Frassetto, A., Daniele, C., Somma, D., y Bachmann, L. (2005), "Los corredores ecológicos en la Argentina", en *Situación Ambiental Argentina*, Fundación Vida Silvestre Argentina, pp. 404-409.
- Felicísimo, A. M. (?), "Capítulo 1: Conceptos básicos, modelos y simulación", en http://www.etsimo.uniovi.es/~feli/CursoMDT/Tema_1.pdf (25-09-06)
- Figuroa, F. (1977, *Historia de Salta*, Plus Ultra, Buenos Aires, Argentina.
- Gasparri, I., Manghi, E., Montenegro, C., Strada, M., Parmuchi, G. y Bono, J. (2002), "Mapa Forestal Provincia de Salta, Actualización Año 2002", Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Dirección de Bosques, Argentina.
- Gasparri, I., Manghi, E., Montenegro, C., Strada, M., Parmuchi, G. y Bono, J. (2004), "Mapa Forestal Provincia de Salta, Actualización Año 2004", Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Dirección de Bosques, Argentina.
- Gasparri, I. y Menéndez, J. (2004), "Transformación histórica y reciente de la Selva Pedemontana", en *Ciencia Hoy*, vol. 14, n° 83, p. 53, Buenos Aires, Argentina.
- Gligo, N. (2006), *Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina, un cuarto de siglo después*, Cepal, Naciones Unidas, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, Santiago de Chile, Chile.
- Halffter, G., Morello, J., Matteucci, S. y Solbrig, O., (1999), "La Biodiversidad y el Uso de la Tierra", en Matteucci et. al., *Biodiversidad y Uso de la Tierra*, Eudeba, pp. 17 – 27, Buenos Aires, Argentina.
- Hueck, K. (1978), *Los bosques de Sudamérica. Ecología, composición e importancia económica*, Sociedad Alemana de Cooperación Técnica Ltda (GTZ), Eschborn, Germany.
- Klingebiel, A., y Montgomery, P., 1966, "Land Capability Classification", en *Agricultural Handbook*, N°210, Department of Agriculture (USDA), Washington, Dc, Estados Unidos.

- Lambin, E.F. and Geist, H.J. (2001): Global land-use/land-cover changes – What have we learned so far? - IGBP Global Change Newsletter. No. 46, pp. 27-30.
- Legname, P., (1982), *Los árboles indígenas del noroeste argentino*, Opera Lilloana, Tucumán, Argentina.
- León, C. et al., (1985), "El conflicto entre sociedad, producción y ambiente: la expansión agrícola en el sur de Salta", en *Desarrollo Económico*, vol. 25, n° 99, p. 399-420, Buenos Aires, Argentina.
- Marini-Hijo, O., y Parentoni Martins, R. (2001), "La teoría de metapoblaciones, nuevos principios en la biología de conservación", en *Ciencia Hoy*, vol. 11, n°61, pp. 24-31, Buenos Aires, República Argentina.
- Manghi, E., Strada, M., Bono, J., Montenegro, C., Parmuchi, G. y Gaparri, I. (2004), "Mapa forestal Provincia de Salta, actualización año 2004", en Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Dirección de Bosques, Argentina.
- Manzanal, M. (1996), *El desarrollo rural en el noroeste argentino –antología-*, Edición: Proyecto de Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del Noroeste Argentino, Salta, Argentina.
- Matteucci, S. (2002), "La creciente importancia de los estudios del medio ambiente", en www.gepama.com.ar/matteucci/investigacion/Art%208-MedAmb.pdf.
- Matteucci, S. y Buzai, D. (1998), *Sistemas Ambientales Complejos*, cap. 5 y 9, Eudeba, Buenos Aires, Argentina.
- Meyer, T. (1963), *Estudio sobre la selva Tucumana*, Opera Lilloana, Tucumán, Argentina.
- Mitchell, R., Schulte, L., Hunter, M., Franklin, J., Mc Intyre, y Palik, B. (?), "Conservation Theory and Forest Management: Foundation, Utility, and Research Needs", en <http://ncseonline.org/ewebeditpro/items/O62F5611.pdf> (19/06/09).
- Monroy-Vilchis, O. (s/f), "Principios Generales de la Biología de la Conservación", en http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/395/monroy.pdf?id_pub=395 (19/06/09).
- Montenegro, C., Strada, M, Bono, J., Gasparri, I., Manghi, E., Parmuchi, G. y Brouver, M., "Estimación de la pérdida de superficie de bosque nativo y tasa de deforestación en el norte de Argentina", en Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Dirección de Bosques, Argentina.
- Montenegro, C., Strada, M. y Parmuchi, G. (2003), *Reserva de Biósfera de las Yungas, Informe sobre la Deforestación*, Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Moritán, M. (2008), "La cara aborígen del alto Besrmejo", en *Ciencia Hoy*, vol 18, n°104, pp 38-51, Buenos Aires, Argentina.
- Morello, J. y Matteucci, S. (2000), "Singularidades territoriales y problemas ambientales de un país asimétrico y terminal", en *Realidad Económica*, Edición: Instituto Argentino de Desarrollo Económico, n° 169, pp. 70-96, Buenos Aires, Argentina.
- Pacheco, S., González, J., y Meitner, M., (2005), *Land Use Planning in the Yungas Biosphere Reserve in Argentina*, Presentación oral en 2005 ESRI Internacional User Conference. San Diego, USA. En <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc05/papers/pap2039.pdf>.
- Paoli, H., Volante, J., Bianchi, A., y Ortin, S., (2004), *Monitoreo de cultivos del Noroeste Argentino a partir de sensores remotos. Campaña Agrícola 2004 (Cultivo de Citrus en Salta)*, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Salta, Argentina.
- Pech, P., y Rgnauld, H., (1997), *Geografía Física*, Editorial Docencia, Fundación Universidad a Distancia "Hernandarias", Buenos Aires, República Argentina

- Peterson, G., Cumming, G. y Carpenter, S. (2003), "Scenario Planning: a Tool for Conservation in an Uncertain World", en *Conservation Biology*, vol 17, n° 2, pp 358-366.
- Pfaff, A. (1999), "What Drives Deforestation in the Brazilian Amazon?, evidence from Satellite and Socioeconomic Data", en *Journal of Environmental Economics and Management* 37, pp. 26-43.
- Reboratti, C. (1989), *La frontera agraria en el Umbral al Chaco: desarrollo, balance y perspectivas*, Instituto de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, pp. 5-122, Buenos Aires, Argentina.
- Reboratti, C. (1992), "Population and Deforestation: Two Examples from Northwest Argentina", en *Seminar on Population and Deforestation in the Humid Tropics*, Campinas, Brasil, 30 Noviembre a 3 de Diciembre, pp 1-19.
- Reboratti, C. (1995), "Apropiación y uso de la tierra en las Yungas del Alto Bermejo", en *Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña*, pp. 199-204 , Tucumán, Argentina.
- Reboratti, C. (1996), "Agrobusiness y reestructuración agraria en la Argentina", en Manzanal, M. , *El desarrollo rural en el noroeste argentino –antología-*, Edición: Proyecto de Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del Noroeste Argentino, pp. 155-160, Salta, Argentina.
- Reboratti, C. (1998), *El Alto Bermejo, realidades y conflictos*, Editorial La Colmena, Buenos Aires, Argentina.
- Reboratti, C. (1999), *Ambiente y sociedad: conceptos y relaciones*, Editorial Ariel, Buenos Aires, Argentina.
- Reboratti, C. (2005), "Efectos sociales de los cambios en la agricultura", en *Ciencia Hoy*, vol.15, N°87, pp. 52-61, Buenos Aires, Argentina.
- Reboratti, C. (1993), "La Expansión de la Frontera Agrícola: Causas y Consecuencias", en *Elementos de política ambiental*, Francisco Goin - Ricardo Goñi Editores. Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires. La Plata. Argentina.
- Schlichter, T., et al (2002), Primer Reportaje Argentino para el Proceso de Montreal.
- Solís, V., Madrigal, P. y Ayales, I. (1998), *Convenio sobre la Diversidad Biológica, un texto para todos*, Área temática de Vida Silvestre, Oficina Regional para Mesoamérica, Unión Mundial para la Naturaleza, San José, Costa Rica.
- Somma, D., Aued, M., and Bachman, L., (2004), "The ecological network development in the Yungas, Argentina: planning, economic and social aspects", pp. 207-220, en: R. Jongman and G. Pungetti (eds.): *Ecological Networks and Greenways. Concept, design, implementation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Somma, D. (2006), *Interrelated modeling of land use and habitat for the design of an ecological corridor, A case study in the Yungas, Argentina*, Wageningen University, Wageningen, the Netherlands.
- Strahler, A., y Strahler, A., (2000), *Geografía Física*, Ediciones Omega, Barcelona, España.
- Tarifa, E. (s/f), "Teoría de Modelos y Simulación", Facultad de Ingeniería, Universidad de Jujuy, República Argentina, en <http://www.modeloingenieria.edu.ar/unj/tms/apuntes/cp1.pdf> (02-10-06).
- Van Eupen, M., Knol, W., Nijhof, B. y Verweif, P. (2002), *Land Ecological Decisión & Evaluation Support System: LEDESS. Users Guide*, Alterra, World Green Research, Wageningen, Holanda.

- Van Eupen, M., Van Rooij, S., Padovani, C. y Walfrido, T. (2005), *Impact modelling of scenarios on vegetation and fauna in the Taquari floodplains (Pantanal, Brazil, Alterra, Wageningen, Holanda.*
- Veldkamp, A., y Lambin, E., (2001), "Predicting land-use change", en *Agriculture, Ecosystems and Environment 85*, pp. 1-6.
- Verburg, P., Overmars, K., y Witte, N., (2004), "Accessibility and land-use patterns at the forest fringe in the northeastern part of the Philippines", en *The Geographical Journal*, vol. 170, n°3, pp. 238-255.
- Verweij, P.J.F.M., (2006), *Manual Osiris*, Wageningen Software Labs BV, Wageningen, Holanda.
- Volante, J., Benedetti, P., Paoli, H., Moreno, R., y Fernández, D., (2004), Monitoreo de Cultivos del Noroeste Argentino a partir de Sensores Remotos, Campaña Agrícola 2004 – Caña de Azúcar, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Salta, Argentina.
- Volante, J., Bianchi, A. y Paoli, H. (2001), *Monitoreo de cultivos extensivos del noroeste argentino a partir de sensores remotos, campaña 2000-2001*, Instituto de Tecnología Agropecuaria, Salta, República Argentina.
- Volante, J., Bianchi, A., Paoli, H., Noé, Y., Elena, H., y Cabral, C. (2005), Análisis de la Dinámica de los Usos del Suelo Agrícola del Noroeste Argentino mediante Teledetección y Sistemas de Información Geográfica, período 2000 – 2005, Proyecto de Relevamiento de Cultivos del NOA, Estación Experimental Agropecuaria Salta, Instituto de Tecnología Agropecuaria, Salta, República Argentina.
- Walsh, J. (2009), *El ordenamiento territorial como herramienta para el desarrollo sustentable*, III Encuentro de FAOS, San Isidro, Buenos Aires, República Argentina.

Páginas web consultadas

- <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=2848>. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Consultado en junio 2007.
- <http://www.ecotope.org/about/ecotopes.htm>. What are ecotopes ?. Consultado en octubre 2006.
- <http://www.eird.org/gestion-del-riesgo/capitulo11.pdf>. El Ordenamiento Territorial: una Herramienta para la Gestión del Riesgo, Cepal, Cap. 11. Consultado en septiembre 2009.
- <http://www.indec.gov.ar>. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Censo Nacional de Población y Vivienda 2001. Consultado en abril 2007.
- <http://www.proyungas.org.ar>. Proyungas. Consultado en junio 2009.
- <http://www.rbyungas.org.ar>. RBYungas. Consultado en abril 2009.

ANEXO

Tipología de fisiotopos, ecotopos, medidas, nueva vegetación, nuevos fisiotopos, objetivos y vegetación, en Osiris.

| Class name | Class value |
|------------------|-------------|
| VI 900/1400 | 1 |
| River | 2 |
| Current farmland | 3 |
| II 1100/1300 | 4 |
| II 700/1000 | 5 |
| V 700/1100 | 6 |
| Built up area | 7 |
| III 700/1000 | 8 |

Fisiotopos

| Class name | Class value |
|----------------------------|-------------|
| Selva nativa | 1 |
| Riverbed | 2 |
| Areas urbanas | 3 |
| Tierras agricolas actuales | 4 |
| Tierras agricolas | 5 |
| Riverine | 6 |
| Pastos o bosques | 7 |

Ecotopos

| Class name | Class value |
|-----------------------------|-------------|
| Deforestacion y agricultura | 1 |
| Imposible | 3 |
| No medida | 4 |
| Deforestacion y pastoreo... | 5 |

Medidas

| Class name | Class value |
|-----------------------------|-------------|
| Bosques seco en serranias | 1 |
| Espacios con alta modifi... | 2 |
| Playa de inundacion - ca... | 3 |
| Selva pedemontana | 4 |
| Vegetacion de ribera | 5 |
| Espacios con modificaci... | 6 |

Nueva vegetación

View source Knowledge matrix

Theme: **Nuevos fisiotopos_accé**

| Class name | Class value |
|----------------------------|-------------|
| II 700/1000 | 1 |
| II 1100/1300 | 2 |
| III 700/1000 | 3 |
| V 700/1100 | 4 |
| VI 900/1400 | 5 |
| Rio | 6 |
| Areas urbanas | 7 |
| Tierras agricolas actuales | 8 |
| Tierras agricolas | 9 |
| Pastos o bosques | 10 |

Nuevos fisiotopos

View source Knowledge matrix

Theme: **Objetivos_access**

| Class name | Class value |
|------------|-------------|
| 1 - 2 | 1 |
| 0 - 1 | 2 |
| 2 - 3 | 3 |
| 3 - 4 | 4 |
| 4 - 5 | 5 |
| 5 - 6 | 6 |

Objetivos

View source Knowledge matrix

Theme: **Vegetacion_access**

| Class name | Class value |
|-----------------------------|-------------|
| Selva pedemontana | 1 |
| Espacios con alta modifi... | 2 |
| Playa de inundacion - ca... | 3 |
| Bosques seco en serranias | 4 |
| Vegetacion de ribera | 5 |

Vegetación