



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS**

Instituto de Biología

EL CONTEXTO SOCIOECONÓMICO Y LA EFECTIVIDAD
DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE MÉXICO
PARA CONTENER PROCESOS DE CAMBIO EN EL USO
DEL SUELO Y LA VEGETACIÓN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
DOCTORA EN CIENCIAS

P R E S E N T A

MARÍA FERNANDA FIGUEROA DÍAZ ESCOBAR

DIRECTOR DE TESIS: DR. VÍCTOR SÁNCHEZ-CORDERO DÁVILA

MÉXICO , D. F.

SEPTIEMBRE, 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Este proyecto se llevó a cabo gracias al apoyo del Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Y el del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a través de la beca de doctorado con registro no. 186217

Comité Tutorial:

Dr. Víctor Sánchez-Cordero Dávila

Dra. Rosa Irma Trejo Vázquez

Dr. Jorge Arturo Meave del Castillo

Agradecimientos

Le debo un enorme agradecimiento Víctor Sánchez-Cordero, quien me enseñó que puedo hacer mucho más de lo que yo creía. Junto con él, agradezco también a Irma Trejo y a Jorge Meave quienes dedicaron tiempo y esfuerzo en revisiones y discusiones, que mejoraron notablemente el proyecto. Gracias a los tres por compartir conmigo sus ideas, su confianza y enriquecer mi formación a lo largo del proceso. Alejandro Casas, Raúl García, Leopoldo Galicia y Enrique Martínez Meyer revisaron el manuscrito; sus ideas y comentarios mejoraron enormemente la versión final. Gracias también a Leticia Durand por su amistad y por ayudarme a construir una visión más integral de los cambios ambientales y las comunidades rurales.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas proporcionó el Mapa de Áreas Naturales Protegidas Federales de México. Josefina Hernández Lozano, del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota del Instituto de Geografía colaboró en los análisis de cambio en el uso del suelo y la vegetación y me enseñó mucho sobre SIGs. Yiang-Qing Estrada y Patricia Totolhua Delgado participaron en la recopilación de información socioeconómica.

Agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, han colaborado con ideas y revisado mis manuscritos. Gracias a todos mis compañeros del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, en particular a Patricia Illoldi y Miguel Linaje, por su amistad, por apoyarme en mis primeros pasos en SIGs y por el excelente trabajo de equipo que hemos construido. Este trabajo tampoco hubiera sido posible sin el apoyo y cariño de mis amigos Paty, Hugo, Luis, Stephanie, Gabriel, Juanita, Isa, Consuelo, Tania y Gerardo, entre muchos otros, así como de Marielena, Dana, José Luis, Denise, Michel. A toda mi familia en extenso, muchas gracias.

*Para mi familia: Mariana, Daniel y
Didier, por todo su apoyo y por ser los
mejores compañeros de viaje. Me hacen
ser feliz. Este trabajo es para ustedes*

Índice

Índice de Cuadros	VII
Índice de Tablas	VII
Índice de Figuras	VIII
CAPÍTULO 1. Introducción	1
1.1 Presentación	3
CAPÍTULO 2. La efectividad de las áreas naturales protegidas para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación	6
2.1 Introducción	6
2.1.1 El sistema de áreas naturales protegidas de México	6
2.1.2 La evaluación de áreas naturales protegidas	7
2.2 Métodos	12
2.2.1 Selección de áreas	12
2.2.2 Estimación de los cambios en el uso del suelo y la vegetación	13
2.2.3 Construcción del índice de efectividad	15
2.3 Resultados	16
2.4 Discusión	24
2.4.1 La efectividad de las áreas naturales protegidas de México	24
2.4.2 La efectividad y algunas características de las áreas naturales protegidas	26
2.4.3 Otros factores de efectividad	29
2.4.4 El método de análisis	30
CAPÍTULO 3. El contexto socioeconómico y los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en las reservas de la biosfera en México	37
3.1 Introducción	37
3.1.1 Los factores de cambio en el uso del suelo y la vegetación	39
3.1.2 Factores sociodemográficos	40
3.1.3 Factores agroproductivos	42
3.2 Métodos	44
3.3 Resultados	49
3.3.1 Los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en las reservas de la biosfera	49

3.3.2 El contexto socioeconómico de las reservas de la biosfera	52
3.4 Discusión	62
3.4.1 La dinámica de cambio en el uso del suelo y la vegetación, y el contexto socioeconómico en las reservas de la biosfera	62
3.4.2 La influencia del contexto socioeconómico en los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en las reservas de la biosfera	63
3.4.3 Otros factores que influyen en los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en las reservas de la biosfera	67
3.4.4 Algunas líneas de investigación sobre la efectividad de las áreas protegidas y sus causas	70
CAPÍTULO 4. Factores sociodemográficos asociados a los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en cinco reservas de la biosfera en México y sus áreas circundantes	71
4.1 Introducción	71
4.1.1 El contexto conflictivo del uso de recursos en las ANP: consecuencias sociales de la conservación y procesos de deterioro	72
4.2 Métodos	76
4.3 Resultados	78
4.4 Discusión	89
4.4.1 Los factores sociodemográficos y los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en las reservas de la biosfera y sus áreas circundantes	89
4.4.2 La creación de las reservas y el escenario de posibles conflictos por el uso de los recursos	93
CAPÍTULO 5. Conclusiones generales	98
LITERATURA CITADA	102
Anexo	120

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Áreas naturales protegidas clasificadas según su tamaño y la magnitud de la tasa de cambio en el uso del suelo y la vegetación en sus respectivas áreas circundantes y estados de ubicación.	34
Cuadro 2. Factores sociodemográficos y agroproductivos incluidos en el análisis de causas de efectividad de las reservas de la biosfera en México.	48

Índice de Tablas

Tabla 1. Parámetros, índice y categorías de efectividad para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación de 69 áreas naturales protegidas federales de México.	20
Tabla 2. Varianza explicada y coeficientes de correlación del análisis canónico de correspondencia entre los factores socioeconómicos y los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en 17 reservas de la biosfera	59
Tabla 3. Varianza explicada y coeficientes de correlación del análisis canónico de correspondencia entre factores sociodemográficos y parámetros de cambio en el uso del suelo y la vegetación en cinco reservas de la biosfera y sus áreas circundantes.	87

Índice de Figuras

Figura 1. Representación de una Reservas de la Biosfera, su área circundante y los estados de la República en los que se ubica.	14
Figura 2. Distribución geográfica de la superficie transformada en México (2002).	17
Figura 3. Porcentaje de áreas naturales protegidas según categoría de efectividad y de manejo, según la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.	23
Figura 4. Porcentaje de áreas naturales protegidas, según categoría de efectividad y de manejo, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.	24
Figura 5. Factores inmediatos y subyacentes de los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación.	39
Figura 6. Distribución geográfica de 17 reservas de la biosfera analizadas.	45
Figura 7. Porcentaje (2002), tasa de cambio y cambio neto (1993-2002) de la superficie transformada en 17 reservas de la biosfera.	50
Figura 8. Diferencia entre la tasa de cambio de la superficie transformada en 17 reservas de la biosfera y la de sus respectivas ecorregiones	51
Figura 9. Relación entre factores socioeconómicos y parámetros de cambio en el uso del suelo y la vegetación en 17 reservas de la biosfera	54
Figura 10. Porcentaje de localidades marginadas, de población indígena y densidad de vías de comunicación en 17 reservas de la biosfera	55
Figura 11. Porcentaje de superficie de temporal, de la población económicamente activa (PEA) dedicada a las actividades agropecuarias y coeficiente ganadero en 17 reservas de la biosfera.	58
Figura 12. Ordenación de las reservas de la biosfera en el análisis canónico de correspondencia, entre factores socioeconómicos y parámetros de cambio en el uso del suelo y la vegetación.	61
Figura 13. Ordenación de los parámetros de cambio en el uso del suelo y la vegetación en el análisis canónico de correspondencia para 17 reservas de la biosfera.	61

Figura 14. Superficie transformada total (1993-2002), cambio neto (1993-2002) y tasa de cambio anual (%) en cinco reservas de la biosfera y sus respectivas áreas circundantes.	79
Figura 15. Densidad poblacional, tamaño promedio de las localidades y número de localidades en cinco reservas de la biosfera y sus respectivas áreas circundantes.	80
Figura 16. Porcentaje de población que habita localidades menores de 500 habitantes, porcentaje de localidades marginadas e índice de vías de comunicación en cinco reservas de la biosfera y sus respectivas áreas circundantes.	81
Figura 17. Distribución geográfica de la superficie transformada en 2002, las localidades y la vías de comunicación en las reservas de la biosfera Calakmul y La Sepultura, y sus respectivas áreas circundantes.	83
Figura 18. Distribución geográfica de la superficie transformada en 2002, las localidades y la vías de comunicación en las reservas de la biosfera Mariposa Monarca y Sierra Gorda, y sus respectivas áreas circundantes.	84
Figura 19. Distribución geográfica de la superficie transformada en 2002, las localidades y la vías de comunicación en la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán y su respectiva área circundante.	85
Figura 20. Relación entre factores sociodemográficos y parámetros de cambio en el uso del suelo y la vegetación, con correlaciones significativas, en cinco reservas de la biosfera y sus áreas circundantes	86
Figura 21. Distribución en el espacio de ordenación de las reservas de la biosfera, de sus áreas circundantes y de los indicadores de cambio en el uso del suelo y la vegetación en el análisis canónico de correspondencia realizado para cinco reservas de la biosfera	88
Figura 22. Esquema de los factores analizados, tanto inmediatos como subyacentes, que caracterizan a las RB como más y menos “desarrolladas”, así como la situación de las RB en función de estos factores, y los procesos de cambio históricos y recientes.	100

Resumen

La conservación de la diversidad biológica depende en buena medida de la capacidad de las áreas naturales protegidas (ANP) para evitar procesos de deterioro. La evaluación de la efectividad de estas áreas y de sus causas se ha convertido en una prioridad. En este trabajo se evaluó la efectividad de un conjunto de ANP federales mexicanas para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación (CUSV), así como la relación que existe entre estos procesos y algunos factores socioeconómicos. Se seleccionaron 69 ANP federales terrestres, > 1,000 ha, decretadas antes de 1997, no urbanas, franjas costeras, ni reforestadas con vegetación no-nativa. Se obtuvo la extensión de las superficies transformadas (zonas agrícolas, vegetación inducida, plantaciones forestales y asentamientos humanos), a partir de mapas de uso del suelo y vegetación (1993 y 2002), en las ANP, áreas circundantes a ellas de tamaño equivalente (AC), los estados de la República y las ecorregiones de México, con base en mapas de uso del suelo y vegetación de 1993 y 2002, en una plataforma de SIG. Se construyó un índice de efectividad que incluyó (1) el porcentaje de superficie transformada en las ANP en 2002, (2) la tasa y (3) el cambio neto en las superficies transformadas (1993 – 2002) y (4) la diferencia entre la tasa de cambio de las ANP, sus respectivas AC y los estados de la República en que se ubican. Para 17 reservas de la biosfera (BR) se evaluó la influencia de un conjunto de factores socioeconómicos en los tres primeros parámetros de CUSV y en la diferencia de la tasa de CUSV entre las RB y sus respectivas ecorregiones, mediante análisis de correlación y multivariados. A través de los mismos procedimientos, se evaluó el efecto de un conjunto de factores sociodemográficos en los parámetros de CUSV en cinco RB y sus respectivas AC. Alrededor de 54% de las ANP fueron efectivas, 23% poco efectivas y el restante 23% no efectivas. Las RB constituyeron la categoría de manejo con el mayor porcentaje de ANP efectivas.

Las RB presentaron menor presión demográfica y densidad de vías de comunicación, así como mayor dispersión poblacional, marginación, superficie de agricultura de temporal y dependencia hacia las actividades agropecuarias, que el país en su conjunto. También tenían una alta variabilidad en el porcentaje de población indígena, reducida inmigración y alta presión ganadera. Estas variables explicaron 87% de la varianza en los indicadores de CUSV, en particular del porcentaje de superficie transformada. Ésta se relacionó positivamente con la densidad poblacional y de vías de comunicación, y con la presión ganadera; así mismo, se relacionó negativamente, con el porcentaje de población indígena. La tasa de cambio de la superficie transformada (1993-2002) se relacionó negativamente con la densidad poblacional y de vías de comunicación, y con la presión ganadera; así mismo, se asoció positivamente con el porcentaje de población indígena, la dependencia hacia las actividades primarias y la superficie de temporal, aunque en este caso las variables tuvieron una capacidad reducida para explicar la varianza. Finalmente, en el análisis de cinco RB y sus AC, se encontró que estas últimas tenían mayor infraestructura carretera, densidad poblacional y número de localidades que las RB; en la mayoría de los casos también había en ellas menor marginación. Los factores sociodemográficos analizados explicaron 62.5% de la varianza en los parámetros de CUSV. La densidad poblacional, el número de localidades y la densidad de vías de comunicación estuvieron correlacionados con el porcentaje de superficie transformada. La tasa de cambio no se correlacionó significativamente con los factores analizados. Un número considerable de ANP ha tenido un efecto positivo en la conservación de la vegetación, pero esta estrategia enfrenta retos considerables. Las condiciones socioeconómicas en las RB y su influencia en los procesos de CUSV muestran la necesidad de incluir esta información en la planeación sobre el

manejo de las reservas y las políticas de desarrollo rural, las cuales deben ser coherentes, para que los objetivos de conservación y de desarrollo sean compatibles.

Abstract

Biodiversity conservation depends heavily upon the capacity of natural protected areas (NPAs) to prevent degradation processes. The evaluation of NPAs effectiveness and its causes has become a priority. This study evaluated the effectiveness of a set of federal NPAs to prevent land use / land cover change (LULC) processes, and the influence of socio-economic factors on LULC processes in them. 69 terrestrial federal NPAs were chosen, that were decreed before 1997, > 1,000 ha, not urban / reforested with non-native vegetation, nor coastal strips. The extent of transformed areas (agriculture, induced vegetation, forestry plantations, and human settlements) was estimated for NPAs, surrounding equivalent areas (SA), Mexican states, and ecoregions, using 1993 and 2002 land use / land cover maps, on a GIS platform. An effectiveness index was developed including (1) NPA percentage of transformed areas in 2002, (2) the rate and (3) absolute extent of change in these areas (1993-2002), and (4) the difference between rates of change observed inside the NPA and in their SA, and between the NPA and the state(s) in which it is located. For 17 biosphere reserves (BR), the impact of some socioeconomic factors on the first three land use / land cover change (LULC) parameters, and the difference between the rate of change of transformed areas in NPA and their respective ecoregions was explored through linear correlations and multivariate analysis. Using the same procedures, the influence of some socio-demographic factors on LULC processes was analyzed for five BR and their SA. Over 54% of NPAs were effective, 23% of were weakly effective, and the remaining 23%, non-effective. Biosphere reserves constituted the management category with the highest percentage of effective NPAs. BR were characterized by lower demographic pressure, and higher population dispersion, social marginality, rain-fed agriculture surface, and dependence upon agriculture and cattle, than nationwide. These

reserves also showed a variable percent indigenous population, cattle overpopulation, and low road density. Socio-economic factors explained 87% of LULC variance, particularly of percent transformed surface. This parameter was positively correlated to population and roads density, cattle overpopulation, and negatively to percent indigenous population. The rate of change in transformed surface (1993-2002) was negatively related to population and roads density, and to cattle overpopulation, and positively with percent indigenous population, percent working population on agriculture, and rain-fed agriculture surface, although in this case these variables had low capacity to explain variance. The analysis of five NPAs and their SA showed that the later were more densely populated and showed higher number of localities and roads density than BR; in most of them there was also lower marginality. The socio-demographic factors analyzed explained 62.5% of the variance of LULC parameters. Population and road density, and the number of localities were related to percent transformed surface. The rate of change in these surfaces was not correlated to any analyzed factor. A considerable number of Mexican NPA have had an important role in native vegetation conservation; notwithstanding this strategy still faces significant challenges. Socioeconomic conditions on BR and their influence upon LULC processes illustrate the need to include this information when planning their management and rural development policies for them; these should to be consistent in order to accomplish the compatibility of conservation and development goals.

CAPÍTULO 1. Introducción

Las áreas naturales protegidas (ANP) constituyen la estrategia central de conservación a nivel internacional. Estas áreas tienen un papel importante en la protección de la diversidad biológica y coadyuvan al mantenimiento de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. Esta última función es esencial, pues los ecosistemas proporcionan una gran variedad de servicios ecosistémicos y medios de sustento a las comunidades locales (McKinney 2002, Ervin 2003a, IUCN 2005).

En diversos foros internacionales se ha planteado la necesidad de que la red global de áreas protegidas cubra al menos 10% de la superficie terrestre (IUCN 1993). En consecuencia, en los últimos años se ha expandido considerablemente el área bajo alguna forma de protección, de manera que el objetivo se ha superado, con cerca de 12% de las áreas continentales bajo algún esquema de conservación (IUCN 2005). Sin embargo, existen dos razones para pensar que el logro de un objetivo que se basa únicamente en la superficie protegida, no asegura, por sí mismo, el mantenimiento de la diversidad biológica mundial. En primer lugar, la red global de ANP no representa adecuadamente los distintos componentes de la biodiversidad (*i. e.* ecosistemas, tipos de vegetación, especies), pues muestra una sobrerrepresentación de algunos elementos en detrimento de otros, que están subrepresentados o ausentes (Pressey *et al.* 2002, Rodrigues *et al.* 2004, Chape *et al.* 2005). En segundo lugar, los procesos de deterioro que se presentan en numerosas ANP limitan su capacidad para asegurar la persistencia de sus componentes en el largo plazo, lo que reduce las posibilidades de conservar la estructura y las funciones de los ecosistemas (Hockings 1998, Margules y Pressey 2000, Ervin 2003a, Hockings 2003).

Por estas razones, se ha generado interés en la evaluación de la capacidad de las ANP para asegurar una representación adecuada de la biodiversidad y su conservación en el largo plazo. La evaluación de la efectividad forma parte de las propuestas de planeación sistemática de la conservación (Margules y Pressey 2000, Ervin 2003a), así como del *Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas* y del *Programa de Biodiversidad de Bosques* de la Convención sobre Diversidad Biológica (<http://www.cbd.int>).

En todo el mundo, las ANP enfrentan amenazas como la deforestación y la fragmentación de sus hábitats, la extracción ilegal de recursos, la invasión de especies exóticas y los incendios forestales, entre otras (Ervin 2003b, Goodman 2003). El tipo y la magnitud de estos procesos depende de múltiples factores, entre los que se encuentran la efectividad de manejo (Ervin 2003b), el contexto político y socioeconómico (Little 1994, Ghimire y Pimbert 1997a), las condiciones ambientales (como los tipos de vegetación o la topografía) y, consecuentemente, la viabilidad de las actividades económicas (Pressey *et al.* 2002, Brandon *et al.* 2005, Mas 2005); todos estos factores inciden en la efectividad de las áreas para cumplir con sus objetivos de conservación.

El estudio que aquí se presenta tiene como objetivo general evaluar en qué medida las ANP en México han sido una estrategia efectiva frente a los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación, y cuál es la influencia del contexto socioeconómico regional en estos procesos. Para alcanzar este objetivo se plantearon los siguientes objetivos particulares: (1) realizar una evaluación cuantitativa y sistemática de la efectividad de las ANP de México para evitar procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación, (2) llevar a cabo un diagnóstico descriptivo de las condiciones sociodemográficas y agroproductivas prevalecientes en los municipios donde se localizan las reservas de la biosfera en México, las cuales podrían influir en procesos de cambio en el uso del suelo y la

vegetación, (3) evaluar cuantitativamente la relación que existe entre tales factores y los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en las reservas de la biosfera en México, y (4) analizar la influencia de algunas características sociodemográficas en las diferencias encontradas en los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación entre cinco RB y áreas circundantes a ellas, de tamaño equivalente.

1.1 Presentación

Los factores que inciden en el cambio ambiental son relevantes a distintas escalas espaciales y temporales (Geist y Lambin 2002). Existe una constante interacción entre ellos, de manera que los procesos que son relevantes a escalas detalladas se encuentran delimitados por los que ocurren a escalas de mayor magnitud, pero al mismo tiempo los influyen (Manson 2008). Las escalas de observación y explicación, en el caso de los sistemas socioambientales, pueden ser entonces desde locales, hasta globales, pero la elección debe considerar que los fenómenos que se desea observar operen en la escala en cuestión. Por ejemplo, la escala de análisis adecuada para examinar el funcionamiento celular debe ser microscópica, mientras que el análisis de los fenómenos climatológicos es relevante sólo a escalas regional y global.

Este trabajo aborda los sistemas socioambientales a escala regional y en él, la unidad mínima de análisis (resolución) está constituida por las ANP. A lo largo del trabajo se modifica el ámbito o universo del análisis, sin embargo, la resolución se mantiene; la escala de análisis es regional, en la medida en que la información sobre el cambio en el uso del suelo y la vegetación (CUSV) utilizada se encuentra a una escala 1:250,000 y las variables socioeconómicas incorporadas se encuentran agregadas a nivel municipal y de la unidad de estudio (ANP). Si bien la selección de la escala de análisis tiene una estrecha relación con

las preguntas que se busca responder y con las evidencias que existen sobre la influencia de variables socioeconómicas regionales en el procesos de CUSV, también es cierto que está influida por la disponibilidad de información sistematizada para las unidades de análisis.

El trabajo está compuesto de tres secciones que son complementarias, pues abordan la efectividad y las causas de los procesos de CUSV a partir de acercamientos distintos. En el Capítulo 2 se examinan los patrones de efectividad para contener los procesos de CUSV en un conjunto de 69 ANP federales. Se buscó responder a la pregunta de en qué medida el sistema nacional de ANP ha sido un instrumento efectivo de conservación. Se trata de una evaluación cuantitativa y sistemática, con base en la estimación de los cambios en el uso del suelo y la vegetación, realizado en una plataforma de SIG.

En el Capítulo 3 reduce el ámbito de análisis, de manera anidada, al abordar únicamente las 17 RB presentes en la selección inicial de ANP. Esta reducción del universo de análisis obedeció al interés de abordar a las RB como grupo particular, debido a que (1) cuentan con una base legal homogénea, al pertenecer a una misma categoría de manejo y (2) esta base legal permite el uso sustentable de recursos naturales a las comunidades locales. Se describe la situación de las RB en función de un conjunto de indicadores sociodemográficos y agroproductivos, y se analiza la relación que guardan éstos con la dinámica de cambio en el uso del suelo y la vegetación (CUSV), entre 1993 y 2002. Los factores abordados incluyen la dinámica demográfica, la marginación socioeconómica, la vulnerabilidad de las actividades agrícolas, la presión ganadera, la dependencia a la tierra y la vinculación con los mercados a través de vías de comunicación. Así, se presenta un análisis descriptivo de las condiciones sociodemográficas y agroproductivas prevalecientes en las RB, así como uno cuantitativo, que evalúa estadísticamente las relaciones entre estas condiciones y el CUSV.

La efectividad de las ANP, tal como fue evaluada en el Capítulo 2, es altamente dependiente de las diferencias que existen entre la dinámica de CUSV presente en las ANP y en sus respectivas áreas circundantes. Así, para responder a la pregunta de qué factores podrían influir en estas diferencias, en el Capítulo 4 se aborda la relación entre la dinámica de CUSV en ambas áreas y un conjunto de factores sociodemográficos presentes en ellas. En este caso, se acotó aún más el universo de análisis, al restringirlo únicamente a cinco de las 17 RB estudiadas en la sección anterior. Al no poder utilizarse la información sociodemográfica y agroproductiva municipal, se seleccionaron factores en función de la disponibilidad de información georreferenciada. Se incluyeron indicadores de la dinámica demográfica, como el tamaño promedio y número de localidades, así como la marginación y la vinculación mediante vías de comunicación. Finalmente, en el Capítulo 5 se integran los resultados generados en las tres fases de análisis y se brindan elementos para generar un modelo conceptual sobre la dinámica regional de CUSV en las reservas de la biosfera mexicanas.

CAPÍTULO 2. La efectividad de las Áreas Naturales Protegidas de México para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación

2.1 Introducción

2.1.1 El sistema de áreas naturales protegidas de México

En México existen antecedentes de zonas restringidas a las actividades humanas desde tiempos prehispánicos (Melo 2002), pero la creación de áreas naturales protegidas (ANP) como tales, inició en 1876 con el decreto de la Reserva Nacional Desierto de los Leones. Actualmente, las estrategias de conservación en México, como en la mayoría de los países, tienen como eje central a las ANP.

Hasta hoy, existen 161 ANP de competencia federal. Éstas pertenecen a seis categorías de manejo, las cuales implican distintos objetivos y actividades permitidas (Anexo, Cuadro 1). Estas áreas cubren alrededor de 11.5% del territorio nacional (CONANP 2007), sin embargo, las áreas cartografiadas hasta el año 2003 sumaban 149 (CONANP 2003). En cuanto al número de ANP por categoría, predominaban los parques nacionales (43.6%), seguidos de las reservas de la biosfera (22.8%), las áreas de protección de flora y fauna (18.1%), los santuarios (11.4%), los monumentos naturales (2.7%) y finalmente las áreas de protección de los recursos naturales (1.3%).

La mayoría de las ANP en México y en el mundo están sujetas, en mayor o menor medida, a procesos de deterioro, que van desde la remoción de ciertas especies o recursos de manera selectiva, hasta la transformación total de los ecosistemas (Carey *et al.* 2000). Entre los procesos de deterioro más importantes se encuentran la deforestación y los procesos de cambio en el uso del suelo (Lambin *et al.* 2001), pues constituyen la causa principal de otros procesos de degradación, como la pérdida de diversidad biológica (Dale *et al.* 1994, Lidlaw 2000, Sala *et al.* 2000, Kinnard *et al.* 2003, Sánchez-Cordero *et al.* 2005), el cambio climático a distintas escalas (Houghton *et al.* 1999, Chase *et al.* 2000), la degradación del suelo (Riezebos y Loerts 1998,

Islam y Weil 2000) y la pérdida de servicios ecosistémicos (Vitousek *et al.* 1997). Sin embargo, también se dan procesos como la contaminación, la extracción de recursos hídricos, la invasión de especies exóticas, la tala y la caza ilegales, entre otros. La importancia de estos procesos varía entre las ANP y comúnmente se presentan varios procesos de manera simultánea en ellas. Cuáles procesos se presenten, depende de las condiciones ambientales, de la historia y de la dinámica socioeconómica de cada región (Carey *et al.* 2000).

2.1.2 La evaluación de áreas naturales protegidas

Durante los últimos años se ha cuestionado la capacidad de las ANP para lograr sus objetivos y, en particular, la protección a largo plazo de la diversidad biológica, principalmente por dos razones:

- (1) El sistema global de áreas naturales protegidas (ANP) representa una muestra sesgada de la diversidad biológica mundial, pues ciertos elementos que la constituyen (i. e. especies, comunidades, tipos de vegetación, etc.) se encuentran sobrerrepresentados, mientras que otros se encuentran subrepresentados (Margules y Pressey 2000, Pressey *et al.* 2002, Rodrigues *et al.* 2004, Chape *et al.* 2005). Esto se debe principalmente a los criterios que históricamente se han utilizado en la selección de las áreas a proteger, como los criterios *ad hoc*, el valor escénico y la presencia de especies sombrilla, carismáticas o de valor comercial, entre otros.
- (2) Muchas ANP se encuentran bajo enormes presiones debido a las actividades humanas, las cuales han generado fuertes procesos de deterioro, que han reducido la capacidad de estas áreas para asegurar la persistencia a largo plazo de la diversidad biológica (Hockings 1998, 2003). Las causas que subyacen a los procesos de deterioro son múltiples e incluyen el manejo de las ANP (Carey *et al.* 2000, Rao *et al.* 2002, Ervin 2003b, Hockings 2003), su contexto socioeconómico (las presiones económicas que enfrentan las poblaciones locales, las políticas

de desarrollo rural y factores como la dinámica demográfica o la pobreza; Ghimire y Pimbert 1997a, de Sherbinin y Freudemberger 1998, Mwamfupe 1998), factores políticos (los conflictos por el uso de los recursos o por la falta de procesos de participación social; Little 1994, Western y Wright 1994, Ghimire y Pimbert 1997b, Wilshusen *et al.* 2002), entre otros. También pueden influir las condiciones ambientales de cada región y la viabilidad del desarrollo de actividades económicas (Pressey *et al.* 2002, Brandon *et al.* 2005, Mas 2005).

Por lo tanto, en los últimos años se han desarrollado metodologías de evaluación bajo diversos criterios. Básicamente se pueden definir tres tipos de evaluación de las ANP (Ervin 2003a):

- (1) La evaluación del diseño de los sistemas de ANP examina la representación de distintos componentes de la biodiversidad en ellas. Estos análisis buscan detectar los elementos de la biodiversidad que se encuentran subrepresentados o ausentes en el conjunto de ANP existentes (Margules y Pressey 2000, Pressey *et al.* 2002, Roberge y Angelstam 2004).
- (2) La evaluación de la efectividad de manejo se enfoca en la detección de las fortalezas y debilidades en la planeación y la ejecución de los planes de manejo en las ANP. Estos métodos han sido impulsados de manera importante por organizaciones conservacionistas internacionales (Brandon *et al.* 1998, IUCN y WWF 1999, Ervin 2003b, Hockings 2003, WWF 2004, Chape *et al.* 2005). La Comisión Mundial de Áreas Naturales Protegidas (WCPA, siglas en inglés) desarrolló un marco de evaluación sistemático, que constituye la base de la mayoría de las evaluaciones de la efectividad de manejo. Este marco se examina:
 - (a) el contexto o la importancia del ANP, las amenazas que enfrenta y las políticas que la afectan;
 - (b) el diseño;
 - (c) los recursos necesarios para llevar a cabo el manejo;
 - (d) la ejecución de los programas de manejo y los productos y servicios resultantes;
 - y (e) los resultados, en términos de los objetivos cubiertos (Hockings 1998). Usualmente, la principal fuente de información en este tipo de evaluaciones son las percepciones sociales del personal de las

ANP y de organizaciones no gubernamentales involucradas en ellas, obtenidas a través de encuestas. Por esta razón, este método tiene como debilidad la subjetividad en las respuestas que brindan los entrevistados, al existir un conflicto de intereses potencial, así como el hecho de que no incorporan las percepciones sociales de otros los actores sociales involucrados en las ANP (Bhagwat *et al.* 2001, Nepstad *et al.* 2006). Estas críticas apuntan hacia la necesidad de realizar evaluaciones empíricas y cuantitativas que contrarresten esta subjetividad (Ferraro y Pattanayak 2006).

(3) La evaluación de la integridad ecológica aborda la capacidad que tienen las ANP para mantener, a largo plazo, las condiciones necesarias que permitan la existencia de los sistemas que protegen. Incluye una gran variedad de criterios y métodos (Ervin 2003a), como la persistencia y la importancia de las principales amenazas (Brandon *et al.* 1998, Singh 1999, Rao *et al.* 2002, Ervin 2003b, Goodman 2003, WWF 2004), el estatus de conservación, medido a través de los cambios en el uso del suelo y la vegetación, la deforestación, la fragmentación y la densidad de la vegetación (Sánchez-Azofeifa *et al.* 1999, Liu *et al.* 2001, Mas 2005, Hayes 2006), la viabilidad de las poblaciones o la persistencia de ciertas especies (Woodroffe y Ginsberg 1998, Lidlaw 2000, Caro 2001, Fabricious *et al.* 2003, Parrish *et al.* 2003, Bhagwat *et al.* 2005), el funcionamiento de ciertos procesos ecológicos (Parrish *et al.* 2003) o la estabilidad del paisaje (Friedman y Zube 1992).

Diversos estudios que evalúan la integridad ecológica, lo hacen a través de la comparación entre los atributos presentes en el ANP y en un área no protegida ubicada en el mismo contexto geográfico. Por ejemplo, Caro (2001) encontró una mayor diversidad y abundancia de mamíferos pequeños en sitios de colecta fuera de un parque nacional en Tanzania, destinado a la conservación de grandes mamíferos, que en su interior. Por su parte, Bhagwat *et al.* (2005) compararon la diversidad de árboles, aves y macromicetos entre sitios dentro de una reserva

forestal, en bosques sagrados y en cafetales, en Western Ghats, India; encontraron que los sitios de mayor diversidad dependen del grupo taxonómico bajo estudio y que en algunos grupos no hay diferencias significativas entre sitios, como es el caso de las aves endémicas y amenazadas. Sánchez-Azofeifa *et al.* (1999) observaron una menor tasa de deforestación y fragmentación de hábitat, dentro de varias ANP, con respecto a las áreas no protegidas, en la región de Sarapiquí, Costa Rica. Liu *et al.* (2001) encontraron que el incremento en la deforestación y la fragmentación de hábitat en la reserva de Wolong, China, era similar al observado en un área circundante no protegida. Mas (2005) encontró que la Reserva de la Biosfera Calakmul, México, presentaba una menor tasa de deforestación que áreas no protegidas en la misma región geográfica, cuyas condiciones ambientales eran similares a las de la reserva. Román-Cuesta y Martínez-Vilalta (2006) evaluaron la efectividad de las ANP en Chiapas, México, para prevenir incendios, mediante la comparación de su incidencia en las ANP y en áreas circundantes no protegidas y encontraron una mayor incidencia de incendios dentro de las ANP, que en áreas circundantes a ellas. Nepstad *et al.* (2006) evaluaron los procesos de CUSV y la prevención de incendios en ANP no habitadas, habitadas y en zonas no protegidas en la cuenca del Río Amazonas, comparándolas entre sí y con áreas circundantes a ellas; encontraron que las ANP habitadas y no habitadas tenían una efectividad similar entre ellas y mayor que la de las zonas no protegidas.

Algunos estudios han abordado de manera comparativa la efectividad de las ANP mediante la integración de diferentes criterios, entre los que se incluyen aspectos ecológicos (como el cambio en el uso del suelo, la deforestación y la fragmentación), socioeconómicos (condición económica de la población, educación o participación social) y culturales (actitudes y valores). Por ejemplo, Lü *et al.* (2003), encontraron que si bien la reserva de la biosfera de Wolong, China, había sido relativamente efectiva para proteger el hábitat del oso panda (*Ailuropoda melanoleuca*), no lo había sido en cuanto a otros objetivos, como mejorar la calidad de vida de

las comunidades locales o incrementar el nivel de educación ambiental en ellas. Murray (2005) abordó el cumplimiento de objetivos sociales y económicos de distintos grupos sociales locales, en los parques nacionales de Xcalac y Puerto Morelos, Quintana Roo. En otros casos, se han comparado los resultados de distintas estrategias de conservación, como bosques no protegidos manejados por las comunidades locales y áreas protegidas (Hayes 2006, Nepstad *et al.* 2006). Hayes (2006) comparó la densidad forestal de 163 bosques, en 13 países, bajo distintas formas de manejo, incluyendo bosques protegidos en ANP; no encontró diferencias significativas en la densidad de los bosques de ANP y aquéllos en los que los usuarios definen las reglas de uso.

En México, la evaluación de las ANP es un campo de estudio que apenas inicia. Se han realizado evaluaciones de la representatividad del sistema de ANP en México para rasgos como tipos de vegetación, condiciones ambientales y regiones biogeográficas (Brandon *et al.* 2005, Mas y Pérez-Vega 2005). También se han incluido algunas ANP mexicanas en evaluaciones de efectividad de manejo realizadas por organizaciones conservacionistas internacionales. En ellas, se han efectuado recuentos descriptivos de las principales amenazas, y los aciertos y limitaciones de su administración. Por ejemplo, en el programa *Parks in Peril* (The Nature Conservancy) se incluyen las reservas de Calakmul, El Triunfo, El Pinacate, Sian Ka'an, Ría Celestún, Ría Lagartos, Cuatrociénegas, El Ocote y La Encrucijada (www.tnc.org); por su parte, el programa *Parkswatch* (www.parkswatch.org) incluye a El Vizcaíno, Chamela-Cuixmala, Lacan Tún y Montes Azules. Estas evaluaciones son necesarias para conocer la situación general y el contexto en el que se han desarrollado las ANP, pero no brindan información cuantitativa de los resultados del manejo de estas áreas.

Para algunas ANP particulares, se han realizado evaluaciones de procesos de deterioro, principalmente de CUSV, por ejemplo en Calakmul (García-Gil *et al.* 2001, Mas 2005, Roy-Chowdhury 2006) y en Pantanos de Centla (Guerra-Martínez y Ochoa-Gaona 2005). Éstas no son

evaluaciones de efectividad propiamente dichas, sino evaluaciones de procesos de deterioro, que no cuentan con un marco de comparación.

En México, hasta ahora, se carece de una evaluación cuantitativa y sistemática, a nivel nacional, sobre la efectividad de las ANP, que sirva como base para el diseño de estrategias de conservación. El CUSV, por sí mismo y por su enorme influencia en otros procesos de deterioro, puede comprometer la integridad ecológica. Por esta razón, puede ser un indicador adecuado para evaluar la efectividad de las ANP. El objetivo de este trabajo fue evaluar, de manera cuantitativa y sistemática, la efectividad que ha tenido un conjunto de ANP en México para contener los procesos de CUSV.

2.2 Métodos

2.2.1 Selección de áreas

Para evaluar la efectividad de las ANP se seleccionaron aquellas que (1) tuvieran una superficie > 1,000 ha, ya que esta superficie es considerada como la mínima para lograr la conservación de ecosistemas (IUCN, en Ordóñez y Flores-Villela 1995) y porque un análisis de ANP más pequeñas, con base en los mapas de uso del suelo y la vegetación utilizados (1:250,000), corre el riesgo de magnificar el efecto de los errores asociados a la definición de polígonos de uso de suelo y vegetación; (2) hubieran sido decretadas antes de 1997, pues para las ANP decretadas después de esa fecha, el análisis de cambio (1993-2002) reflejaría en su mayoría, los procesos ocurridos cuando el área no se encontraba protegida; (3) no fueran o incluyeran islas, franjas costeras, zonas urbanas, ni hubieran sido reforestadas con vegetación exótica.

Las áreas seleccionadas fueron 69 (43% del total) y representan a cinco categorías de manejo, distribuidas de la siguiente manera: 29 parques nacionales, 19 áreas de protección de

flora y fauna, 17 reservas de la biosfera, tres monumentos naturales y un área de protección de los recursos naturales (Anexo, Cuadro 2).

2.2.2 Estimación de cambios en el uso del suelo y la vegetación

Para cada ANP se construyó un área circundante (AC) de superficie equivalente, en una plataforma de SIG (ArcView GIS v. 3.2; Fig. 1), con base en el Mapa de Áreas Naturales Protegidas Federales 2003 (CONANP 2003). De las AC se eliminaron las superficies correspondientes a otras áreas protegidas, el océano y territorio extranjero. En cuatro casos (El Pinacate y Gran Desierto de Altar, El Vizcaíno, Lagunas de Zempoala y Valle de los Cirios), las AC resultantes, con base en estos criterios, tuvieron una superficie menor a 50% del área del ANP. No obstante, se incluyeron en los análisis.

Se estimó el área ocupada por la superficie transformada por actividades humanas en el territorio nacional, en 2002. También se estimó esta superficie en las ANP, las áreas circundantes y los estados de la República en los que se ubican, para 1993 y 2002, a partir de las cartas de uso del suelo y vegetación, escala 1:250,000 (INEGI 1993, 2005). En las superficies transformadas se incluyeron superficies agrícolas, pastizales cultivados e inducidos, plantaciones forestales y asentamientos humanos. No se incluyeron las áreas desprovistas de vegetación, por la dificultad que existe para diferenciar aquéllas derivadas de las actividades humanas, de las que existen de manera natural (cimas de montañas, dunas, etc.). Tampoco se incluyó la vegetación secundaria, pues el error asociado a la delimitación de polígonos para este tipo de cobertura puede ser alto en la construcción de las cartas de uso del suelo y la vegetación, sobre todo al diferenciarla de ciertos tipos de vegetación primaria, por ejemplo, en zonas subhúmedas, por la variabilidad de su fisonomía en época de lluvias y de estiaje.



Figura 1. La reserva de la biosfera Sierra de Manantlán, su área circundante y los estados en los que se ubica (Colima y Jalisco).

Se estimó la tasa de CUSV promedio anual (1993-2002) para las ANP, las AC y los estados de la República, como el porcentaje del área evaluada que ha sido transformada (Figuroa y Sánchez-Cordero 2008):

$$\text{TCUSV} = \frac{(S_2 - S_1) / S_t}{T} \times 100$$

Donde:

TCUSV = tasa de cambio

S_1 = superficie transformada inicial

S_2 = superficie transformada final

S_t = superficie total evaluada

T = años transcurridos

En el caso de las ANP cuyas áreas cubren porciones de dos o más estados, se estimó la tasa de cambio estatal ponderada, con el porcentaje de área del ANP correspondiente a cada estado como valor de ponderación. Se eligió la tasa de cambio estatal como valor de referencia en la comparación, debido a que cada estado tiene una dinámica socioeconómica y política particular, derivada de su historia y de las políticas de desarrollo rural establecidas en él, lo cual incide en los procesos de CUSV regionales.

2.2.3 Construcción del índice de efectividad

Se construyó un índice de efectividad a partir de la suma de los siguientes cinco parámetros, cuyos valores fueron estandarizados entre 0 y 1: (1) la tasa de CUSV dentro del ANP (1993-2002), (2) el cambio neto en la superficie transformada (1993-2002), (3) el porcentaje de superficie transformada dentro del ANP (2002), (4) la diferencia entre las tasas de CUSV del ANP y su AC y (5) entre el ANP y el estado de la República donde se ubica. Se consideró que los dos últimos parámetros son de una relevancia particular, pues un ANP efectiva debería mostrar una tasa de cambio menor que áreas no protegidas en su contexto geopolítico. Por esta razón se asignó un valor de 0 a las ANP con tasas de cambio mayores que sus respectivas AC y estados de la República, y de 1 a las que mostraron valores menores; se trata por lo tanto de parámetros con un comportamiento binario.

Al sumar los valores de los cinco parámetros, el índice puede tomar valores que van entre 0 y 5. En el caso de un área con un porcentaje de superficie transformada bajo, una tasa de cambio reducida, que además sea menor que las de su AC y de su estado, los valores de los cinco parámetros tenderán a 1. Como consecuencia, el valor del índice, que representa la suma de los parámetros, tenderá a 5. En el escenario opuesto, el valor del índice tenderá a 0.

Las ANP fueron clasificadas en tres categorías de efectividad: efectivas, poco efectivas y no efectivas, en función del valor del índice. Se analizó la distribución porcentual de las ANP en las categorías de efectividad y en función de las categorías de manejo definidas para México por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y de las categorías internacionales acuñadas por la UICN (IUCN 1994). Estos dos sistemas de categorías de manejo no son totalmente equivalentes, pues parten de distintos criterios de clasificación (Anexo, Cuadros 1 y 3). La mayor parte de las reservas de la biosfera y algunas áreas de protección de flora y fauna se dividen en zona núcleo y de amortiguamiento; la primera corresponde a la categoría IA de la UICN, mientras que la segunda corresponde a la categoría VI. La mayoría de los parques nacionales corresponden a la categoría II, y los monumentos naturales y algunos parques nacionales a la categoría III, mientras que la mayoría de las áreas de protección de flora y fauna y las áreas de protección de los recursos naturales pertenecen a la categoría VI.

2.3 Resultados

Las áreas transformadas comprendían más de 26% de la superficie nacional en 2002 (Fig. 2), mientras que sólo cubrían 5% de las ANP seleccionadas en este análisis. Existía una alta variación en este porcentaje entre las ANP, la mayor parte de las cuales sufrió procesos de CUSV; en 54% de ellas se incrementaron las áreas transformadas, mientras que en el restante 46% estas superficies decrecieron.

Las categorías de efectividad, derivadas de los valores del índice, se definieron de la siguiente manera: (a) áreas efectivas, con valores de entre cuatro y cinco, (b) áreas poco efectivas, con valores entre tres y cuatro y (c) áreas no efectivas, con valores entre cero y dos. Más de la mitad de las ANP (54%; 37 ANP) fueron clasificadas como efectivas, mientras que 16 (23%) fueron poco efectivas y las 16 restantes (23%), no efectivas (Tabla 1; Fig. 3). Las ANP La

Michilía y La Mojonera fueron transferidas a la categoría de efectivas; se habían clasificado erróneamente debido a que no presentaron superficie transformada durante el periodo de análisis (tasa de cambio de cero), mientras que en sus respectivas AC se dio un ligero decremento en la superficie transformada; este escenario evidentemente corresponde a áreas efectivas.

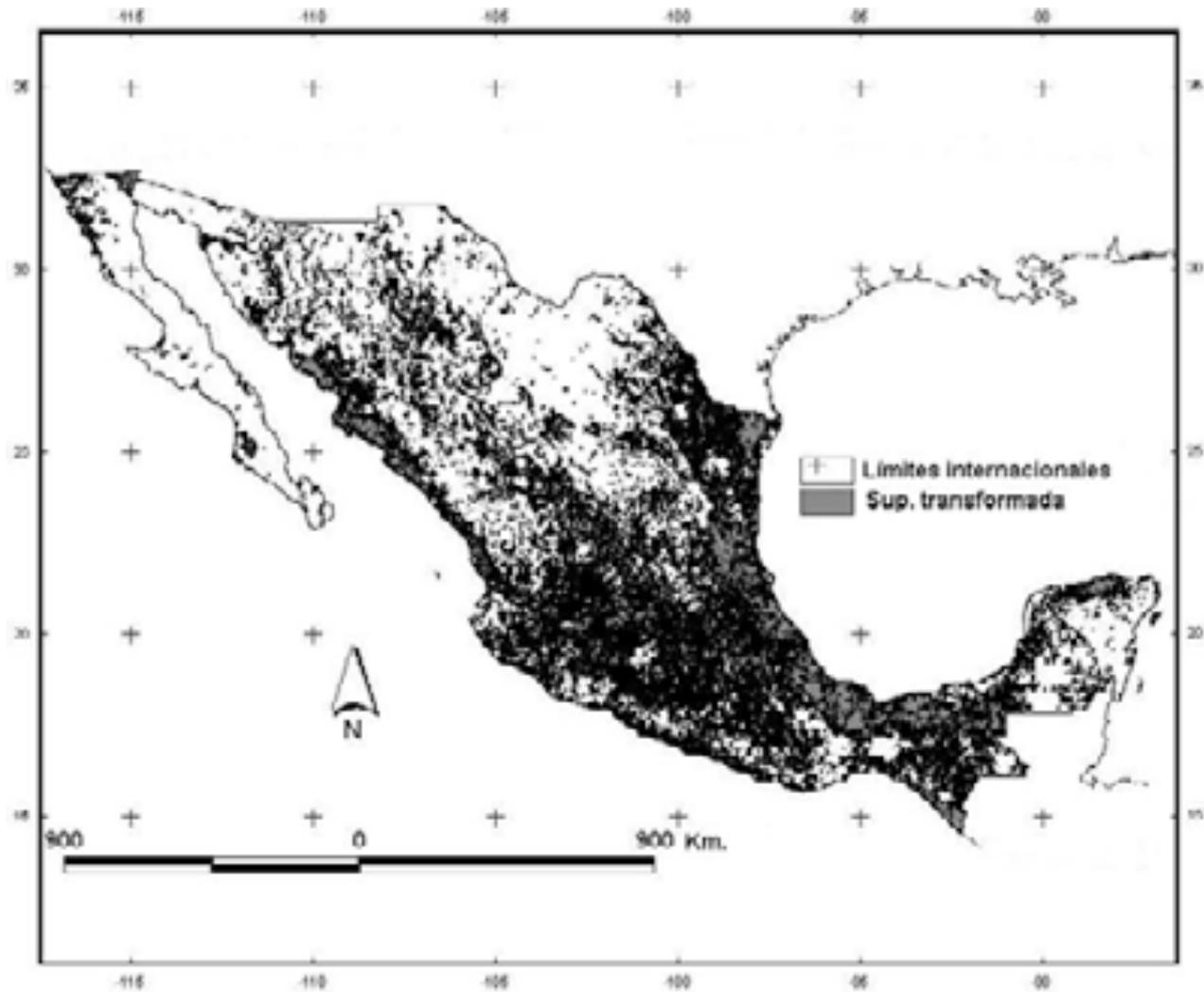


Figura 2. Distribución geográfica de la superficie transformada en México (2002). Incluye superficie agrícola, vegetación inducida, plantaciones forestales y asentamientos humanos. Elaborado a partir de la carta de uso del suelo y la vegetación , serie 2 (INEGI 2005)

Si se excluyen los monumentos naturales y las áreas de protección de los recursos naturales (con sólo tres y un área analizadas, respectivamente), las reservas de la biosfera tuvieron el mayor porcentaje de áreas efectivas (65%), seguidas por las áreas de protección de flora y fauna (53%) y por último de los parques nacionales (45%). El mayor porcentaje de áreas poco efectivas se presentó en las áreas de protección de flora y fauna (26%), mientras que el mayor porcentaje de áreas no efectivas se observó en los parques nacionales (31%; Fig. 3).

Las ANP efectivas tuvieron menores tasas de CUSV que sus respectivas AC y estados de la República (con excepción de Sierra La Mojonera y La Michilía), un porcentaje pequeño del área cubierta por superficies transformadas en 2002 y un bajo crecimiento neto de estas superficies (con excepción de Calakmul). En algunas de estas ANP incluso se observó un decremento absoluto de las superficies transformadas entre 1993 y 2002 (Tabla 1).

Por su parte, las ANP poco efectivas mostraron tasas de CUSV mayores que sus respectivas AC, aunque menores que los estados en que se ubican, con la única excepción de Palenque. Esta ANP, aunque tuvo una menor tasa de cambio que su AC, mostró el mayor porcentaje de áreas transformadas en 2002 (72%), por lo que fue clasificada como poco efectiva. Por otro lado, la mayor parte de las ANP poco efectivas tuvieron un cambio neto y una tasa de cambio reducidos, así como un porcentaje pequeño de áreas transformadas en 2002. Únicamente El Vizcaíno tuvo un alto incremento neto en la superficie transformada (5,015 ha).

Las áreas no efectivas mostraron escenarios muy diversos:

(1) Cinco ANP tuvieron una tasa de CUSV menor que su AC, pero mayor que la de su estado.

Este escenario sugiere la existencia fuertes presiones de cambio regionales. Estas ANP, además, tenían un alto porcentaje de superficies transformadas o sufrieron un alto incremento absoluto en ellas (Tabla 1).

(2) Tres ANP tuvieron una tasa de CUSV mayor que la de su AC, pero menor que la estatal. Ello sugiere que estas áreas se encuentran en contextos con una presión de cambio alta a escala local, lo cual se expresa en el interior del ANP de manera más evidente que en el exterior. Además, mostraron un alto porcentaje de superficies transformadas en 2002 o un elevado incremento neto en ellas entre 1993 y 2002 (Tabla 1).

(3) Ocho ANP tuvieron una tasa de CUSV mayor que sus AC y sus estados de la República, lo que sugiere una presión de cambio local muy alta. Algunas de estas áreas mostraron un porcentaje elevado de áreas transformadas, un incremento absoluto en ellas o altas tasas de cambio.

En cuanto al porcentaje de áreas efectivas en las categorías de manejo de la UICN, con excepción de la categoría III, en la que sólo se incluyen tres ANP seleccionadas, dos de las cuales fueron efectivas, el mayor porcentaje se observó en la categoría VI, tomando en cuenta las áreas que pertenecen sólo a esta categoría o en combinación con la categoría IA. La menor proporción de áreas efectivas correspondió a la categoría II (Fig. 4).

Tabla 1. Parámetros, índice y categorías de efectividad para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación de 69 áreas naturales protegidas de México.

Área natural protegida	Parámetros de efectividad ^a					IE ^b	CE ^c
	1	2	3	4	5		
Cañón del Sumidero	0.58	0.50	0.00	0	0	1.09	No efectiva
Cofre de Perote	0.44	0.69	0.06	0	0	1.18	No efectiva
Malinche or Matlalcuéyatl	0.16	0.75	0.64	0	0	1.55	No efectiva
El Jabalí	0.38	0.82	0.53	0	0	1.73	No efectiva
Sierra Gorda	0.77	0.44	0.68	0	0	1.90	No efectiva
El Tepozteco	0.57	0.80	0.66	0	0	2.03	No efectiva
Lagunas de Chacahua	0.79	0.78	0.54	0	0	2.11	No efectiva
Papigochic	0.77	0.00	0.56	1	0	2.33	No efectiva
Bosencheve	0.02	0.81	0.63	1	0	2.46	No efectiva
Constitución de 1857	0.99	0.83	0.69	0	0	2.51	No efectiva
Cañón del Río Blanco	0.30	0.69	0.59	0	1	2.58	No efectiva
Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa	0.16	0.78	0.67	0	1	2.60	No efectiva
Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui	0.86	0.51	0.55	1	0	2.92	No efectiva
Corr. Biol. Ajusco-Chichinautzin (Frac. II)	0.41	0.82	0.69	1	0	2.92	No efectiva
La Sepultura	0.82	0.50	0.63	0	1	2.95	No efectiva
Gogorrón	0.52	0.78	0.66	1	0	2.96	No efectiva
El Vizcaíno	0.99	0.38	0.73	0	1	3.10	Poco efectiva
Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla	0.53	0.84	0.74	0	1	3.10	Poco efectiva
Sierra de Álvarez	0.74	0.84	0.74	0	1	3.31	Poco efectiva
Pantanos de Centla	0.82	0.81	0.73	0	1	3.36	Poco efectiva
Cascada de Agua Azul	0.66	0.84	0.89	0	1	3.39	Poco efectiva
Lagunas de Montebello	0.85	0.84	0.75	0	1	3.43	Poco efectiva
Sierra de San Pedro Mártir	0.96	0.79	0.71	0	1	3.46	Poco efectiva
Cuatrociénegas	0.94	0.82	0.73	0	1	3.49	Poco efectiva
Sierra de Quila	0.97	0.83	0.74	0	1	3.55	Poco efectiva
Cascada de Bassaseachic	0.97	0.84	0.74	0	1	3.55	Poco efectiva
Cumbres de Monterrey	0.96	0.85	0.74	0	1	3.55	Poco efectiva

Tabla 1. Continuación...

Área natural protegida	Parámetros de efectividad ^a					IE ^b	CE ^c
	1	2	3	4	5		
Campo Verde	0.99	0.84	0.74	0	1	3.57	Poco efectiva
Desierto de Los Leones	0.96	0.84	0.77	0	1	3.57	Poco efectiva
Lacan-Tun	0.99	0.84	0.74	0	1	3.57	Poco efectiva
Palenque	0.00	0.84	0.75	1	1	3.58	Poco efectiva
El Triunfo	0.85	0.98	0.80	0	1	3.62	Poco efectiva
La Michilía ^d	1.00	0.84	0.74	0	0	2.57	Efectiva
Sierra La Mojonera ^d	1.00	0.84	0.74	0	1	3.57	Efectiva
Calakmul	0.98	0.38	0.71	1	1	4.07	Efectiva
Montes Azules	0.97	0.48	0.68	1	1	4.12	Efectiva
Nevado de Toluca	0.53	0.86	0.76	1	1	4.16	Efectiva
Corr. Biol. Ajusco-Chichinautzin (Frac. I)	0.60	0.87	0.74	1	1	4.18	Efectiva
Sierra de Manantlán	0.79	0.71	0.69	1	1	4.18	Efectiva
El Veladero	0.86	0.82	0.58	1	1	4.27	Efectiva
Pico de Tancítaro	0.57	0.88	0.84	1	1	4.30	Efectiva
Yum Balam	0.98	0.69	0.69	1	1	4.36	Efectiva
La Encrucijada	0.58	1.00	0.80	1	1	4.38	Efectiva
Pico de Orizaba	0.85	0.83	0.73	1	1	4.41	Efectiva
Mariposa Monarca	0.76	0.88	0.78	1	1	4.42	Efectiva
Grutas de Cacahuamilpa	0.60	0.84	1.00	1	1	4.44	Efectiva
Cumbres de Majalca	0.87	0.84	0.74	1	1	4.45	Efectiva
Valle de Los Cirios	1.00	0.74	0.74	1	1	4.47	Efectiva
El Cimatarío	0.80	0.84	0.84	1	1	4.48	Efectiva
La Primavera	0.90	0.84	0.74	1	1	4.48	Efectiva
Tutuacá	0.94	0.83	0.74	1	1	4.51	Efectiva
Sierra del Abra Tanchipa	0.95	0.83	0.73	1	1	4.51	Efectiva
Iztaccíhuatl-Popocatepetl	0.92	0.85	0.75	1	1	4.52	Efectiva
Chamela-Cuixmala	0.96	0.84	0.74	1	1	4.53	Efectiva
Sierra La Laguna	1.00	0.83	0.74	1	1	4.56	Efectiva
Chan-Kin	1.00	0.84	0.74	1	1	4.56	Efectiva

Tabla 1. Continuación...

Área natural protegida	Parámetros de efectividad ^a					IE ^b	CE ^c
	1	2	3	4	5		
Cerro de La Silla	1.00	0.83	0.74	1	1	4.57	Efectiva
Sian Ka'an	1.00	0.83	0.74	1	1	4.57	Efectiva
Maderas del Carmen	1.00	0.84	0.74	1	1	4.57	Efectiva
Bonampak	1.00	0.84	0.74	1	1	4.57	Efectiva
El Potosí	1.00	0.84	0.74	1	1	4.57	Efectiva
Nevado de Colima	1.00	0.84	0.74	1	1	4.57	Efectiva
Uaymil	1.00	0.84	0.74	1	1	4.57	Efectiva
Yaxchilán	1.00	0.84	0.74	1	1	4.57	Efectiva
El Pinacate y Gran Desierto de Altar	1.00	0.84	0.74	1	1	4.58	Efectiva
Cañón de Santa Elena	0.98	0.87	0.75	1	1	4.60	Efectiva
Lagunas de Zempoala	0.96	0.84	0.83	1	1	4.64	Efectiva
El Chico	0.96	0.84	0.85	1	1	4.65	Efectiva
Insurgente José María Morelos	0.95	0.85	0.89	1	1	4.70	Efectiva

a. Parámetros de efectividad: 1. Porcentaje de superficie transformada en 2002; 2. Cambio neto en las superficies transformadas (ha, 1993-2002), 3. Tasa de cambio en el uso del suelo y la vegetación (CUSV) en ANP, 4. Comparación de la tasa de CUSV entre el ANP y el AC, 5. Comparación de la tasa de CUSV entre el ANP y el estado de la República en que se ubica. b. IE: índice de efectividad. c. CE: Categoría de efectividad. d. La Michilía y La Mojonera fueron reclasificadas de no efectiva y poco efectiva, respectivamente, a efectivas (ver resultados).

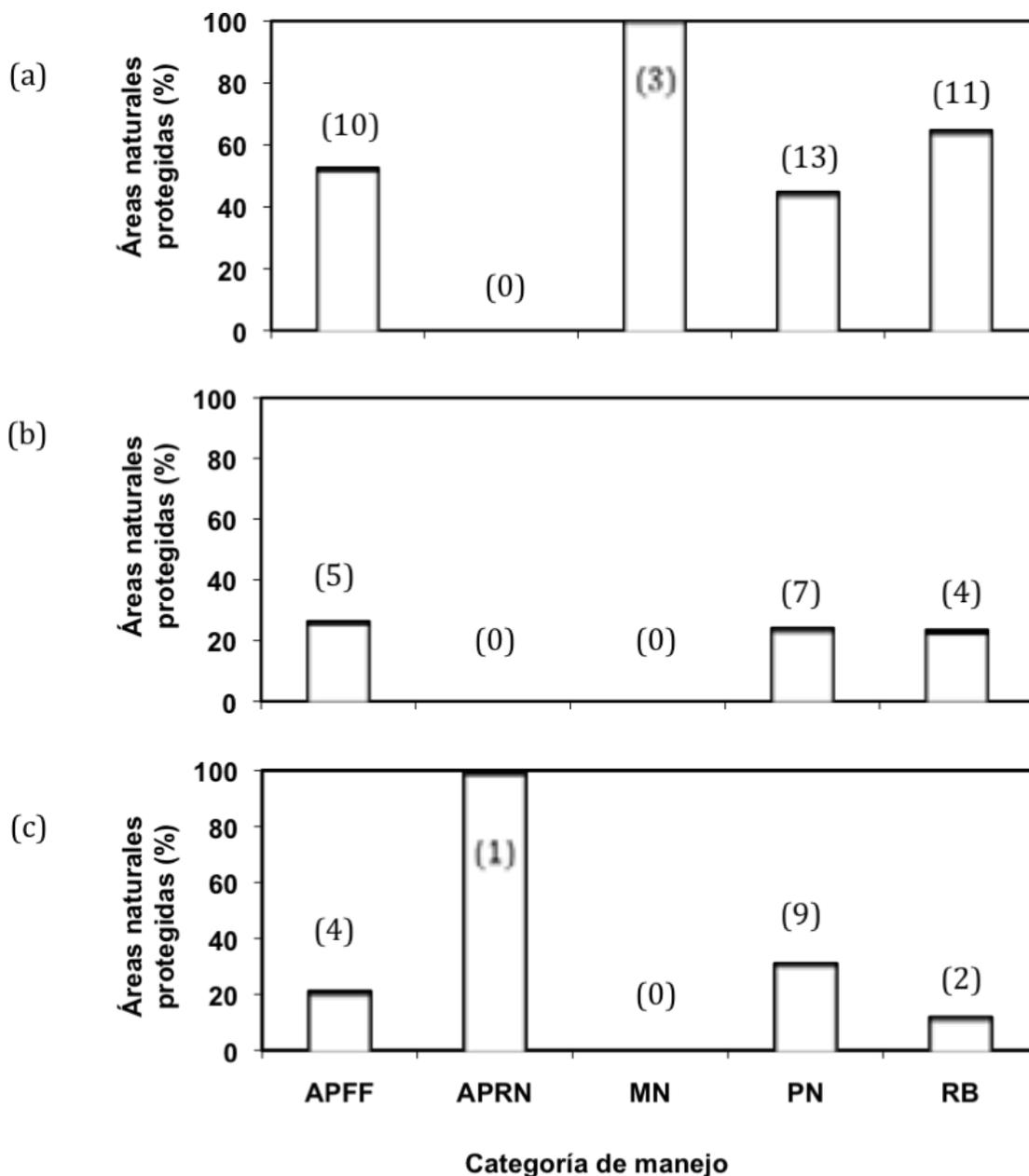


Figura 3. Porcentaje de áreas naturales protegidas (a) efectivas, (b) poco efectivas y (c) no efectivas, según la categoría de manejo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Se muestra entre paréntesis el número de áreas por categoría. APFF: áreas de protección de flora y fauna, APRN: áreas de protección de los recursos naturales, MN: monumentos naturales, PN: parques nacionales, RB: reservas de la biosfera.

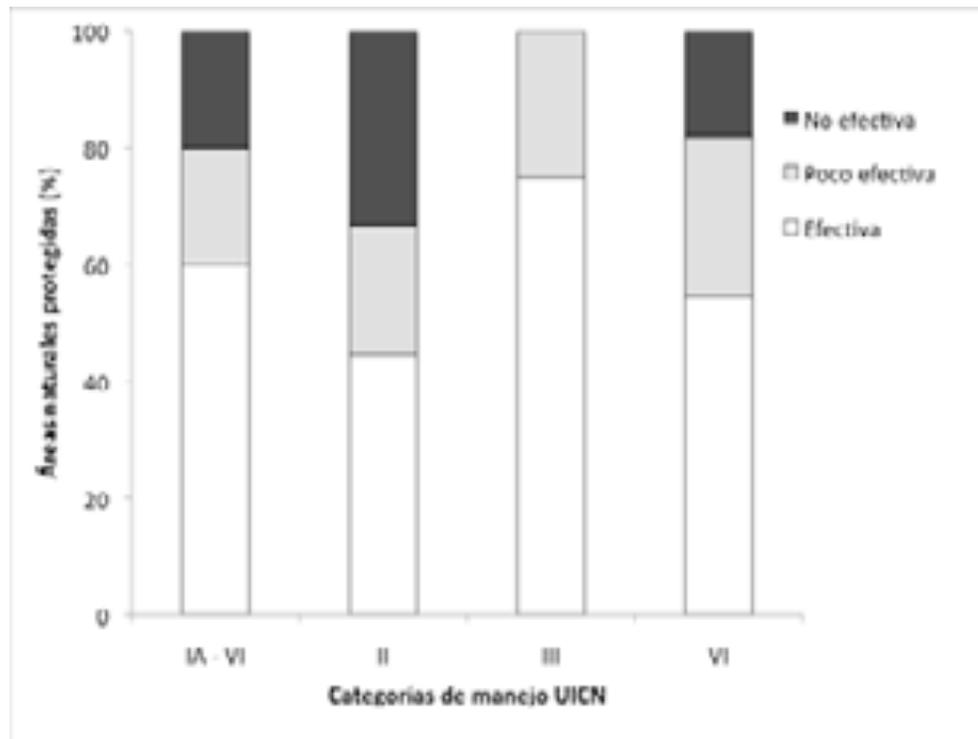


Figura 4. Porcentaje de ANP según su categoría de efectividad y de manejo, de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 1994). IA: reserva natural estricta; II: parque nacional; III: monumento natural; VI: área protegida con recursos manejados.

2.4 Discusión

2.4.1 La efectividad de las áreas naturales protegidas en México

México cuenta con una enorme diversidad biológica y su conservación se ha convertido en una prioridad, tanto nacional, como internacional. La estrategia central para ello han sido las ANP, por lo que es fundamental evaluar de manera crítica la capacidad que éstas tienen para cumplir sus objetivos.

En casi la mitad de las ANP analizadas se dieron procesos de recuperación de la vegetación nativa y poco que más de la mitad fueron efectivas para contener los procesos de pérdida de vegetación primaria y secundaria, en comparación con sus respectivos contextos geográficos.

Esto indica que en muchos casos las ANP han sido un instrumento esencial para la conservación de la vegetación. No obstante, en una alta proporción de ellas hubo procesos de deterioro de mayor envergadura que en sus respectivos contextos. Esto sugiere que, aunque existe un enorme potencial para la conservación a través de las ANP, también se enfrentan retos considerables.

Tres de las ANP que fueron consideradas como efectivas (Bonampak, Yaxchilán y Nevado de Colima) carecían de superficies transformadas en su interior y en sus respectivas AC. En estas áreas, la ausencia de procesos de CUSV puede ser producto de factores distintos a la presencia de las ANP, como el aislamiento geográfico o un manejo adecuado por parte de las poblaciones locales. La discriminación entre estas posibilidades no puede realizarse a la escala de análisis de este trabajo.

Este estudio permitió detectar en cuáles ANP se requieren acciones urgentes que permitan revertir los procesos de CUSV prevalecientes; éstas son las ANP catalogadas como no efectivas, especialmente aquéllas en las que se observaron tasas de CUSV mayores que en sus respectivas AC y estados de la República. En esta situación y con los valores más bajos en el índice de efectividad, se encuentran Cañón del Sumidero, Cofre de Perote, Malinche, El Jabalí, Sierra Gorda, El Tepozteco, Lagunas de Chacahua y Constitución de 1857. Muchas de las ANP no efectivas probablemente se encuentran en una situación de alto riesgo y deben ser consideradas como prioritarias para establecer estrategias de manejo sustentable de recursos y de restauración. Así mismo, se deben investigar las causas particulares de los procesos de CUSV y negociar con los actores sociales involucrados en el proceso de búsqueda de soluciones.

Las ANP poco efectivas tuvieron tasas de cambio mayores que la de sus respectivas AC, sin embargo, debe aclararse que, en comparación con las ANP no efectivas, las poco efectivas mostraron tasas de cambio reducidas. No obstante, estas áreas requieren atención ya que

aparentemente son incapaces de reducir las tasas de CUSV en comparación con áreas no protegidas en su mismo contexto geográfico.

Estos resultados no pueden ser comparados directamente con trabajos previos, en la medida en que los objetivos y criterios de evaluación han sido distintos, particularmente en el caso de estudios que incluyen diversos criterios de evaluación o comparaciones entre ANP y otras estrategias de conservación (p. ej. Brooks *et al.* 2006). Estudios similares a éste, sobre ANP particulares o conjuntos de éstas, muestran resultados muy heterogéneos; éstos incluyen ANP con procesos de deterioro de menor intensidad que en sus contextos geográficos, como las de la región de Saraquí, en Costa Rica (Sánchez-Azofeifa *et al.* 1999), Brasil (Nepstad *et al.* 2006) y Nueva Gales del Sur (Pressey *et al.* 2002); y otras en las que estos procesos han sido similares o de mayor envergadura que en sus respectivos contextos, como la reserva de Wolong, en China (Liu *et al.* 2001). Los resultados de Mas (2005) para la reserva de Calakmul son congruentes con los resultados presentados aquí.

2.4.2 La efectividad y algunas características de las áreas naturales protegidas

La mayor parte de las ANP incluidas en este estudio (72%) se encuentran ubicadas al sur del Trópico de Cáncer, en su mayoría tienen un tamaño menor al promedio (88%) y más de la mitad tienen como tipo de vegetación predominante a los bosques templados (55%). Además, 42% corresponde a la categoría de manejo de parques nacionales, 28% son áreas de protección de los recursos naturales, 25% reservas de la biosfera, 4% monumentos naturales y 1% áreas de protección de los recursos naturales; 32% cuentan con un plan de manejo. Algunos de estos rasgos son un reflejo de las características predominantes en las ANP federales en conjunto (Melo 2002, Mas y Pérez-Vega 2005, www.conanp.gob.mx) y podrían estar relacionadas con la efectividad.

El porcentaje de áreas efectivas ubicadas al norte y al sur del Trópico de Cáncer es similar (53 y 54%, respectivamente). No obstante, en el norte del país la proporción de ANP poco efectivas es mayor, mientras que en el sur, la proporción de áreas no efectivas es mayor. Esto puede deberse a que algunas condiciones prevalecientes en el sur del país (i.e. mayor marginación y población, mejores condiciones para el desarrollo de actividades agropecuarias, entre otras) se traduzcan en una mayor presión sobre las ANP. A pesar de estas diferencias, no existe una correlación significativa entre la latitud en la que se encuentran las ANP y el índice de efectividad (ρ Spearman = 0.088, $P = 0.47$).

Únicamente ocho ANP cuentan con una superficie superior al promedio, de las cuales 6 (75%) son efectivas; en cambio, 49% de las ANP con una superficie menor al promedio son efectivas. Sin embargo, no existe una correlación significativa entre el índice de efectividad y la superficie de las ANP (ρ Spearman = 0.063, $P = 0.60$). Por otro lado, si se excluye a los humedales (sólo en tres ANP predominan éstos), los tipos de vegetación protegidos por un mayor porcentaje de áreas efectivas son los matorrales (70%), seguidos por las selvas húmedas (63%), las selvas secas (60%) y, finalmente, los bosques templados (45%). Las ANP no efectivas predominan en las selvas secas (40%) y en los bosques templados (29%). Las condiciones productivas y la historia de uso de los recursos en las distintas regiones ecológicas del país podrían explicar, en parte, estas diferencias. Además de lograr una adecuada representación de los distintos tipos de vegetación en las ANP, es necesario conseguir que estas áreas sean mayoritariamente efectivas para mantener la vegetación nativa. En este sentido, las ANP en las que predominan los bosques templados y las selvas secas, requieren particular atención.

En cuanto a las categorías de manejo, los resultados confirman que el establecimiento de reservas de la biosfera ha sido una estrategia particularmente acertada para nuestro país, al ser la

categoría de manejo con un mayor porcentaje de áreas efectivas. Las reservas de la biosfera cubren la mayor parte de la superficie protegida del país y su efectividad puede deberse a que han recibido mayor atención y apoyo financiero (CONABIO 1998). Por ejemplo, las ANP que han recibido financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, siglas en inglés) son en su mayoría reservas de la biosfera (CONANP 2004). Esta categoría es la única que explícitamente permite a las comunidades locales realizar actividades productivas compatibles con la conservación (INE 1995, LGEEPA 2000). Esto sugiere la posibilidad de que, en muchas de ellas, el desarrollo y la conservación no sean mutuamente excluyentes, cuestión que a la fecha es altamente debatida (Robinson 1993, Ghimire y Pimbert 1997b, Wilshusen *et al.* 2002, Locke y Dearden 2005).

Los resultados obtenidos sobre la efectividad en función de las categorías de manejo de la UICN reflejan los patrones encontrados para las categorías oficiales mexicanas. En particular, muestran que las ANP incluidas en la categoría VI, la única presente en México que incluye en sus objetivos la provisión de recursos naturales y de servicios para satisfacer las necesidades de las comunidades (IUCN 1994), tienden a ser efectivas en mayor medida que las de otras categorías. En el caso de las reservas de la biosfera se combinan dos categorías: áreas destinadas al manejo sustentable de recursos para el desarrollo de la población local y áreas de conservación estricta (Anexo, Cuadro 3).

Finalmente, la existencia del plan de manejo en las ANP, puede influir en la efectividad. El desarrollo de este instrumento implica, en la mayoría de los casos, la realización de un diagnóstico del estado de conservación, de la dinámica socioeconómica y de las principales amenazas que enfrenta el ANP, así como el diseño de acciones de manejo y conservación. De las ANP que contaban con plan de manejo, 64% fueron efectivas, 27% poco efectivas y 9% no

efectivas; de manera contrastante, entre las que no contaban con este instrumento 49% fueron efectivas, 21% poco efectivas y 30% no efectivas.

2.4.3 Otros factores de la efectividad

La evaluación de la efectividad de las ANP, plantea también la necesidad de abordar sus causas, particularmente los factores socioeconómicos y políticos que son relevantes en los procesos de CUSV y en la conservación. Numerosos factores actúan como causas de CUSV a diferentes escalas espaciales y temporales (Angelsen y Kaimowitz 1999, Lambin *et al.* 2001, Perz 2002). En el caso de las ANP, es necesario desarrollar investigación a escala local, sobre la influencia de la organización social de las comunidades locales (Ghimire y Pimbert 1997b, Agarwal y Gibson 1999) y del desarrollo de instituciones sociales que rijan el acceso y control de los recursos (Bray *et al.* 2003, Tucker 2004), en los procesos de cambio ambiental. También es necesario abordar los procesos de participación social en las decisiones sobre el uso de recursos por parte de las comunidades locales (Pimbert y Pretty 1997), los conflictos entre los actores sociales involucrados en las ANP (Blaikie y Jeanrenaud 1997, Wilshusen *et al.* 2002) y las consecuencias sociales de las estrategias de conservación para las comunidades locales. A pesar de que la importancia de analizar estos factores ha sido ampliamente reconocido en la agenda internacional de la conservación, por parte de instituciones políticas y de organismos internacionales de conservación (IUCN y WWF 1999, IUCN 2004, 2005), la ausencia de esta dimensión en la evaluación de la efectividad es evidente (pero véase Lü *et al.* 2003, Murray 2005).

En el caso particular de México, la conservación de la cobertura vegetal también puede estar influida por el desarrollo de estrategias de manejo sustentable de recursos, como la cafecultura orgánica o el manejo forestal sustentable, tanto dentro como fuera de las ANP. Por ejemplo, cerca de 8,000 ejidos y comunidades agrarias poseen 80% de los bosques remanentes

(Bray *et al.* 2005); muchas de ellas funcionan como empresas forestales comunitarias, con buenos resultados tanto en términos económicos como ambientales (Bray 1991, Asbjornsen y Ashton 2002, Velázquez *et al.* 2003, Merino-Pérez y Bray 2004, Antinori y Bray 2005). Cabe preguntarse en qué medida, muchas de las ANP que fueron catalogadas como efectivas en este trabajo, lo son debido a la cultura y las prácticas productivas de las comunidades locales, más que a la presencia del ANP, así como en qué medida la instauración de las ANP ha incentivado o erosionado dichas prácticas. Finalmente, una evaluación integral de la efectividad de las ANP debería incluir también el costo social de la conservación para las comunidades locales, si se pretende que las ANP constituyan herramientas de conservación socialmente justas y viables (Ghimire y Pimbert 1997a). La escala de análisis de este estudio no permite la inclusión de estos factores cruciales.

2.4.4 El método de análisis

En este estudio, como en otros que evalúan la efectividad de las ANP (Bruner *et al.* 2001, Liu *et al.* 2001, Nepstad *et al.* 2006), la comparación entre la tasa de CUSV presente en las ANP y en áreas circundantes a ellas es un parámetro importante. Mas (2005) critica esta metodología, pues en 60% de las ANP en México encontró diferencias significativas entre éstas y áreas circundantes de 10km de ancho, en cuanto al potencial productivo de los suelos, las pendientes y la distancia a carreteras y a asentamientos humanos. Estas diferencias están relacionadas con la existencia de condiciones menos adecuadas para las actividades agropecuarias en las ANP, que fuera de ellas. Pressey *et al.* (2002) reportó un patrón similar para las ANP de Nueva Gales del Sur, Australia, en lo referente a las condiciones para la explotación forestal. En ambos trabajos se sostiene que este patrón obedece a que las ANP generalmente han sido decretadas en zonas de menor importancia económica. De acuerdo con Mas (2005), la comparación directa entre los procesos

de CUSV en ANP y áreas circundantes puede sobreestimar la efectividad de las ANP, pues las diferencias pueden obedecer a una menor viabilidad de las actividades económicas en ellas.

La diferencia en las condiciones ambientales entre el interior y el exterior de las ANP puede traducirse en que la dinámica de los procesos de CUSV sea contrastante, sin embargo, no debe subestimarse la importancia económica de las ANP y, por lo tanto, las posibilidades de transformación en ellas. En México, la mayoría de las ANP se decretaron en tierras de propiedad social, las cuales en pocos casos fueron expropiadas. La subsistencia de muchos ejidos y comunidades agrarias depende directamente de estas tierras (en el año 2000 había 4,485 localidades y 1,404,516 habitantes en el interior de ellas; CONANP 2003). Aunque en las ANP mexicanas exista una reducida viabilidad para la producción agrícola (Brandon *et al.* 2005), las comunidades rurales en México han transformado el paisaje incluso bajo condiciones ambientales inadecuadas, en tierras con fuertes pendientes y baja fertilidad del suelo (Challenger 1998). Las ANP, además de tener una enorme importancia para la subsistencia de las comunidades locales, en la forma de tierras para actividades agropecuarias, madera, leña, plantas medicinales o productos no maderables, también son muy importantes para actores sociales no-locales, a través de la extracción ilegal de madera, el ecoturismo, los recursos mineros y farmacéuticos potenciales (INE 1995). Probablemente debido a lo anterior, en casi la mitad de las ANP analizadas en este trabajo, los procesos de cambio fueron más importantes, que en sus áreas circundantes.

Otra limitante derivada del uso de áreas circundantes para evaluar la efectividad es que las ANP imponen límites a la población local en cuanto al acceso a los recursos, lo que puede incrementar la presión en las áreas circundantes y dar como resultado una tasa de CUSV mayor en el área circundante que en el ANP (Bhagwat *et al.* 2001). Así, el patrón observado estaría siendo inducido por la presencia del ANP. En este estudio, las limitaciones derivadas de comparar los procesos de las ANP y sus áreas circundantes han sido reducidas, al menos

parcialmente, al incluir otros parámetros en el índice de efectividad, como el porcentaje de superficie transformada y la tasa de cambio en las ANP.

Los resultados de este estudio dependen en buena medida de la tasa de CUSV presente en el contexto geográfico específico de cada ANP, lo que impide comparaciones directas (ANP con distintas tasas de cambio pueden encontrarse en la misma categoría de efectividad). Debido a que las tasas de CUSV son sumamente heterogéneas a nivel nacional, la comparación directa de las tasas entre las ANP llevaría a una evaluación distorsionada de éstas. Para tener un panorama más completo de las diferencias entre las ANP dentro de una misma categoría de efectividad, los resultados pueden ser matizados para ilustrar qué ANP se encuentran en regiones con mayores presiones de cambio, al separarlas en función de su tamaño y de la tasa de cambio presente en sus respectivos estados de la república y áreas circundantes, con base en el promedio de los valores, en cada uno de los casos (Cuadro 1). Se puede observar así, por ejemplo, que entre las áreas efectivas, Sierra de Manantlán se encuentra en un contexto de alta presión de cambio, mientras que Maderas del Carmen y el Cañón de Santa Elena, se encuentran en contextos de menor presión. También resalta el hecho de que existe un sesgo importante en las ANP en cuanto a su tamaño; la mayoría de ellas son de tamaño menor a la media, mientras que sólo unas cuantas la rebasan; éstas últimas son de grandes dimensiones, casi todas efectivas y ubicadas en contextos de baja presión de cambio.

Por otro lado, este trabajo utiliza los procesos de CUSV como un indicador del mantenimiento de la integridad ecológica. Aunque el CUSV puede tener un gran impacto en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, esta aproximación implica suponer que hay una relación directa entre ambos, dejando de lado otros procesos. La escala espacial y la naturaleza del estudio excluye la posibilidad de evaluar otros indicadores de la integridad, como los atributos locales de los ecosistemas (*i.e.* la presencia de poblaciones viables de especies con

funciones ecológicas clave, o que son vulnerables frente a perturbaciones, así como la variación de parámetros ambientales, como la calidad del agua o de los suelos). La escala del análisis también excluye la posibilidad de evaluar otros procesos que pueden comprometer la integridad, como la cacería furtiva o la invasión de especies exóticas. Por ejemplo, un área efectiva desde la perspectiva de este estudio podría estar enfrentando el “síndrome del bosque vacío”, es decir, haber sufrido procesos de defaunación (Brandon *et al.* 1998). Es necesario evaluar el desempeño de las ANP a partir de distintos criterios, por lo que sería deseable la integración de los resultados de este estudio, con la información disponible sobre procesos de cambio locales en cada ANP, así como generar esta información para las ANP en las que se carece de ella.

La superficie transformada fue estimada con base en las cartas de uso del suelo y vegetación, escala 1:250,000, que para la escala espacial de este análisis constituyen las fuentes oficiales de información más confiables y recientes disponibles (INEGI 1993, 2005). Los datos de ambos mapas son comparables y a partir de ellos se pueden derivar estimaciones de CUSV, pues fueron elaborados a partir de la misma base metodológica: imágenes de satélite Landsat, verificaciones de campo y los mismos criterios de clasificación de la vegetación. Sin embargo, su comparación directa no está libre de error, ya que la interpretación de las imágenes, realizada por distintos individuos, puede llevar a la delimitación y clasificación errónea de polígonos. No se sabe si, a la fecha, existe alguna evaluación del error asociado a las tasas de CUSV derivadas de la comparación de estas dos fuentes oficiales. Aun con estas limitaciones, éstas son las mejores fuentes de información disponibles para estimar el CUSV reciente a esta escala de trabajo.

Cuadro 1. Clasificación de las áreas naturales protegidas por su tamaño y la magnitud de la tasa de cambio en el uso del suelo y la vegetación de sus estados y áreas circundantes de ubicación. El tamaño y las tasas de cambio se separaron en altas y bajas con base en el promedio.

		AC ¹ con alta tasa de CUSV ²	AC con baja tasa de CUSV	
ANP pequeñas	Estado con alta tasa de CUSV	ANP ³ > AC	Cañón del Sumidero (NE ⁴) Cofre de Perote (NE) Lagunas de Chacahua (NE)	Cañón del Río Blanco (NE) Cascada de Agua Azul (PE ⁵) Cumbres de Monterrey (PE) El Jabalí (NE) El Triunfo (PE) La Sepultura (NE) Lacan-Tun (PE) Lagunas de Montebello (PE) Pantanos de Centla (PE)
		ANP < AC	Cerro de la Silla (E ⁶) El Veladero (E) Pico de Orizaba (E) Sierra de Manantlán (E)	Bonampak (E) Chan-Kin (E) Grutas de Cacahuamilpa (E) La Encrucijada (E) Nevado de Colima (E) Palenque (PE) Yaxchilán (E)
	Estado con baja tasa de CUSV	ANP > AC		Campo Verde (PE) Cascada de Bassaseachic (PE) Constitución de 1857 (NE) Cuatrociénegas (PE) Cuenca Hidr. del Río Necaxa (NE) Desierto de los Leones (PE) El Tepozteco (NE) Insur. Miguel Hidalgo y Costilla (PE) La Michilía (E) ⁷ Malinche o Metlalcuéyatl (NE) Sierra de Álvarez (PE) Sierra de Quila (PE) Sierra de San Pedro Mártir (PE) Sierra La Mojonera (E ⁸)
		ANP < AC	Bonsencheve (NE) Chamela-Cuixmala (E) C. Bio. Chichinautzin (Fr. I) (NE) El Cimatarío (E) Gogorrón (NE) Papigochic (NE) Pico de Tancítaro (E) Sierra de Álamos-R. Cuchujaqui (NE) Sierra La Laguna (E) Yum Balam (E)	Cañón de Santa Elena (E) C. Bio. Chichinautzin (Fr. II) (E) Cumbres de Majalca (E) El Chico (E) El Potosí (E) Insur. José María Morelos (E) Iztaccíhuatl – Popocatepetl (E) La Primavera (E) Lagunas de Zempoala (E) Maderas del Carmen (E) Mariposa Monarca (E) Nevado de Toluca (E) Sierra del Abra Tanchipa (E) Uaymil (E)

Cuadro 1. Continuación...

			AC ¹ con alta tasa de CUSV ²	AC con baja tasa de CUSV
ANP grandes	Estado con alta tasa de CUSV	ANP > AC		
		ANP < AC	Calakmul (E) Montes Azules (E)	
	Estado con baja tasa de CUSV	ANP > AC		El Vizcaíno (PE) Sierra Gorda (NE)
		ANP < AC		El Pinacate y Gran Desierto de Altar (E) Sian Ka'an (E) Tutaca (E) Valle de los Cirios (E)

1. AC: área circundante, 2. CUSV: cambio en el uso del suelo y la vegetación, 3. ANP: área natural protegida, 4. NE: no efectiva, 5. PE: poco efectiva, 6. E: efectiva.

El uso de la dinámica de las superficies transformadas como indicador de CUSV elimina en los resultados la influencia de los errores derivados de la clasificación errónea de polígonos de vegetación primaria y secundaria en los mapas originales. No obstante, al no excluir del análisis a la vegetación primaria y secundaria, y a las superficies desprovistas de vegetación se tiene la desventaja de no cuantificar procesos de degradación y recuperación de la vegetación primaria, hacia o desde vegetación secundaria, ni aquéllos en los que la superficie transformada pasa a ser vegetación secundaria; además, parte de las superficies desprovistas de vegetación derivan de procesos de CUSV y su dinámica tampoco fue evaluada. La escala de las fuentes de información utilizadas aquí impide la generación de datos confiables sobre estos cambios. Este tipo de evaluación requeriría del uso de fuentes de información a una escala más detallada, elaboradas con una mayor resolución y con un esfuerzo importante de validación en campo.

A pesar de estas limitaciones, los resultados obtenidos en este trabajo constituyen un diagnóstico preliminar y sólido de la efectividad de las ANP en México para prevenir procesos de CUSV y constituyen la primera evaluación sistemática y cuantitativa del desempeño del sistema de ANP en el mantenimiento de la integridad ecológica, e identifican las ANP que requieren

atención prioritaria. Este trabajo responde a la necesidad que se ha planteado de evaluar la efectividad de las medidas de conservación, con base en evidencias objetivas (Pullin y Knight 2001). El enfoque utilizado en este estudio puede ser aplicado a otras regiones y países, y puesto que la disponibilidad de mapas de uso de suelo y vegetación es cada vez mayor, se pueden realizar estudios comparativos.

La construcción de estrategias para alcanzar una mayor efectividad en el sistema de ANP en México requiere de la generación de información. Entre las cuestiones que es necesario abordar se encuentra la incorporación de distintos criterios, tanto biológicos como socioeconómicos, en los sistemas de evaluación; por otro lado, también es importante comparar los logros, desde distintas perspectivas, de diferentes estrategias de conservación y desarrollo sustentable, así como analizar cuáles son las condiciones en las que se han gestado los sistemas más adecuados y exitosos. Es fundamental abordar las causas de la efectividad, como la influencia de distintas estrategias de manejo y el financiamiento en los resultados obtenidos y los factores socioeconómicos y políticos que operan a distintas escalas espaciales y temporales, particularmente, la relación entre distintos actores sociales involucrados en las ANP y de éstos con los recursos presentes en ellas, la dinámica socioambiental en las comunidades locales y las relaciones entre éstas y las ANP, la percepción social sobre la conservación y los procesos de participación en la toma de decisiones en estas áreas.

CAPÍTULO 3. El contexto socioeconómico y los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en las reservas de la biosfera en México

3.1 Introducción

Las reservas de la biosfera (RB) surgieron de una iniciativa de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), como parte de su programa El Hombre y la Biosfera (*Man and Biosphere*). Esta iniciativa intenta responder a los crecientes problemas socio-ambientales que enfrentan los esquemas de conservación estricta en los países en desarrollo (Batise 1997) y se propone la integración de la conservación y las actividades económicas de las comunidades que viven en y alrededor de las reservas.

México cuenta con 37 RB, que constituyen la mayor proporción del área protegida a nivel federal (CONANP 2007). Estas áreas se distinguen de otras áreas protegidas porque incluyen entre sus objetivos: (1) incorporar a las poblaciones e instituciones locales en las acciones de conservación; (2) incorporar la problemática socioeconómica regional a los trabajos de investigación y desarrollo de la reserva; y (3) brindar a la reserva una independencia administrativa (INE 1995). Para cumplir con los objetivos de conservación y permitir el desarrollo de actividades económicas a las comunidades locales, las RB están divididas en zonas núcleo, en las que sólo se realizan acciones de manejo e investigación, y zonas de amortiguamiento, en las que se permite a las comunidades locales el uso y manejo sustentable de recursos naturales (INE 1995). La conservación en México es una tarea de una altísima complejidad, en la que las RB, comparadas con esquemas más restrictivos, constituyen estrategias atractivas de conservación, sobre todo por tratarse de zonas habitadas por numerosas comunidades.

El desarrollo de estudios sobre los factores que influyen en la capacidad de las áreas naturales protegidas (ANP) para cumplir con sus objetivos de conservación aún es incipiente. Si bien hay descripciones de los procesos de deterioro más importantes en ANP particulares y sobre algunas de sus causas, existen pocos estudios que analicen cuantitativamente los factores de cambio ambiental en las ANP. Estos estudios se han desarrollado con base en distintos métodos, criterios de evaluación y concepciones sobre la conservación. Por esta razón, para tener un panorama general sobre la efectividad y los procesos de cambio en las ANP, se requiere aún de enormes esfuerzos de investigación y de integración de la información existente.

Existen evidencias de la importancia que han tenido algunos factores institucionales como causa de efectividad de las ANP, como el financiamiento que reciben, el personal que opera en ellas, la impunidad que existe para los delitos ambientales, la delimitación de las ANP y su antigüedad, así como la compensación brindada a las comunidades locales (Bruner *et al.* 2001, Rao 2002). También se ha encontrado que, tanto en las ANP como en otras estrategias de conservación, ha sido importante la participación social en la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos y la posibilidad de utilizarlos, el tipo de manejo en las ANP y la dinámica demográfica (Brooks *et al.* 2006, Hayes 2006, Nagendra *et al.* 2006, Nepstad 2006).

Aunque existen pocos estudios sobre las causas de la efectividad de las ANP, a la fecha existe abundante literatura sobre las causas de los procesos de deforestación y CUSV. Estos estudios constituyen un marco a partir del cual se pueden explorar las causas de la capacidad de las ANP para prevenir estos procesos, los cuales se ven influidos por un gran número de factores, entre los cuales destacan los factores socioeconómicos (Geist y Lambin 2002, Perz 2002, Benhin 2006).

3.1.1 Los factores de cambio en el uso del suelo y la vegetación

El estudio de las causas de los procesos de CUSV aborda un sistema complejo, lo que se refleja en la variedad de enfoques y metodologías utilizados, y en la dificultad que ha existido para construir marcos teóricos generales. Sin embargo, hay algunos avances en este sentido a través de meta-análisis y recopilaciones de estudios (Angelsen y Kaimowitz 1999, Barbier y Burgess 2001, Geist y Lambin 2002, Carr 2004, Carr *et al.* 2005). En este trabajo se analizan factores incluidos en el marco elaborado por Geist y Lambin (2002; Fig. 5), que se incluyen en los demográficos y los relativos a la infraestructura y la expansión agrícola. De acuerdo con esta propuesta, los factores subyacentes influyen en la relación entre los factores inmediatos y los procesos de CUSV. Se analizaron dos factores que no consideran estos autores: la marginación y la presencia de población indígena.

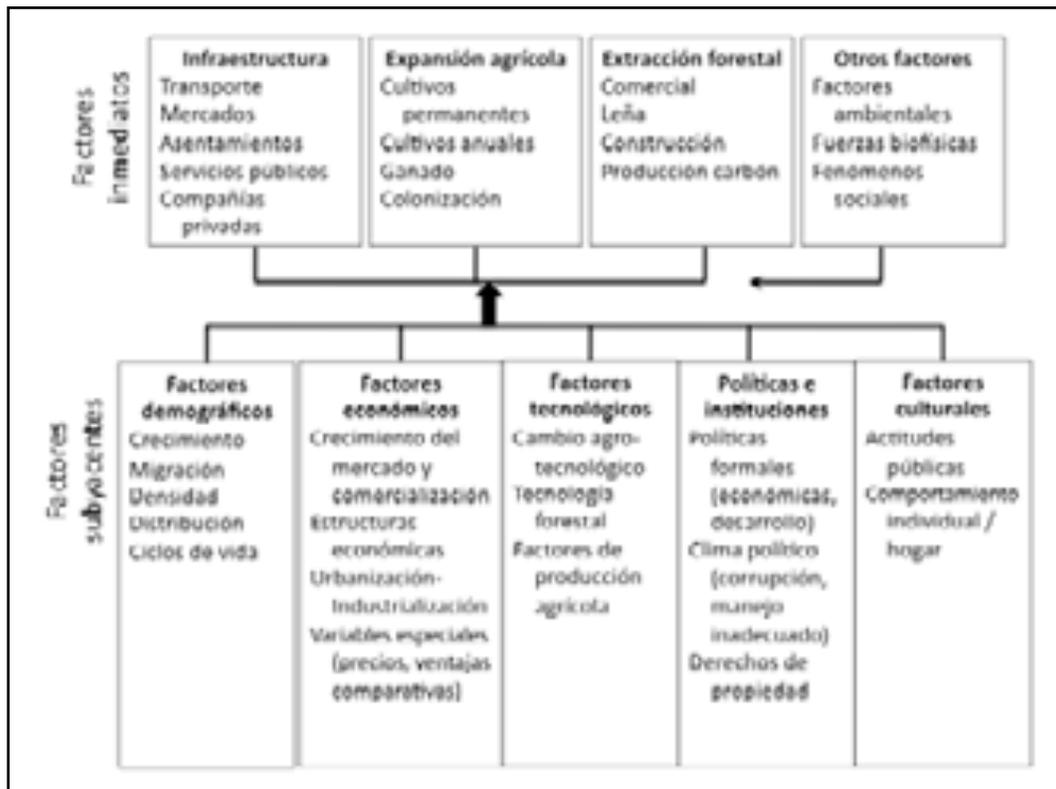


Figura 5. Factores regionales inmediatos y subyacentes que inciden en los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación. Reelaborado a partir de Geist y Lambin (2002).

3.1.2 Factores sociodemográficos

Los factores demográficos han recibido particular atención, pero las evidencias disponibles son contradictorias y muestran que su influencia en los procesos de deforestación y CUSV depende de la escala de estudio; incluso en algunos casos su relación con el deterioro está mediada por otros factores, constituyendo un factor indirecto (Pearce 1990, Angelsen y Kaimowitz 1999, Lambin *et al.* 2001, Figueroa 2002, Geist y Lambin 2002).

El tamaño poblacional influye en la demanda de recursos naturales, cuando la población depende directamente de ellos para su subsistencia, aunque este impacto depende de los patrones de consumo, de las formas de producción y de la vinculación de la producción con el mercado. Por ejemplo, la disponibilidad de trabajo asalariado reduce la presión sobre las tierras y puede provocar una reducción de las tasas de CUSV (Carr *et al.* 2005).

En muchos países, las ANP son polos de atracción de migración, pues se trata de áreas con disponibilidad de recursos y con derechos de propiedad poco definidos. Debido a esto, la inmigración es considerado como uno de los riesgos más importantes para estas áreas (de Sherbinin y Freudemberger 1998), pues provoca incrementos acelerados de población, que se pueden traducir en cambios ambientales abruptos, a diferencia del crecimiento natural que es más lento y constante (Carr 2004; Carr *et al.* 2005).

En cuanto a la distribución de la población, en México se presentan dos fenómenos simultáneos: la dispersión en pequeñas localidades y la concentración en ciudades medias y grandes. Ambos procesos tienen impactos distintos sobre el paisaje. En regiones con alta dispersión, la población actúa sobre la vegetación remanente cubriendo una mayor superficie; las comunidades dispersas suelen caracterizarse por condiciones de alta marginación socioeconómica, lo que influye en los patrones de uso de recursos y de consumo (Carr *et al.* 2005) y, por lo tanto, en los procesos de CUSV. La concentración de la población en ciudades,

por su parte puede hacer más eficiente el uso del espacio y en las localidades más grandes, una alta proporción de la población no depende directamente de la explotación de los recursos naturales para vivir, sino del trabajo asalariado. Sin embargo, el consumo *per capita* en las ciudades es mucho más elevado, así que su población tiene un mayor impacto en grandes extensiones fuera de ellas, al ser focos de demanda intensiva de recursos (Lambin *et al.* 2001, Carr *et al.* 2005). La migración a las ciudades y los procesos de urbanización pueden incrementar los procesos de CUSV en un contexto geográfico más amplio.

Las evidencias sobre la influencia de la pobreza y la marginación socioeconómica en los procesos de CUSV son contradictorias (Barbier 1997, Angelsen y Kaimowitz 1999, Barbier y Burgess 2001, Benhin 2006). Se ha presupuesto que la pobreza no es una causa directa de CUSV, sino que en conjunción con la presión poblacional o ciertas políticas públicas puede generar patrones no sustentables de uso de recursos (Pearce 1990). No obstante, los procesos de CUSV también dependen de patrones de consumo no sustentables, característicos de la población no empobrecida (Lambin *et al.* 2001); es decir, también la riqueza se vincula con estos procesos.

En México hay una gran diversidad biológica y cultural, y ambas coinciden geográficamente en varias regiones (Toledo *et al.* 2002). Muchos grupos campesinos e indígenas dependen directamente de los recursos naturales en el medio rural y han desarrollado una multitud de tecnologías productivas, muchas de las cuales han resultado ser formas adecuadas de manejo de recursos para su propio contexto geográfico y cultural (Gómez-Pompa y Kaus 1992, Leff 2004, Tucker 2004), lo que incide en la magnitud de los procesos de CUSV (Nepstad *et al.* 2006). En muchos de estos casos, las formas de organización social y diversos aspectos culturales han facilitado la formación de instituciones comunitarias de regulación del uso de los recursos (Agarwal y Gibson 1999, Wright y Leighton 2002, Bray *et al.* 2003, Merino-Pérez 2003, Tucker 2004), que han permitido el manejo sustentable de recursos. Incluso, la erosión o debilitamiento

de estas instituciones comunitarias constituyen un factor de deterioro (Merino-Pérez 2003, Merino-Pérez y Hernández-Apolinar 2004).

No obstante, muchas de las áreas con mayor proporción de población indígena, también son zonas de alta marginación socioeconómica, en algunos casos altamente pobladas. Estas condiciones, junto con otros factores, como la introducción de cambios tecnológicos, la emigración, la influencia del mercado externo y ciertas políticas públicas pueden modificar las formas de producción campesina. Se han descrito distintos escenarios de manejo de recursos en diversos grupos indígenas, lo que sugiere que la identidad étnica por sí misma no implica un manejo de recursos adecuado. Sin embargo, existe poca información sobre la relación entre la presencia de población indígena y los procesos de cambio (McSweeney 2005) y es importante conocer si, en conjunto, ésta constituye un factor que influya en algún sentido.

3.1.3 Factores agroproductivos

Hay evidencias de que las principales causas de la deforestación y del CUSV son las actividades agropecuarias (Barbier y Burgess 2001) y de que la expansión agrícola constituye la causa más importante de CUSV en los países tropicales (Barbier y Burgess 2001, Benhin 2006); así, los factores asociados a dicha actividad económica resultan de particular importancia. Las motivaciones para desmontar un área dependen, en buena medida, de las oportunidades económicas de los campesinos, las cuales son determinadas por las políticas económicas y sectoriales nacionales e internacionales (Lambin *et al.* 2001). Entre los factores más relevantes que influyen en la apertura de tierras están la tecnología y los procesos de intensificación agrícola, la vinculación con el mercado y los precios de los productos en éste, así como el acceso a créditos y las subsidios a ciertas actividades (Barbier y Burgess 2001, Mäki *et al.* 2001, Lambin *et al.* 2003, Benhin 2006). Cualquier política que haga más rentable la agricultura comercial o la

ganadería frente a otros usos del suelo, como el forestal, inducirán la pérdida de cobertura vegetal original (Barbier y Burgess 2001, Lambin *et al.* 2001, Benhin 2006).

En México, la mayor parte de la superficie agrícola es de temporal, con condiciones inadecuadas para la producción. En muchas de estas zonas los rendimientos se han reducido a lo largo del tiempo y la producción resulta insuficiente (Carabias *et al.* 1994). En estas condiciones, es factible que los campesinos expandan sus zonas de cultivo o abandonen las que ya no son suficientemente productivas, para buscar otras (Bilsborrow y Okoth-Ogendo 1992), lo que constituye un factor de expansión agrícola. El abandono de tierras para su regeneración y uso posterior ha sido una estrategia adecuada ambientalmente en varios contextos; no obstante, la reducción de rendimientos y el incremento de la población han reducido los tiempos de barbecho, lo que ha llevado en muchos casos a un deterioro sustancial de los suelos. Este escenario se agrava cuando una parte sustancial de la población depende de las actividades agropecuarias (Bilsborrow y Okoth-Ogendo 1992, Geist y Lambin 2002).

La vinculación de los productores con el mercado tiene una influencia importante en los procesos de CUSV. Una mayor vinculación hace que los procesos de CUSV dependan más de la demanda de productos en otros sitios y de los precios, y menos de la población y del consumo locales (Barbier y Burgess 2001, Lambin *et al.* 2001). En muchas ocasiones, esto incrementa la magnitud de los procesos de CUSV. No obstante, la vinculación con el mercado también puede tener el efecto opuesto al incrementar la disponibilidad de trabajo asalariado para los productores agrícolas, lo que reduce la presión sobre la tierra (Carr *et al.* 2005).

Finalmente, la ganadería extensiva constituye un factor central de los procesos de deforestación y CUSV en México (Challenger 1998). Esta actividad ha sido responsable de una buena parte de la deforestación en nuestro país y en el resto de América Latina desde la década

de 1970 (Toledo 1991); su desarrollo fue incentivado y subsidiado por políticas gubernamentales, con financiamiento de organismos multilaterales (Challenger 1998).

En este capítulo se analizan únicamente las reservas de la biosfera, pues comparten una misma base legal, la cual permite el manejo sustentable de recursos a las comunidades locales. Aunque los resultados del Capítulo 2 sugieren que se trata de la categoría de manejo con una mayor proporción de áreas efectivas para contener el CUSV, casi la mitad de ellas son áreas poco efectivas y no efectivas. Por ello, es necesario analizar con mayor detalle los factores asociados a la efectividad y a los procesos de CUSV en las ANP.

Los objetivos de este trabajo fueron (1) realizar un diagnóstico descriptivo de algunas condiciones sociodemográficas y agroproductivas prevalecientes en los municipios en los que se ubican las reservas de la biosfera en México y (2) evaluar cuantitativamente la relación que existe entre tales condiciones y los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en las reservas de la biosfera en México. Debido a la complejidad del sistema que se aborda, no se pretende encontrar relaciones causales directas y unívocas, ni abordar la totalidad de factores potenciales de cambio. Más bien, se delimitan conjuntos de condiciones socioeconómicas que constituyen el contexto de las RB con procesos de CUSV de distinta magnitud.

3.2 Métodos

En este trabajo, se incluyeron las 17 RB seleccionadas en la fase anterior (Fig. 6), las cuales comprenden una gran variedad de condiciones ambientales y tipos de vegetación (Anexo, Cuadro 4). Los procesos de CUSV se evaluaron a través de cuatro indicadores: (a) el porcentaje de superficie transformada en las RB en 2002, (b) el cambio neto que sufrió esta superficie entre 1993 y 2002, (c) su tasa de cambio entre 1993 y 2002 y (d) la diferencia entre la tasa de cambio de cada RB y su respectiva ecorregión, entre 1993 y 2002. En esta ocasión, se eligieron las

ecorregiones como marco de comparación, pues los procesos de CUSV dependen fuertemente de las características ambientales, muchas de las cuales se comparten con la ecorregión correspondiente.

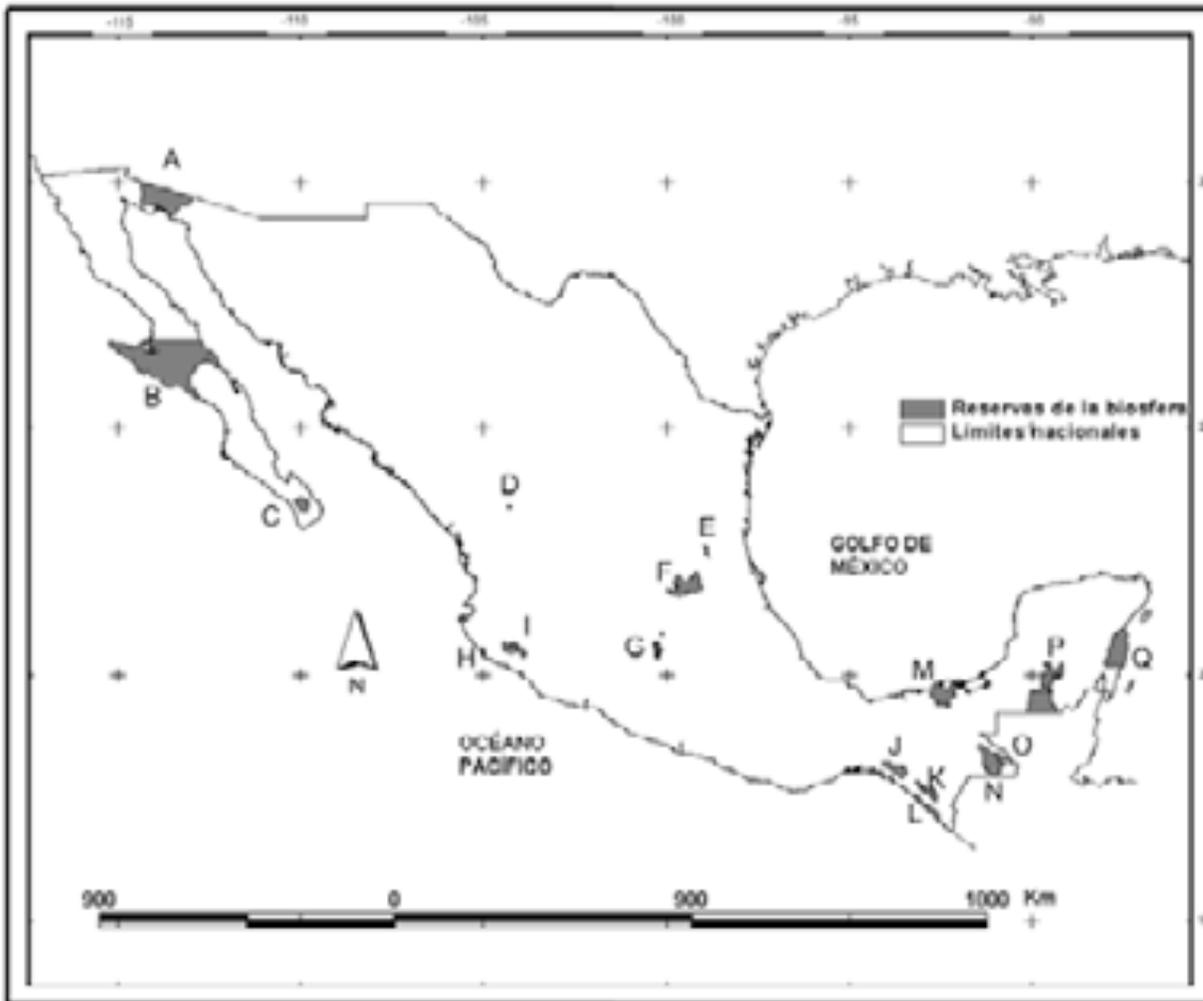


Figura 6. Reservas de la biosfera de México seleccionadas para este estudio. A. El Pinacate y Gran Desierto de Altar; B. El Vizcaíno; C. Sierra La Laguna; D. La Michilía; E. Sierra del Abra Tanchipa; F. Sierra Gorda; G. Mariposa Monarca; H. Chamela-Cuixmala; I. Sierra de Manantlán; J. La Sepultura; K. El Triunfo; L. La Encrucijada; M. Pantanos de Centla; N. Montes Azules; O. Lacan-Tun; P. Calakmul; Q. Sian Ka'an.

Con base en el mapa de Ecorregiones de Norteamérica (INEGI *et al.* 2007) y los mapas de uso de suelo y vegetación correspondientes a 1993 y 2002, escala 1:250,000, del Instituto Nacional

de Estadística, Geografía e Informática (INEGI 1993, 2005), se obtuvo la superficie transformada en las ecorregiones en las que se ubican las RB, en una plataforma de SIG (ArcView, v. 3.1). También Se estimó la tasa de cambio con el mismo método usado en el Capítulo 2.

En las comparaciones entre las RB y las ecorregiones, cuando 70% o más de la superficie de una RB estaba ocupada por una sola ecorregión, se tomó ésta como marco de comparación; cuando varias ecorregiones ocupaban menores porcentajes de la RB, se obtuvo una tasa de cambio ponderada, con el porcentaje de la superficie ocupada por cada una como valor de ponderación. Las ecorregiones que ocupaban menos de 10% de la superficie de una RB no fueron consideradas en el análisis.

A partir del Mapa de Áreas Naturales Protegidas Federales de México (CONANP, 2003) y del Mapa de Límites Municipales (INEGI 2001a), se generó el mapa de municipios correspondientes a las RB seleccionadas en una plataforma de SIG (ArcView, 3.1). Para estos municipios se obtuvo y sistematizó la información sobre los factores socioeconómicos incluidos en el análisis. La selección de los factores socioeconómicos dependió fuertemente de la disponibilidad de información sistematizada a escala municipal. Los factores sociodemográficos analizados fueron el tamaño y la densidad poblacional, la dispersión y concentración de la población, la inmigración, la población indígena y la marginación. Los factores agroproductivos incluyeron la dependencia de la población de las actividades agropecuarias, la vinculación con el mercado, la vulnerabilidad de la producción y la ganaderización. Para cada uno de ellos se seleccionaron indicadores correspondientes a las fechas más cercanas a 1993 y 2002 (Cuadro 2). A partir de los datos a escala municipal, se obtuvieron los valores combinados de los municipios correspondientes a las 17 RB. Se analizaron los datos de 1990 y, para las variables en las que se dispuso de información, la tasa de cambio durante la década de 1990 (Cuadro 2).

Se construyeron indicadores para los casos de la presión ganadera y la vinculación con el mercado. Se estimó la presión ganadera mediante el cociente del índice de agostadero promedio para los tipos de vegetación predominantes en los municipios de las RB (COTECOCA – SARH 1988) y el número de hectáreas por cabeza existentes en ellos en 1991. Cuando este indicador tiene valores > 1 , significa que existe una mayor población ganadera que la máxima prevista según los índices de agostadero, es decir, hay alta presión ganadera. La vinculación con el mercado se estimó a través de la densidad de vías de comunicación como la suma ponderada de la densidad de caminos y carreteras (km/ha) en los municipios de las RB. Esta información se obtuvo en una plataforma de SIG con base en el mapa de carreteras de México (INEGI 2000). La ponderación se realizó de acuerdo con el número de carriles y la naturaleza de la vía (terracería / pavimentada), bajo el supuesto de que las vías pavimentadas y con un mayor número de carriles tienen un mayor impacto socioeconómico y ambiental.

Se hizo una descripción general de las características predominantes en las reservas durante el periodo de análisis, así como una prueba de correlación de Spearman entre todas las variables usando el programa SPSS (v. 13.0); el nivel de significancia en estas pruebas se modificó mediante la corrección de Bonferroni (Abdi 2007). Se realizó un análisis canónico de correspondencia (CCA) en el programa MVSP para Windows (Multivariate Statistical Package, v. 3.13p), con los factores sociodemográficos y agroproductivos como variables independientes (correspondientes a las *variables ambientales* en este tipo de análisis) y los indicadores de CUSV (porcentaje de superficie transformada en 2002, tasa de cambio en la superficie transformada (1993-2002) y la diferencia entre la tasa de cambio de la RB y la ecorregión), como variables dependientes. De las variables fuertemente correlacionadas entre sí, se eligió una, que se retuvo en el análisis, excluyendo a las demás, para evitar multicolinealidad. No obstante, las variables excluidas fueron consideradas en la interpretación de los resultados.

Cuadro 2. Factores e indicadores sociodemográficos y agroproductivos incluidos en el análisis de causas de efectividad. El posible efecto de los factores en los procesos de cambio se explican y sustentan en el texto.

Factor	Indicador	Efecto	Fuente
Sociodemográficos			
○ Población total	Tamaño poblacional	En ambos casos puede	(INEGI 1991,
○ Densidad poblacional	No. Habitantes / km ²	inducir CUSV;	2001b)
○ Dispersión poblacional	% de población que habita en localidades < 5,000 habitantes	Induce CUSV, evidencia contradictoria	
○ Concentración poblacional	% de la población que habita en localidades > 20,000 habitantes	Induce CUSV, evidencia contradictoria	
○ Inmigración	% de la población que inmigró durante los últimos cinco años	Induce CUSV	
○ Población indígena	% de la población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	Indeterminado	
○ Marginación	Índice de Marginación Municipal	Induce CUSV; evidencia contradictoria	(CONAPO 1991, 2001)
Agroproductivas			
○ Dependencia de la tierra	% de la PEA dedicada a las actividades agropecuarias	Induce CUSV	(INEGI 1991, 2001b)
○ Vinculación con el mercado ¹	Índice de densidad vías de comunicación: suma ponderada de km / ha, según tipo de vía	Induce CUSV	(INEGI 2000)
○ Vulnerabilidad de la producción ²	% de superficie dedicada a la agricultura de temporal	Induce CUSV	(INEGI 1994)
○ Presión ganadera	Cociente de índice de agostadero y densidad municipal	Induce CUSV	(COTECOCA-SARH 1988, INEGI 1994)

1. Datos disponibles sólo para 2000. 2. Datos disponibles sólo para 1991.

Las variables dependientes presentaban datos negativos, por lo que se reescalaron mediante la adición de una constante, de manera que todos fuesen positivos y se mantuviera la estructura de correlaciones entre ellos; esto se corroboró con un nuevo análisis de correlación de Spearman con los datos re-escalados. A partir de los resultados del CCA se detectaron conjuntos de factores que han tenido mayor incidencia en los procesos de CUSV y en la capacidad de las RB analizadas para contener este proceso.

3.3 Resultados

3.3.1 Los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en las reservas de la biosfera

En general, las RB analizadas se encontraban en buen estado de conservación; en 60% de ellas, menos de 5% de la superficie estaba transformada en 2002 (Fig. 7a), mientras que en el 40% restante, estos porcentajes fueron de entre 12 y 30%. Algunas RB sufrieron tasas de cambio relativamente altas entre 1993 y 2002, pero no necesariamente las reservas más transformadas tuvieron las tasas de CUSV mayores. Por ejemplo, en Calakmul y en Montes Azules, el porcentaje de superficie transformada era relativamente bajo, pero las tasas de cambio registradas entre 1993 y 2002 estaban entre las más altas; por su parte, en las dos reservas con mayor porcentaje de superficie transformada (Mariposa Monarca y La Encrucijada), ésta se redujo (Fig. 7a,b).

Las tasas de CUSV más altas se observaron en La Sepultura, Montes Azules, Sierra Gorda y Sierra de Manantlán, mientras que en La Encrucijada, El Triunfo, Mariposa Monarca y El Pinacate y Gran Desierto de Altar, éstas fueron negativas. En La Michilía no se observó superficie transformada en 2002, ni cambios durante el periodo de análisis. Las reservas en las que se transformó una mayor superficie neta fueron Calakmul y El Vizcaíno (> 5,000 ha), Sierra Gorda (> 4,000 ha) y Montes Azules (> 3,900 ha; Fig. 7c).

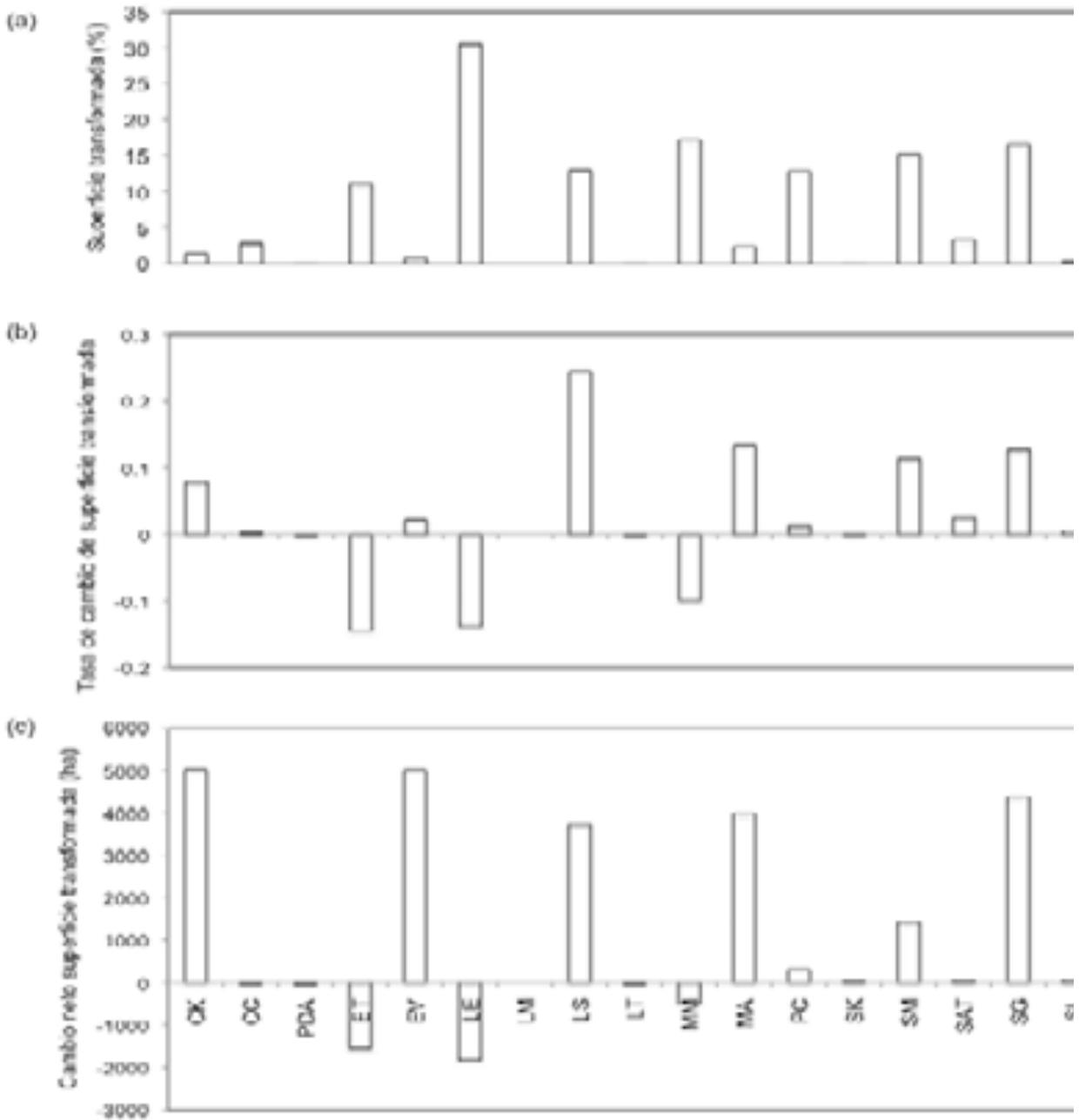


Figura 7. Superficie transformada en 17 reservas de la biosfera; (a) porcentaje en 2002, (b) tasa de cambio (1993-2002) y (c) cambio neto (1993-2002). CK: Calakmul, CC: Chamela-Cuixmala, PDA: El Pinacate, ET: El Triunfo, EV: El Vizcaíno, LE: La Encrucijada, LM: La Michilía, LS: La Sepultura, LT: Lacan-Tun, MM: Mariposa Monarca, MA: Montes Azules, PC: Pantanos de Centla, SK: Sian Ka'an, SAT: Sierra del Abra Tanchipa, SG: Sierra Gorda, SL: Sierra La Laguna.

La mayoría de las RB tuvieron una tasa de CUSV menor que la de su respectiva ecorregión (76%), entre estas áreas destacan Chamela-Cuixmala, Lacan Tun, Sierra del Abra Tanchipa y Pantanos de Centla (Fig. 8). Las tres áreas restantes (18%; La Sepultura, Sierra Gorda y Sierra de Manantlán) mostraron una tasa de cambio mayor que la de su ecorregión. El Vizcaíno no mostró ninguna diferencia con respecto a su ecorregión. Estos datos matizan los resultados sobre las tasas de cambio en las reservas de la biosfera, en función del papel que éstas juegan en la conservación de la vegetación, en sus respectivos contextos geográficos.

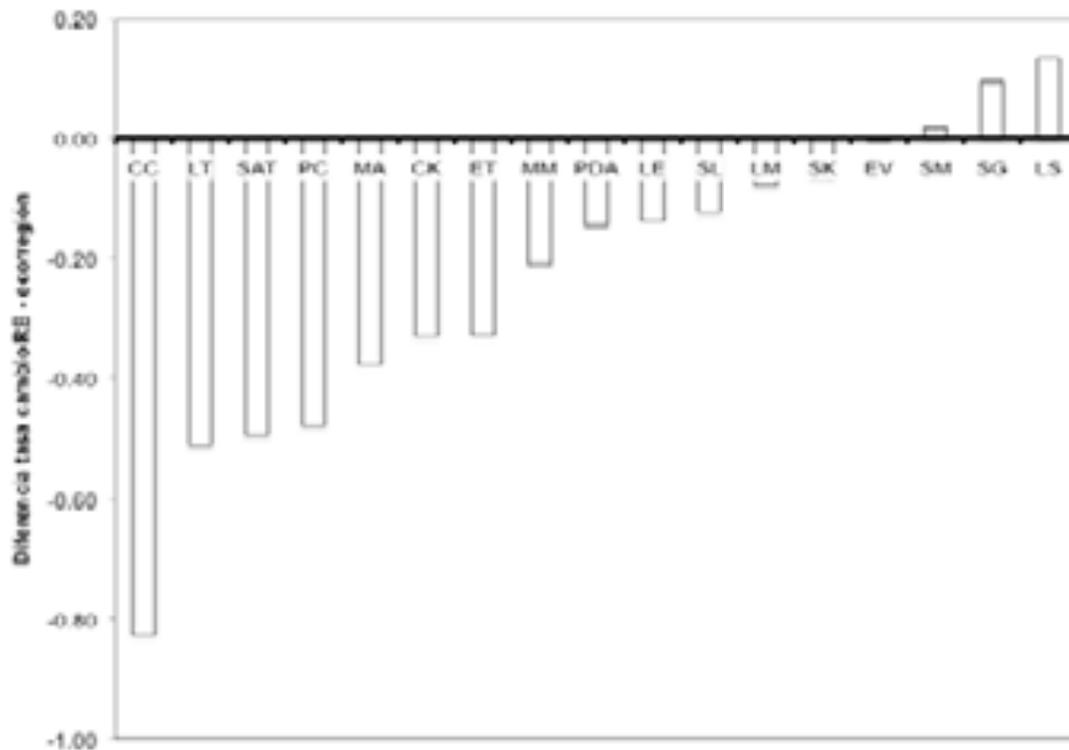


Figura 8. Diferencia entre la tasa de cambio de la superficie transformada en 17 reservas de la biosfera y en sus correspondientes ecorregiones. El significado de los acrónimos de las reservas se encuentra en la Figura 7.

A partir de los indicadores de CUSV se pueden delinear cuatro grupos de RB. Por un lado, aquéllas poco o nada transformadas en 2002, con procesos de CUSV reducidos durante el periodo de estudio (Chamela-Cuixmala, El Pinacate y Gran Desierto de Altar, El Triunfo, La Michilía, Lacan Tun, Pantanos de Centla, Sian Ka'an). Por otro lado, las RB de gran tamaño, poco transformadas en 2000, con una tasa de CUSV baja, pero que tuvieron con un crecimiento neto importante en las superficies transformadas (Calakmul, El Vizcaíno y Montes Azules Sierra del Abra Tanchipa y Sierra la Laguna). Por su parte, las RB con un alto porcentaje de superficie transformada, pero en las que ésta se redujo (La Encrucijada y Mariposa Monarca). Finalmente, las tres RB restantes presentan circunstancias distintas cada una. Sierra de Manantlán tenía cerca de 15% de su superficie transformada, una tasa de CUSV relativamente baja, pero ligeramente mayor que su respectiva ecorregión. La Sepultura presentó un porcentaje de superficie transformada similar al de Sierra de Manantlán, pero con un incremento neto y una tasa de CUSV muy altos, ésta última mucho mayor que la de su ecorregión. Finalmente, Sierra Gorda se encontraba en el peor escenario, con el porcentaje de superficie transformada, el incremento neto y la tasa de CUSV muy altos, esta última mucho mayor que la de su ecorregión. Se encontró una correlación significativa y positiva entre el cambio neto en la superficie transformada y la tasa de cambio (Fig. 9a).

3.3.2 El contexto socioeconómico de las reservas de la biosfera

La presión poblacional en las RB era relativamente baja en 1990, con una densidad promedio de 18 habitantes/km², si se elimina el dato extremo de Mariposa Monarca; con excepción de esta última, cuya densidad superaba 130 habitantes/km², en todas las RB había menor densidad que en el país en su conjunto (50 habitantes/km²). Sin embargo, la densidad y el porcentaje de superficie transformada están correlacionados positivamente (Fig. 9b). En la mayoría de las RB, el

crecimiento poblacional en la década de 1990 fue inferior a 20%, salvo en Lacan Tun, Mariposa Monarca, Pantanos de Centla, El Pinacate, Sierra la Laguna y Sian Ka'an, donde fue mayor.

La inmigración, en 1990, no constituía un factor importante de crecimiento poblacional en la mayoría de las RB. Los inmigrantes constituían menos de 10% de la población, excepto en Sian Ka'an, Sierra La Laguna y La Encrucijada. En diez RB, el porcentaje de inmigrantes se redujo hacia el año 2000, aunque en otras, como Sierra de la Laguna y Sian Ka'an, se incrementó notablemente (58 y 165%, respectivamente). El incremento en la migración ocurrió principalmente en las RB menos marginadas y con menor dependencia de las actividades agropecuarias. Hay una correlación negativa entre la tasa de cambio de la inmigración y el porcentaje de la PEA dedicada a actividades agropecuarias, así como una correlación positiva entre este último parámetro, la proporción de superficie de temporal y la marginación (Fig. 9c, e, f).

En las RB predomina una alta dispersión de la población; en promedio, el porcentaje de la población que vivía en localidades pequeñas (66%), era mayor que el del país en su conjunto (31%). Como contraparte, la concentración en ciudades medias y grandes (10.6% de la población) era, en promedio, mucho menor que la del país en conjunto (60%). Como cabría esperar, la dispersión poblacional se encuentra correlacionada positivamente con la marginación socioeconómica (Fig. 9d). En las RB, la marginación era mayor que en el país en su conjunto: la mayoría de las localidades en ellas estaban catalogadas como de alta y muy alta marginación en 1990 y, en 12 RB el porcentaje era superior al nacional, que era de 74% (Fig. 10a).

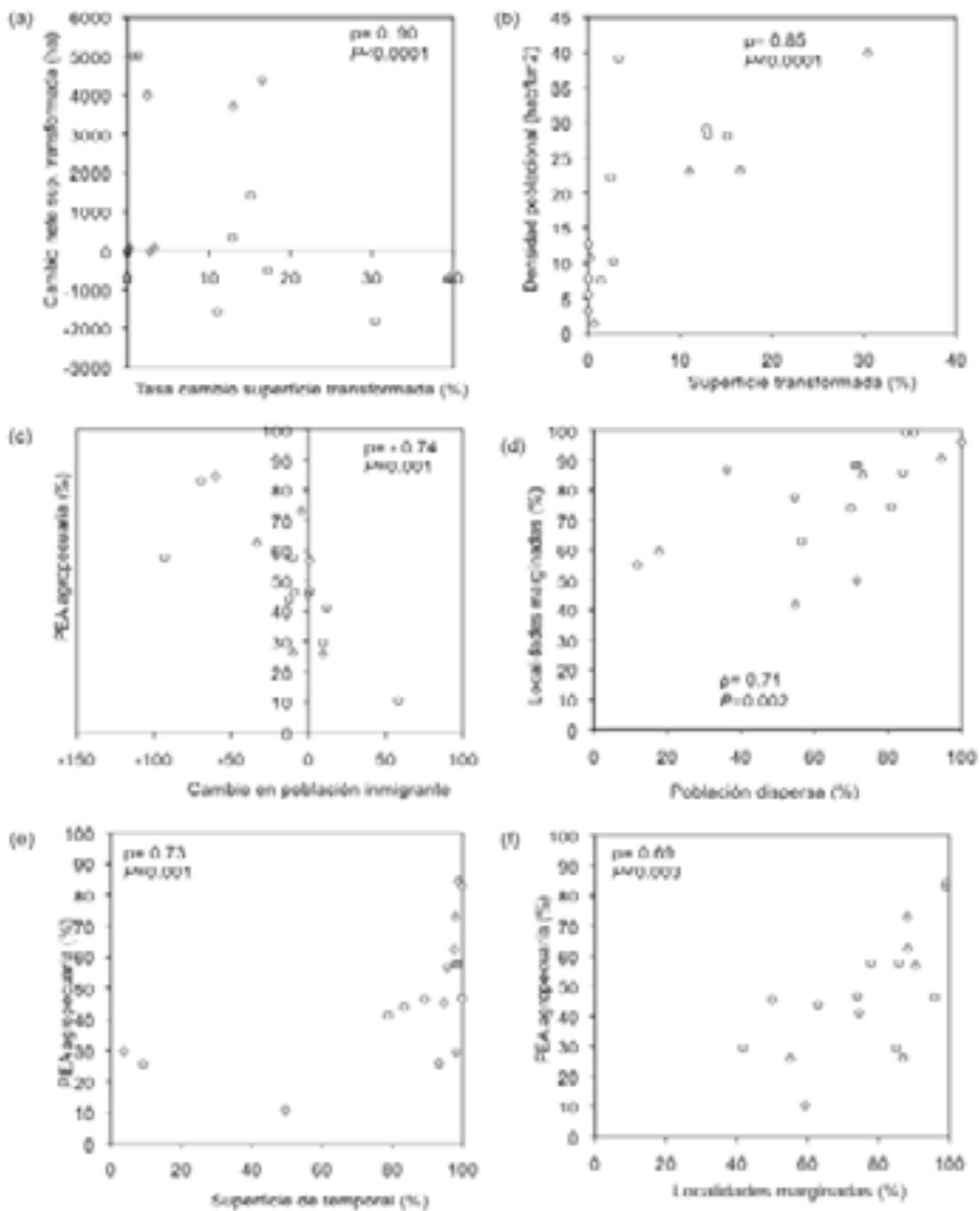


Figura 9. Relación entre (a) la tasa de cambio y el cambio neto en las superficies transformadas, (b) la densidad poblacional y la superficie transformada (%), (c) la tasa de cambio de la población inmigrante y la PEA agropecuaria (%), (d) la dispersión poblacional y las localidades marginadas (%), (e) la superficie de temporal (%) y la PEA agropecuaria (%) y (f) las localidades marginadas y la PEA agropecuaria (%) en 17 reservas de la biosfera. Se muestran los valores de correlación de Spearman.

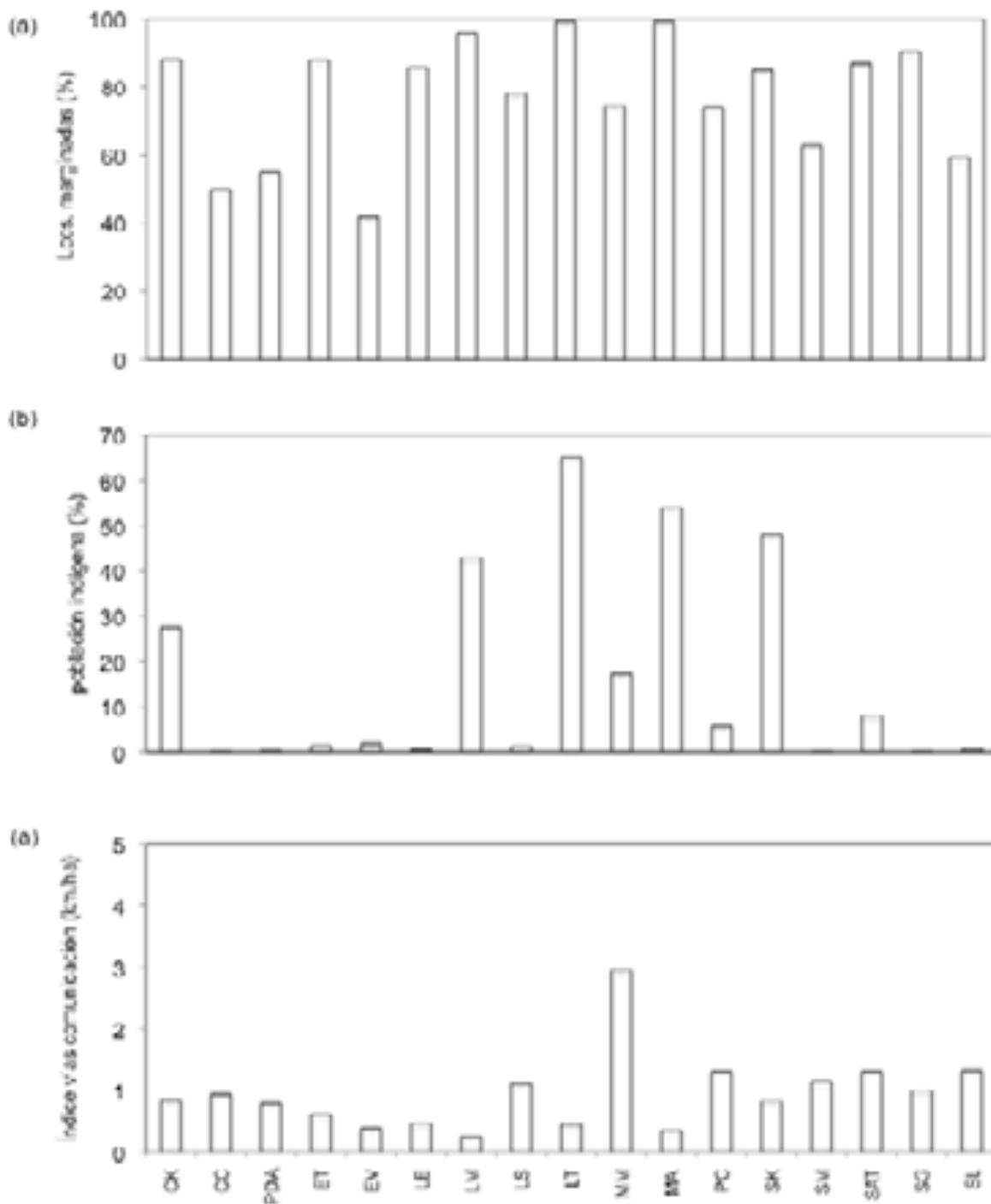


Figura 10. (a) Porcentaje de localidades con alta y muy alta marginación, (b) porcentaje de población indígena y (c) índice de vías de comunicación en 17 reservas de la biosfera. El significado de los acrónimos aparece en la Figura 7 (pág. 50).

En siete RB, el porcentaje de población indígena era mayor que el porcentaje nacional (Lacan Tun, Montes Azules, Sian Ka'an, La Michilía, Calakmul, Mariposa Monarca y Sierra del Abra Tanchipa). En varias RB con alto porcentaje de población indígena existe una alta marginación (Montes Azules, Lacan Tun y Sian Ka'an), pero otras RB con alta marginación están habitadas principalmente por población mestiza, como Sierra Gorda (Fig. 10a, b).

En la mayor parte de las RB, la agricultura se practicaba en condiciones de alta vulnerabilidad, pues el porcentaje de superficie cultivada que era de temporal superaba 80% (Fig. 11a). Por otro lado, en estas RB existía una dependencia particularmente alta hacia las actividades agropecuarias, que en prácticamente todos los casos superaba el valor nacional (11b). La dependencia hacia estas actividades se correlaciona positivamente con el porcentaje de superficie de temporal y con la marginación (Fig. 9f).

En prácticamente todas las RB había una presión ganadera alta. Los valores más altos del coeficiente ganadero se registraron en Mariposa Monarca, Sierra la Laguna, Pantanos de Centla y Sierra del Abra Tanchipa (Fig. 11c). Además, en todas ellas había una densidad muy baja de carreteras de cuatro carriles y predominaban los caminos de terracería y las carreteras de dos carriles, por lo que estaban relativamente aisladas y poco vinculadas al mercado. En algunas el aislamiento era mayor, sobre todo las del sur y sureste del país.

A partir de los análisis de correlación se detectaron reservas con dos perfiles distintos. Por un lado, están las RB con mayores tamaño, crecimiento y densidad poblacional, cuya población estaba menos dispersa y más concentrada en localidades grandes, con menor grado de marginación y que recibían mayor inmigración, presentaban menores porcentajes de población indígena, pero mayor crecimiento en esta población. En ellas había una menor dependencia de las actividades agropecuarias, menor superficie de temporal, mayor densidad de carreteras y mayor presión ganadera. Las RB de este tipo, que podrían denominarse como “más

desarrolladas” tenían mayores porcentajes de superficie transformada en 2002. Por otro lado, las reservas con características opuestas o “menos desarrolladas”, tenían una proporción de superficie transformada menor en 2002.

En el análisis canónico de correspondencia se excluyó el porcentaje de localidades marginadas y de superficie de temporal, y se retuvo el porcentaje de la PEA dedicada a actividades agropecuarias, variable con la que las primeras dos están correlacionadas significativamente. También se excluyó la tasa de cambio en la superficie transformada, fuertemente correlacionada con el cambio neto en dicha superficie, el cual fue retenido en el análisis.

El conjunto de factores socioeconómicos analizados explicó 86.9% de la varianza en los indicadores de CUSV. El eje 1 explicó la mayor varianza (63.4%) y los factores más fuertemente correlacionados con este eje fueron la densidad poblacional (positivamente) y el porcentaje de población indígena en 1990 (negativamente; Tabla 2). Por su parte, el eje 2 explicó 23.4% de la varianza y los factores que mostraron mayor correlación (negativa) con éste fueron el crecimiento poblacional y el crecimiento en el porcentaje de población inmigrante.

En el caso del eje 1, la densidad poblacional se correlacionó positivamente con el tamaño y la densidad de carreteras y el coeficiente ganadero (Fig. 12) y, negativamente, con el porcentaje de población indígena. En el caso del eje 2, hubo una correlación positiva con el porcentaje de la PEA agropecuaria y negativa con el crecimiento poblacional, el crecimiento de la población indígena y la concentración poblacional (Fig. 12).

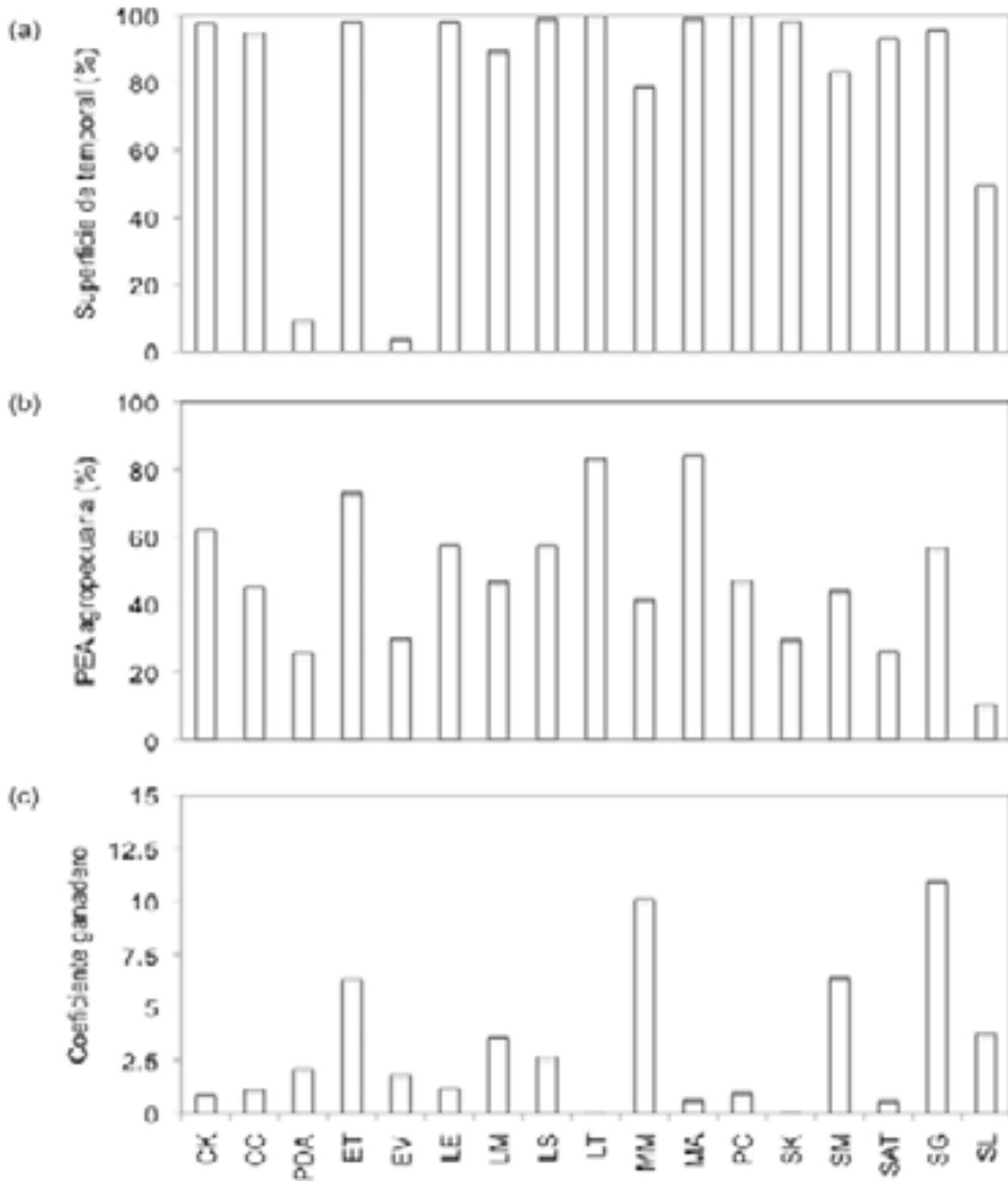


Figura 11. (a) Porcentaje de superficie de temporal, (b) porcentaje de la población económicamente activa (PEA) dedicada a las actividades agropecuarias y (c) coeficiente ganadero en 17 reservas de la biosfera. El significado de los acrónimos se indica en la Figura 7 (pág. 50).

Tabla 2. Varianza explicada y coeficientes de correlación (*intraset*) derivados de los análisis canónicos de correspondencia entre factores socioeconómicos y los parámetros de cambio en el uso del suelo y la vegetación para 17 reservas de la biosfera. Se resaltan los coeficientes mayores que 0.5.

Factor	Eje 1	Eje 2
Varianza explicada	63.4%	23.4%
Coeficientes de correlación		
Tamaño poblacional (hab)	0.380	0.136
Crecimiento poblacional (%)	-0.008	-0.594
Densidad poblacional (hab / km ²)	0.598	0.166
Población dispersa (%)	0.203	0.365
Población concentrada (%)	0.028	-0.34
Inmigración (%)	0.276	-0.195
Crecimiento de la inmigración (%)	-0.244	-0.523
Crecimiento de la población indígena (%)	0.012	-0.481
Población indígena (%)	-0.451	-0.113
PEA dedicada a las actividades agropecuarias (%)	0.046	0.516
Índice de presión ganadera	0.341	0.002
Índice de densidad de carreteras	0.356	0.081

La distribución de los indicadores de CUSV en la ordenación indica la correlación que éstos tienen con los ejes y con las variables analizadas (Fig. 13). El porcentaje de superficie transformada en 2002 estuvo definido por los valores positivos del eje 1 y, en menor medida, del eje 2; así, el conjunto de variables que tuvo mayor peso en la presencia de porcentajes altos de superficie transformada fueron la densidad poblacional, de vías de comunicación, el coeficiente

ganadero y, en menor medida, la dispersión poblacional y la PEA agropecuaria. En esta parte de la ordenación se ubicaron las reservas con mayor porcentaje de superficie transformada, como La Encrucijada y Mariposa Monarca (Fig. 13).

El cambio neto en la superficie transformada, estuvo asociado con valores negativos en el eje 1 y, en menor medida con los positivos en el eje 2. Está, por lo tanto, influido por situaciones en las que hay un elevado porcentaje de población indígena, un porcentaje alto de PEA agropecuaria, mayor marginación y superficie de temporal. En esta parte de la ordenación se ubicaron reservas como Calakmul, Montes Azules y El Vizcaíno, en las que se incrementó considerablemente la superficie transformada entre 1993 y 2002.

Finalmente, la diferencia entre la tasa de cambio en las reservas y las ecorregiones (que toma mayores valores cuando la tasa de cambio dentro de la reserva es mayor que en la ecorregión) estuvo asociada con valores negativos del eje 2 (Fig. 13), es decir, con factores como el crecimiento poblacional, el crecimiento de la población indígena y la población concentrada. Sin embargo, las reservas que tuvieron mayores tasas de cambio que sus ecorregiones estuvieron ubicadas en el centro del espacio de ordenación, posiblemente porque también presentan altos porcentajes de superficie transformada y de cambio neto en dicha superficie.

Varias de las reservas poco transformadas y sin cambios importantes en la superficie transformada (Chamela-Cuixmala, El Pinacate y Gran Desierto de Altar, El Triunfo, La Michilía, Lacan-Tun, Pantanos de Centla y Sian Ka'an) se ubicaron en distintas áreas de la ordenación; no obstante, estas RB comparten rasgos como alta marginación, dependencia hacia las actividades agropecuarias, vulnerabilidad productiva y, con la excepción de El Triunfo, una presión ganadera relativamente menor (Fig. 12). Estos resultados muestran la enorme complejidad de combinaciones posibles entre factores sociodemográficos, ligados a los contextos variados de cada una de las reservas, así como los procesos de CUSV resultantes dentro de cada contexto.

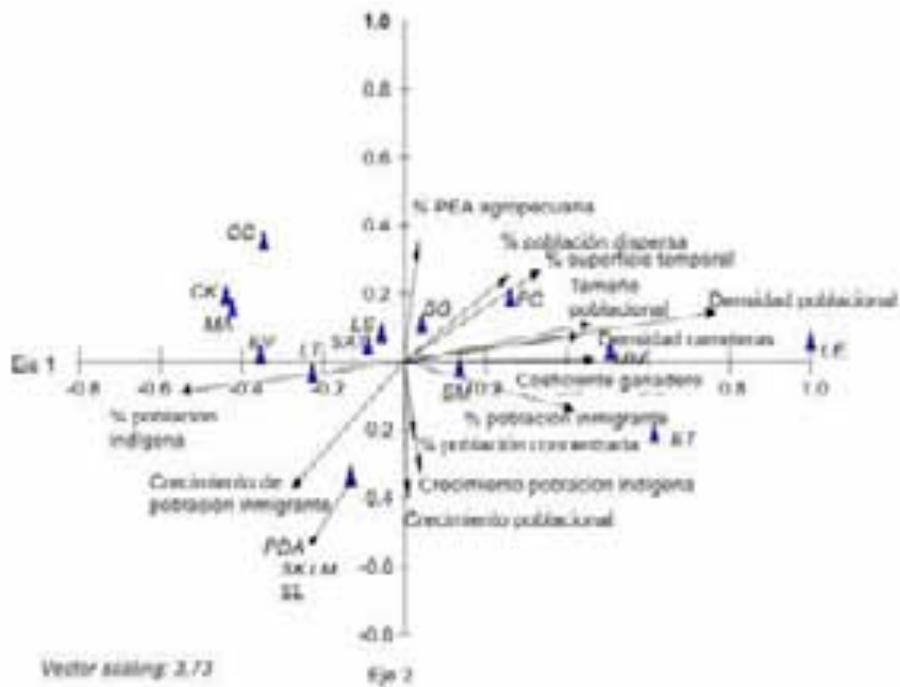


Figura 12. Ordenación del análisis canónico de correspondencia. Los triángulos representan las 17 reservas de la biosfera. El significado de los acrónimos se indica en la Figura 7 (pág. 50).

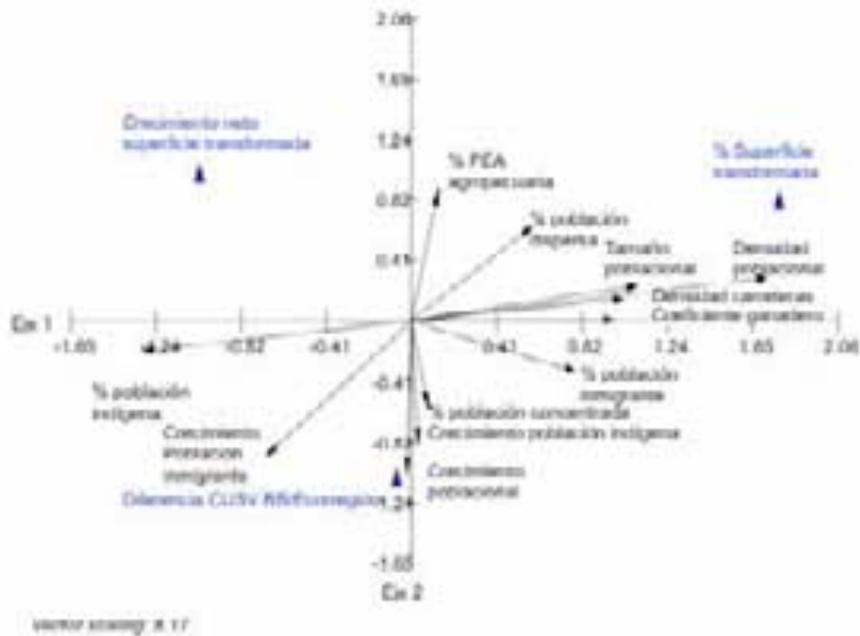


Figura 13. Ordenación del análisis canónico de correspondencia. Los triángulos representan los indicadores de cambio en el uso del suelo y la vegetación.

3.4 Discusión

3.4.1 La dinámica de cambio en el uso del suelo y la vegetación, y el contexto socioeconómico en las reservas de la biosfera

La mayor parte de las RB analizadas se encontraban en buenas condiciones de conservación, con una proporción muy reducida de superficie transformada, así como bajas tasas de CUSV. No obstante, algunas reservas se encuentran en una situación de alta presión de cambio, como La Sepultura, Sierra Gorda, Calakmul, El Vizcaíno y Montes Azules. Los datos para estas áreas sugieren que en ellas se están reduciendo de manera importante las posibilidades de conservación. En consecuencia, resulta urgente analizar con detalle los procesos socioeconómicos y políticos locales en estas RB.

Cada RB tiene una historia y una realidad socioeconómica y política distinta. Sin embargo, a escala nacional comparten ciertos rasgos. En términos sociodemográficos, las RB se caracterizan por tener una baja presión poblacional, aunque con una alta dispersión de la población en el territorio, lo que es característico de zonas rurales marginadas. La proporción de comunidades marginadas es mayor que en el resto del país, lo que ya había sido documentado por Nadal (2003) a escala municipal para 25 áreas protegidas mexicanas. Salvo pocas excepciones, las RB no constituyen polos de atracción poblacional e, incluso, la inmigración ha tendido a reducirse entre 1991 y 2001. En países como Benin, Camerún, India, Nepal y Tanzania, las reservas constituyen polos de atracción de población por la disponibilidad de recursos y la ambigüedad en los derechos de propiedad (de Sherbinin y Freudemberger 1998, Mwampufe 1998), pero no ocurre así con la mayoría de las RB en México. Esto puede deberse a que muchas zonas rurales empobrecidas del país, sobre todo durante las últimas décadas, se han convertido en expulsoras de población y éste puede ser el caso de muchas RB analizadas. De hecho, las RB que

atraen más población en México son las más “desarrolladas” (menos aisladas y marginadas, y más urbanizadas), donde probablemente hay una mayor oferta de empleo remunerado.

La presencia de una alta proporción de población indígena no es una regla general en las RB; hay una enorme variación en la proporción de esta población. No obstante, en varias RB el porcentaje es particularmente alto, como algunos autores habían documentado (Toledo *et al.* 2002). Es importante aclarar que los datos analizados aquí subestiman el porcentaje de población indígena real, pues se basan únicamente en los rasgos idiomáticos sin incorporar otros aspectos culturales (INEGI 1991).

En cuanto a las condiciones agroproductivas, la población de las reservas depende fuertemente de las actividades agropecuarias, las cuales se realizan fundamentalmente en tierras de temporal, en condiciones inadecuadas para la producción (Brandon *et al.* 2005). En general hay una vinculación con el mercado reducida mediante caminos y carreteras, lo que es congruente con lo reportado por Mas (2005) para las ANP de México. La confluencia entre la alta dependencia hacia las actividades agropecuarias, las condiciones inadecuadas de producción y la elevada presión ganadera pueden traducirse en una alta presión sobre la vegetación natural, a pesar de la baja densidad poblacional.

3.4.2 La influencia del contexto socioeconómico en los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en las reservas de la biosfera

Los factores analizados tuvieron un mayor peso para explicar la variación en el porcentaje de superficie transformada en 2002, que es producto de procesos de CUSV históricos, pues representa su efecto acumulado a lo largo del tiempo. En cambio, estos mismos factores tienen poca capacidad para explicar la variación en el proceso la transformación ocurrida entre 1993 y 2002. Esto puede deberse a dos factores: (1) que el CUSV durante la década de 1990 obedezca a

factores que no fueron incorporados en este análisis, como las políticas públicas o los conflictos por el uso de recursos dentro de las reservas, o (2) que no se haya detectado esta influencia debido a la falta de variación en algunos factores analizados, como ocurre con la marginación. En este sentido, incorporar al análisis reservas que incrementen la variación en las condiciones socioeconómicas podría determinar resultados distintos. Puede concluirse, no obstante, que los factores analizados aquí explican en buena medida el proceso histórico del CUSV.

Las reservas más transformadas presentaban una densidad y tamaño poblacionales relativamente elevados, así como una presión ganadera considerable y mayor vinculación con el mercado a través de vías de comunicación. Se puede deducir que estos factores son parte del escenario de un proceso histórico de transformación de gran magnitud, en el que el proceso de desarrollo que ha incentivado la construcción de infraestructura, la producción dirigida hacia el mercado, la ganaderización y la urbanización, ha tenido fuertes consecuencias en los procesos de CUSV. Estos resultados son congruentes con lo que se esperarí, partiendo de las evidencias sobre la influencia que tiene el tamaño poblacional, la ganaderización y el incremento de la demanda de recursos derivado de la vinculación con el mercado (Toledo 1991, Lambin *et al.* 2001, Carr *et al.* 2005), así como de los patrones de desarrollo rural inadecuados (Harvey *et al.* 2008).

Un crecimiento neto alto y a corto plazo en la superficie transformada se presentó en varias RB en las que la población dependía fuertemente de las actividades agropecuarias, en las que la agricultura se daba en condiciones de alta vulnerabilidad, donde la población tenía un componente indígena importante y se encontraba altamente marginada; en estas RB la densidad demográfica, la vinculación con el mercado y la presión ganadera eran menores. No obstante, otras RB con rasgos similares no sufrieron cambios importantes durante el periodo de análisis. Por esta razón, las variables analizadas aquí son incapaces de explicar la variación en los procesos de CUSV durante el periodo de 1993 a 2002; en cambio, son capaces de discriminar

entre las RB poco y muy transformadas, que sí tienen características muy distintas entre sí, a través de las cuales se definieron aquí como “más desarrolladas” y “menos desarrolladas”.

Posiblemente las RB “menos desarrolladas” que mostraron diferencias importantes en cuanto a los procesos de CUSV, también difieren en cuanto a condiciones (históricas, políticas, sociales) que no fueron analizadas aquí y que podrían explicar las diferencias en las tasas de cambio. Por ejemplo, las áreas poco transformadas presentaban porcentajes de población indígena altos, así como tasas de cambio muy variable. Aunque muchas comunidades indígenas mantienen formas de producción y organización que permiten un manejo adecuado de recursos (Gómez-Pompa y Kaus 1992, Bray *et al.* 2003, Merino-Pérez y Hernández-Apolinar 2004, Tucker 2004) y existen experiencias exitosas de manejo sustentable de recursos en comunidades indígenas (Alarcón-Chaires 2006), es posible que en las RB con altas tasas de cambio se hayan agravado factores económicos, políticos o sociales, que impidan que estas formas de organización y producción se mantengan o que sigan siendo efectivas (CONAPO 2000, Hurley 2007, Ochoa-Gaona *et al.* 2007). De igual forma, la marginación y la dependencia hacia las actividades agropecuarias, por sí mismas no constituyen factores de cambio, aunque bajo ciertas condiciones, se presentan valores altos en estas variables en escenarios de una tasa de cambio elevada.

A la luz de estos resultados, es evidente que el desarrollo de las comunidades que están enclavadas en las RB, constituye un reto sumamente complejo. Es inevitable preguntarse ¿cómo lograr el desarrollo, entendido como una mejora en la calidad de vida de la población, en las comunidades rurales asociadas a las reservas con mayor aislamiento y marginación, sin generar procesos de cambio de gran envergadura, como los observados en el caso de las RB “más desarrolladas”? En este sentido, la posibilidad de vincular los objetivos de desarrollo con los de la conservación dependerá del modelo y las políticas de desarrollo en cuestión. En este escenario,

la búsqueda de alternativas de producción y de uso sustentable de recursos, se vuelve fundamental.

Tanto las condiciones socioeconómicas como los procesos de CUSV se relacionan fuertemente con la aplicación de ciertas políticas sectoriales y de desarrollo (Angelsen y Kaimowitz 1999, Geist y Lambin 2002). Desde la finales de la década de 1980 se han dado cambios importantes en las políticas públicas dirigidas al campo, entre las que se encuentran los cambios en el Artículo 27 Constitucional, el retiro paulatino del Estado en el fomento y la regulación, la apertura comercial y el fin del reparto agrario (Calva 1993). Estas modificaciones son parte del proceso de globalización neoliberal, así como parte estructural de la crisis del campo en México y, presumiblemente, han tenido consecuencias ambientales negativas (Barbier 2000). Cabe preguntarse si algunas de las RB más marginadas y vulnerables económicamente presentaron las mayores tasas de cambio durante la década de 1990 debido a estos cambios en las políticas de desarrollo rural. Se requiere investigación sobre el impacto que han tenido estas políticas en la toma de decisiones de los campesinos ubicados en las zonas en las que se están dando los procesos de CUSV más importantes.

En el caso de las RB, la orientación de políticas de desarrollo rural requiere ir en sentido opuesto a las tendencias reforzadas con las políticas neoliberales, que han incentivado la ganaderización, la producción dirigida hacia el mercado nacional e internacional, así como la creación de infraestructura y la urbanización y, en su lugar, crear políticas de desarrollo más congruentes con la conservación (Harvey *et al.* 2008), especialmente para las comunidades vinculadas con las reservas, pero también para el resto del medio rural, si se quiere evitar el escenario de reservas aisladas embebidas en una matriz completamente transformada (Vandermeer y Perfecto 2006). Por ejemplo, existe evidencia de que en la RB de Calakmul, el programa de desarrollo rural PROCAMPO, que incentiva la producción dirigida al mercado, ha

sido un factor de CUSV (Reyes-Hernández *et al.* 2003). En este caso, el flujo de recursos para la producción dirigida al mercado de Chile ha funcionado como un incentivo para abrir más tierras y ha hecho que esta actividad sea más redituable para los campesinos, que las alternativas de producción sustentable que promueven otras instituciones, como organizaciones no gubernamentales.

La compatibilidad de los objetivos de la conservación con los de desarrollo en las reservas dependerá, en buena medida, de los modelos de desarrollo que se impulsen en ellas. La diversificación productiva y la generación de alternativas fuera del sector primario que logren articular cadenas productivas *in situ* pueden ser particularmente relevantes en este contexto, pero se tienen que convertir, a partir de las políticas públicas, en alternativas económicas que compitan eficientemente con las que ahora son más rentables y que inducen procesos de CUSV (Barbier y Burgess 2001).

3.4.3 Otros factores que influyen en los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en las reservas de la biosfera

Entre las variables que pueden ser determinantes en los procesos de CUSV y que no se incluyeron en este estudio, se encuentran las características ambientales del contexto geográfico de las RB, las cuales inciden en las actividades productivas y en la presión poblacional que existe en cada zona (Pressey *et al.* 2002, Mas 2005, Ochoa-Gaona y González-Espinosa 2000). Las condiciones ambientales no sólo influyen en la viabilidad de las actividades productivas, sino también la vulnerabilidad frente a los cambios y la capacidad de regeneración en los ecosistemas. Estos factores pueden ser particularmente importantes para explicar diferencias en las tasas de cambio en el conjunto de RB analizado, pues éste presenta una alta heterogeneidad en condiciones ambientales.

También existen factores locales importantes que influyen en la toma de decisiones de la población, como los conflictos por el uso de recursos entre distintos actores sociales, el costo de las medidas de conservación que tienen que asumir las comunidades locales y la existencia de espacios de participación social (Chapela y Barkin 1995, Ghimire y Pimbert 1997b, Haenn, 2000). También es fundamental el desarrollo y mantenimiento de instituciones locales que permiten un manejo adecuado de recursos, como el que se ha dado en diversas iniciativas comunitarias de manejo forestal (Asbjornsen y Ashton 2002, Velázquez *et al.* 2003, Merino-Pérez y Bray 2004, Antinori y Bray 2005).

Las reservas de la biosfera en México fueron decretadas, al igual que el resto de las ANP, en zonas con derechos de propiedad pre-existentes, en la mayoría de los casos de propiedad social (ejidos y comunidades agrarias). En general, en estos territorios no se llevó a cabo un proceso de expropiación, ni se dieron compensaciones a las comunidades asentadas en ellas; esta práctica ha generado una situación de ambigüedad en los derechos de propiedad de la tierra (INE 1995, Melo 2002), lo que ha generado numerosos conflictos. Además, en algunas RB, los procesos de negociación no han sido adecuados, de manera que muchas comunidades que las habitan se han enterado de que viven dentro de una reserva tiempo después del decreto; así mismo, en algunas áreas la población tiene un conocimiento limitado sobre los objetivos de la RB o desconocen lo que implica vivir en ella (Young 1999, Haenn 2000, Durand 2003, Gerritsen y Wlertsum 2005).

Como parte de los conflictos locales, existen costos sociales que han recaído en las comunidades (Chapela y Barkin 1995, Haenn 2000), los cuales en algunos casos han provocado una percepción social negativa hacia las reservas y la resistencia a los programas de conservación. En muchas RB, tanto instituciones académicas, como organizaciones no gubernamentales y el gobierno federal han trabajado para revertir estas percepciones y generar

alternativas productivas que permitan un manejo sustentable de los recursos en las zonas de amortiguamiento (CONANP 2007). De este modo, la historia particular de relación entre las RB y sus poblaciones locales puede incidir en los procesos de CUSV.

Ahora bien, los procesos de CUSV no sólo dependen de la población local, sino también de actores sociales externos, muchas veces poderosos económica y políticamente (operadores turísticos, taladores clandestinos, productores de estupefacientes, ganaderos). Las acciones de estos actores también son fuente de deterioro y de conflictos. El análisis de todos los factores locales mencionados requiere de la generación de información en cada RB a través de trabajo en campo. De las RB analizadas aquí, pocas cuentan con información publicada en literatura científica que aborde este tipo de factores; entre las pocas excepciones están Calakmul, Mariposa Monarca y Sierra de Manantlán.

Los resultados de este trabajo apuntan a la enorme importancia que tiene el entorno geográfico en los procesos que ocurren dentro de las RB; así, una reserva en buen estado de conservación que se encuentra en un contexto de fuertes presiones de cambio ¿se puede mantener así de manera indefinida? Es muy probable que mientras no se generen estrategias de manejo sustentable de recursos y alternativas económicas que reduzcan la presión de cambio *tanto dentro, como fuera* de las áreas protegidas, la viabilidad de la conservación de la biodiversidad estará en una situación muy incierta. En este sentido, el incremento en la población y las políticas de desarrollo predominantes pueden ser factores clave que operen en contra de la conservación. Incluso si las restricciones al uso de recursos funcionaran, las reservas aisladas en un entorno completamente transformado y sin conectividad se encontrará en mayor riesgo y serán menos capaces de proteger la integridad de los ecosistemas que albergan.

3.4.4 Algunas líneas de investigación sobre la efectividad de las áreas protegidas y sus causas

El campo de estudio sobre la efectividad de las áreas protegidas y sus causas está en sus inicios. En el caso de México, se requiere generar aún una gran cantidad de información sobre diversos aspectos de los procesos de deterioro y sus causas, tanto dentro como fuera de las ANP. En este análisis se generó una caracterización socioeconómica general para un conjunto de RB en México y se detectaron patrones de relación entre los factores analizados que conforman el contexto de las RB y los procesos de CUSV.

La selección de factores analizados y los resultados obtenidos dependen, en parte, de las fuentes de información, que en este caso fueron las fuentes censales. Aunque éstas tienen limitaciones, un trabajo a escala nacional, que constituya un marco general, en el que se inscriba la investigación a escala local, requiere de datos sistematizados para diversas regiones del país y las fuentes censales son la alternativa viable. No obstante, es de particular relevancia generar información sobre los factores que operan a escala local, como los factores que influyen en la toma de decisiones sobre el uso de recursos naturales, las condiciones socioeconómicas y las percepciones y actitudes de los actores sociales vinculados con las áreas protegidas.

A escala regional, es importante incorporar otros elementos de análisis, como la historia de colonización y uso de los recursos de cada región, y la influencia de las políticas públicas sectoriales, sociales y ambientales. Resulta fundamental evaluar el impacto que tienen las transferencias directas de recursos y los incentivos en la toma de decisiones productivas de la población que vive en las RB, así como en qué medida estas políticas fomentan o erosionan las prácticas sustentables de manejo y uso de recursos.

CAPÍTULO 4. Factores sociodemográficos asociados a los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en cinco reservas de la biosfera en México y sus áreas circundantes.

4.1 Introducción

La capacidad de las reservas de la biosfera para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación (CUSV) pueden estar influenciados por numerosas causas, las cuales incluyen las condiciones ambientales (Pressey *et al.* 2002, Mas 2005), la efectividad de su manejo (Bruner *et al.* 2001), el desempeño de proyectos de conservación y desarrollo (Hayes 2006), el desarrollo y mantenimiento de instituciones locales de gestión de los recursos (Agrawal y Gibson 1999, Wright y Leighton 2002, Merino-Pérez 2003, Merino-Pérez y Bray 2005), así como un enorme conjunto de factores demográficos, políticos y económicos (Barbier y Burgess 2001, Lambin *et al.* 2001, Geist y Lambin 2002, Carr 2004).

Los procesos de CUSV se relacionan con características demográficas, como la distribución de la población en pequeñas localidades y el crecimiento de la población (Pichón 1997, Carr 2004, Barbieri *et al.* 2005), así como con la introducción de vías de comunicación (Mäki *et al.* 2001, Messina *et al.* 2006). Muchos de los estudios sobre la influencia de los factores sociodemográficos en los procesos de CUSV se han llevado a cabo en zonas de frontera en regiones tropicales, sobre todo en las selvas de la cuenca del río Amazonas, caracterizadas por la colonización de inmigrantes sin tierras, en condiciones de alta marginación socioeconómica. Es claro que la dinámica demográfica es incapaz de explicar por sí misma los procesos de deterioro, pero no deja de ser un factor que influye notablemente y cuyo efecto es agravado por los sinergismos con otros (Angelsen y Kaimowitz 1999, Geist y Lambin 2002). En particular, en el caso de las ANP, es necesario integrar la información sociodemográfica con los conflictos en

torno al uso de recursos entre distintos actores sociales y la dimensión política de la conservación (Ghimire y Pimbert 1997a, Carey *et al.* 2000, West *et al.* 2006).

4.1.1 El contexto conflictivo del uso de recursos en las ANP: consecuencias sociales de la conservación y procesos de deterioro.

La conservación es un asunto político en tanto que comprende el ejercicio del poder en procesos de toma de decisiones, los cuales derivan en directrices, lineamientos y acciones referentes un asunto público; esto es, se trata de una práctica que compete a la colectividad (Colchester 2000). Este ejercicio de poder puede darse en distintos niveles, desde la construcción de directrices en los convenios internacionales y las políticas públicas del Estado, hasta la toma de decisiones realizada por instituciones comunitarias de gestión los recursos naturales.

En los procesos de creación y manejo de ANP numerosos actores sociales interactúan: la comunidad internacional, organizaciones internacionales de conservación, asistencia y financiamiento al desarrollo, gobiernos nacionales y sus instituciones, organizaciones no gubernamentales nacionales y locales, grupos ligados a intereses comerciales, movimientos sociales y comunidades locales. Todos estos actores poseen percepciones sociales, valores, intereses y base de poder, usualmente contrastantes (Blaikie y Jeanrenaud 1997, Nygreen 2004).

Tradicionalmente las políticas de conservación en las ANP reflejan más las visiones y los intereses de actores sociales particulares, sobre todo de las organizaciones internacionales y nacionales de conservación, en el establecimiento de prioridades, a través de la legislación y de la construcción de políticas (Blaikie y Jeanrenaud 1997). Sin embargo, recientemente las comunidades locales de algunas ANP han logrado influir en los procesos de decisión sobre el manejo de los recursos. Desafortunadamente, en la mayoría de los casos éstas cuentan con una

base de poder reducida, por lo que han tenido poca capacidad para participar e incidir en ellos (Wilshusen *et al.* 2002).

En muchas comunidades existen instituciones de gestión sobre el acceso y uso de los recursos (Agrawal y Gibson 1999, Merino 2003), cuyas decisiones suelen ser legítimas ante las propias comunidades y que regulan el uso de recursos, establecen derechos y obligaciones, facilitan las acciones colectivas, regulan la distribución de beneficios, poseen mecanismos de resolución de conflictos, vigilan el cumplimiento de las reglas y sancionan a los infractores (Ghimire y Pimbert 1997, Bray *et al.* 2003, Tucker 2004). La fortaleza de estas instituciones es variable y en muchos casos se han debilitado por diversas causas, lo que ha llevado al desarrollo de formas inadecuadas de uso de recursos y a procesos de degradación ambiental (Colchester 1997, Merino-Pérez y Hernández-Apolinar 2004, Tucker 2004). La erosión de estas instituciones reduce la capacidad de organización comunitaria y de participación social de ellas en las ANP.

El escenario de las ANP está caracterizado, en general, por una correlación de fuerzas desigual, problemas de deterioro y consecuencias sociales para las comunidades locales, derivadas de que sus necesidades no siempre son tomadas en cuenta en los procesos de toma de decisiones. Para contrarrestar esta situación se ha gestado una perspectiva distinta, la conservación basada en las comunidades (*community-based conservation*; Western *et al.* 1994), que constituye un esfuerzo para reducir el costo social, incrementar la participación de las comunidades y la construir capacidades en ellas, en contraposición de posturas más tradicionales, que abogan por una conservación más estricta (Wilshusen 2002).

Las posturas tradicionales de la conservación internacional (de aquí en adelante, posturas conservacionistas) se han ido transformando paulatinamente (Blaikie y Jeanrenaud 1997). Cada vez hay un mayor reconocimiento de la necesidad de negociar con las comunidades locales e incorporar sus necesidades, intereses y visiones a los procesos de conservación y manejo. Cada

vez hay más iniciativas con una visión más incluyente y un mayor sentido de justicia social (Ghimire y Pimbert 1997, Carey *et al.* 2000, Colchester 2000).

En la práctica, el desarrollo de estrategias de conservación más incluyentes resulta compleja, pues las legislaciones y estructuras gubernamentales pueden obstaculizar algunos cambios. Por lo tanto, se requieren transformaciones estructurales, de visión, voluntad política y la formación de capacidades profesionales nuevas, entre otros aspectos, para lograr cambios reales en las políticas de conservación (Western 1994, Pimbert y Pretty 1997, Ericson 2006).

Una de las fuentes de conflicto más importantes relacionada con las ANP, es que las medidas de conservación establecidas en ellas son vistas como ilegítimas por las poblaciones locales, por las siguientes razones (Wilshusen *et al.* 2002, West *et al.* 2006): (1) El costo para la población local es alto en relación con el que asumen otros actores sociales, pues ésta pierde derechos sobre el uso de *sus* recursos, de los que depende directamente su subsistencia; frente a esta realidad, los argumentos que justifican las acciones de conservación –el derecho de las generaciones futuras o los beneficios a largo plazo para la humanidad- son percibidas como prioridades ajenas impuestas desde el exterior, en detrimento de sus propias vidas (Ghimire y Pimbert 1997, Carey *et al.* 2000). (2) La percepción social sobre la alienación de sus tierras y recursos no puede desligarse del contexto social e histórico; en México, la población rural ha tenido que luchar por el acceso a la tierra y las acciones de conservación, que no consideran los derechos obtenidos a lo largo de décadas, son vistas como una nueva embestida de control del territorio por parte de poderes externos, nacionales y extranjeros (Wilshusen *et al.* 2002, Sundberg 2003). Incluso, es común la percepción de que se trata de nuevas formas de apropiación de los recursos por parte de los países desarrollados (Agrawal 1997, Blaikie y Jeanrenaud 1997, Wilshusen *et al.* 2002). También existe desconfianza de que el Estado realmente esté actuando por el bien común, muchas veces con fundamentos. Se han documentado casos en los que se han

utilizado argumentos conservacionistas para eliminar los derechos de la población sobre las tierras, para posteriormente cederlos a intereses comerciales (Ghimire y Pimbert 1997).

Esta percepción social sobre las medidas de conservación ha generado, en muchos casos, reacciones de oposición, incluso violenta, lo que vuelve casi imposible la colaboración (Colchester 2000, Haenn 2000) y mina la gobernabilidad (Wilshusen *et al.* 2002). En muchos países se han desarrollado fuertes movimientos de oposición a las ANP, con consecuencias como sabotajes, confrontaciones violentas, incendios provocados, matanzas de animales, desobediencia civil o, en otros casos, resistencia pasiva y ausencia de colaboración (Ghimire y Pimbert 1997, Koch 1997).

El desempeño de las ANP para conservar la biodiversidad dependerá en buena medida de la resolución de estos conflictos y de los cambios que se generen en la percepción de sus habitantes, a través de procesos de la negociación y de la búsqueda conjunta de soluciones. Las soluciones pasan por la construcción de mecanismos sólidos ecológicamente, viables desde el punto de vista económico y socialmente justos. Las acciones de conservación en los que se involucra activamente la población local son posibles si existe seguridad en la posesión de los recursos y poder para decidir sobre ellos, lo que motiva a su cuidado y mantenimiento a largo plazo. El costo de proteger las ANP contra la población local es muy alto, pues el área pierde a sus principales defensores (reales o potenciales) y se pueden provocar graves problemas sociales (Colchester 2000, Bray *et al.* 2003).

En algunas ANP, diversas instituciones (académicas, gubernamentales y no gubernamentales) han desarrollado mecanismos para aminorar las consecuencias sociales en las ANP y resolver algunos conflictos. Estos mecanismos incluyen generar beneficios económicos para las comunidades locales o empleos dentro de la reserva, la promoción de actividades económicas alternativas y el involucramiento de las comunidades en la planeación y el manejo de las áreas (Western y Wright 1994). Entre los mecanismos más comunes están los programas de

manejo sustentable en las zonas de amortiguamiento, los sistemas de compensación, la formación de reservas extractivas, los proyectos de bioprospección y de ecoturismo, la integración de la participación en el manejo de las ANP y los incentivos económicos (Wells 1992, Poffenberger 1994, Western 1994, Colchester 1997, Haenn 2000, CONANP 2007).

Estos elementos deben incorporarse en los análisis de los factores de CUSV, si se quiere entender la dinámica de los procesos de deterioro en las reservas. Es decir, además de los factores ambientales y socioeconómicos, es necesario abordar los procesos de instauración y funcionamiento de las áreas protegidas como un proceso político (Wilshusen *et al.* 2002).

Diversos estudios sobre la efectividad de las ANP se basan en comparaciones entre los procesos de deterioro dentro de éstas y en áreas circundantes. Bajo este enfoque se evalúa en qué medida la aplicación de una política de conservación en las primeras se traduce en una diferencia en los procesos de deterioro, en comparación con las segundas, que carecen de ella. En este sentido, las condiciones sociodemográficas prevalecientes tanto dentro como fuera de las ANP pueden ayudar a explicar la efectividad. El objetivo de este Capítulo fue analizar la influencia de la densidad poblacional, la dispersión poblacional, la marginación y la infraestructura carretera, en los indicadores de CUSV, en cinco reservas de la biosfera y sus respectivas áreas circundantes (AC). Los resultados derivados de este análisis se analizaron en función de la historia y los conflictos presentes en cada reserva.

4.2 Métodos

La efectividad, como ha sido evaluada en este estudio (Capítulo 2; Figueroa y Sánchez-Cordero 2008), depende fuertemente de las diferencias que existen en el CUSV entre las RB y sus AC. Por ello, en este análisis se examinó la relación entre factores sociodemográficos y los procesos de CUSV de ambas áreas por separado. Se analizaron cinco RB y sus AC: Sierra Gorda, La

Sepultura y Sierra de Manantlán, que tuvieron una mayor tasa de CUSV que sus respectivas ecorregiones (Capítulo 2; Figueroa y Sánchez-Cordero 2008), así como Calakmul y Mariposa Monarca, ambas catalogadas como reservas efectivas, pero con escenarios distintos de CUSV; la primera, con una proporción reducida de superficie transformada, pero con un incremento considerable en ésta, entre 1993 y 2002, y la segunda, con una alta proporción de superficie transformada, pero con un decremento en ésta, entre 1993 y 2002 (Capítulo 2; Figueroa y Sánchez-Cordero 2008).

Para estas RB y sus respectivas AC se contaba ya con información sobre los parámetros de CUSV (Capítulo 2). Se obtuvo y sistematizó información sobre el tamaño poblacional y el grado de marginación de cada una de las localidades, en una plataforma de SIG (Arc View, v. 3.1), a partir del mapa de Áreas Naturales Protegidas Federales de México (CONANP 2003) y del mapa de Grado de Marginación a Nivel Localidad, elaborado por CONABIO con base en información generada por el Consejo Nacional de Población (CONABIO 2000). A partir de esta información se obtuvo la densidad poblacional, el tamaño poblacional promedio de las localidades, el número total de localidades, el porcentaje de población que habita en localidades de menos de 500 habitantes y el porcentaje de localidades con alta y muy alta marginación en las RB y AC analizadas. También se obtuvo el índice de vías de comunicación, siguiendo el mismo procedimiento que en el Capítulo 3. La información sociodemográfica corresponde al corte de tiempo 2001- 2002, por lo que el efecto de la evolución de distintos factores queda fuera del alcance del análisis. Los parámetros de CUSV incluidos fueron la superficie transformada (áreas agrícolas, pastizales cultivados e inducidos, plantaciones forestales y asentamiento humanos) total en 1993 y 2002, y el cambio neto y la tasa de cambio de dicha superficie (1993-2002).

Se hizo una descripción del comportamiento de estas variables en las RB y sus AC. Para evaluar la relación entre los factores analizados y los parámetros de CUSV se realizó un análisis

de correlación no paramétrico de Spearman. El nivel de significancia de las correlaciones se modificó a partir de la corrección de Bonferroni (Abdi 2007). Se realizó un análisis canónico de correspondencia incluyendo todos los factores, lo que permitió conocer la influencia de cada uno y la interacción entre ellos.

4.3 Resultados

En 2002 las cinco reservas tenían menos superficie transformada que en sus respectivas áreas circundantes (AC), particularmente en La Sepultura, Sierra de Manantlán y Calakmul (Fig. 14a). Sin embargo, entre 1993 y 2002, en Sierra Gorda y La Sepultura hubo un mayor crecimiento de la superficie transformada dentro de las RB que en sus AC (Fig. 14b,c). En contraste, en Calakmul, Mariposa Monarca y Sierra de Manantlán, creció menos la superficie transformada dentro de las RB que fuera de ellas. La mayor tasa de cambio dentro de las RB en este periodo se presentó en La Sepultura, seguida por Sierra Gorda y Sierra de Manantlán (Fig. 14c).

En todas las RB analizadas la densidad poblacional era menor que en sus respectivas AC (Fig. 15a), pero las mayores diferencias se observaron en Mariposa Monarca y La Sepultura. En Mariposa Monarca y en Sierra Gorda se registró la densidad poblacional más alta. La población de las cinco RB se distribuía en pequeñas localidades, con un tamaño promedio menor de 220 habitantes, salvo en Mariposa Monarca, cuyo promedio superaba 400 habitantes (Fig. 15b). En general, dentro de las RB había menos localidades y éstas eran de menor tamaño que en las AC (Fig. 15 b,c). La reserva con un mayor número de localidades fue Sierra Gorda, que supera por mucho a las demás. Con excepción de esta RB, en todas se observó un porcentaje mayor de población que vivía en localidades < 500 habitantes, que fuera de ellas (Fig. 16a). La mayor dispersión se registró en Calakmul y La Sepultura.

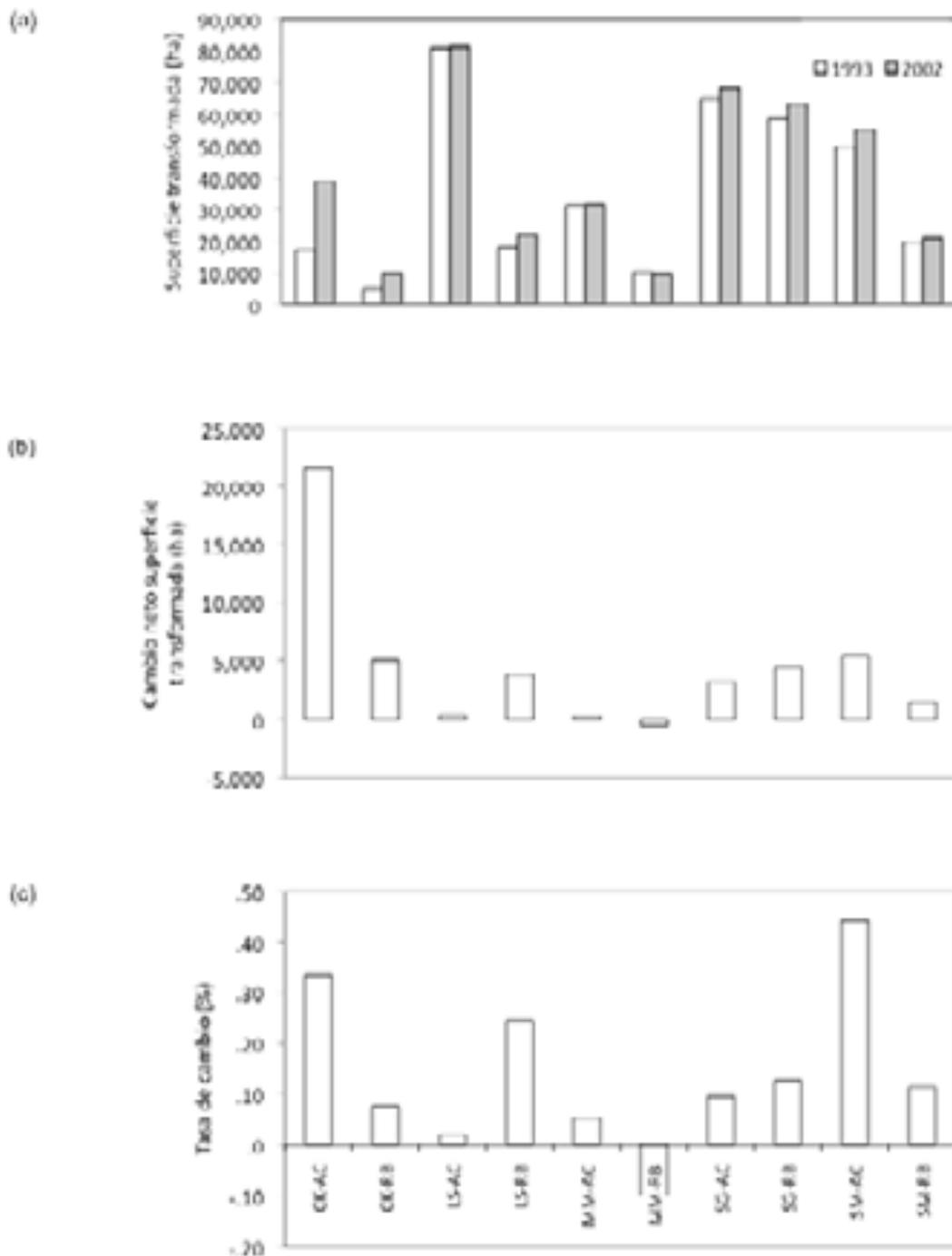


Figura 14. (a) Superficie transformada total (1993-2002), (b) cambio neto en la superficie transformada (1993-2002) y (c) tasa de cambio anual (%) en cinco reservas de la biosfera (RB) y sus respectivas áreas circundantes (AC). CK: Calakmul, LS: La Sepultura, MM: Mariposa Monarca, SG: Sierra Gorda, SM: Sierra de Manantlán.

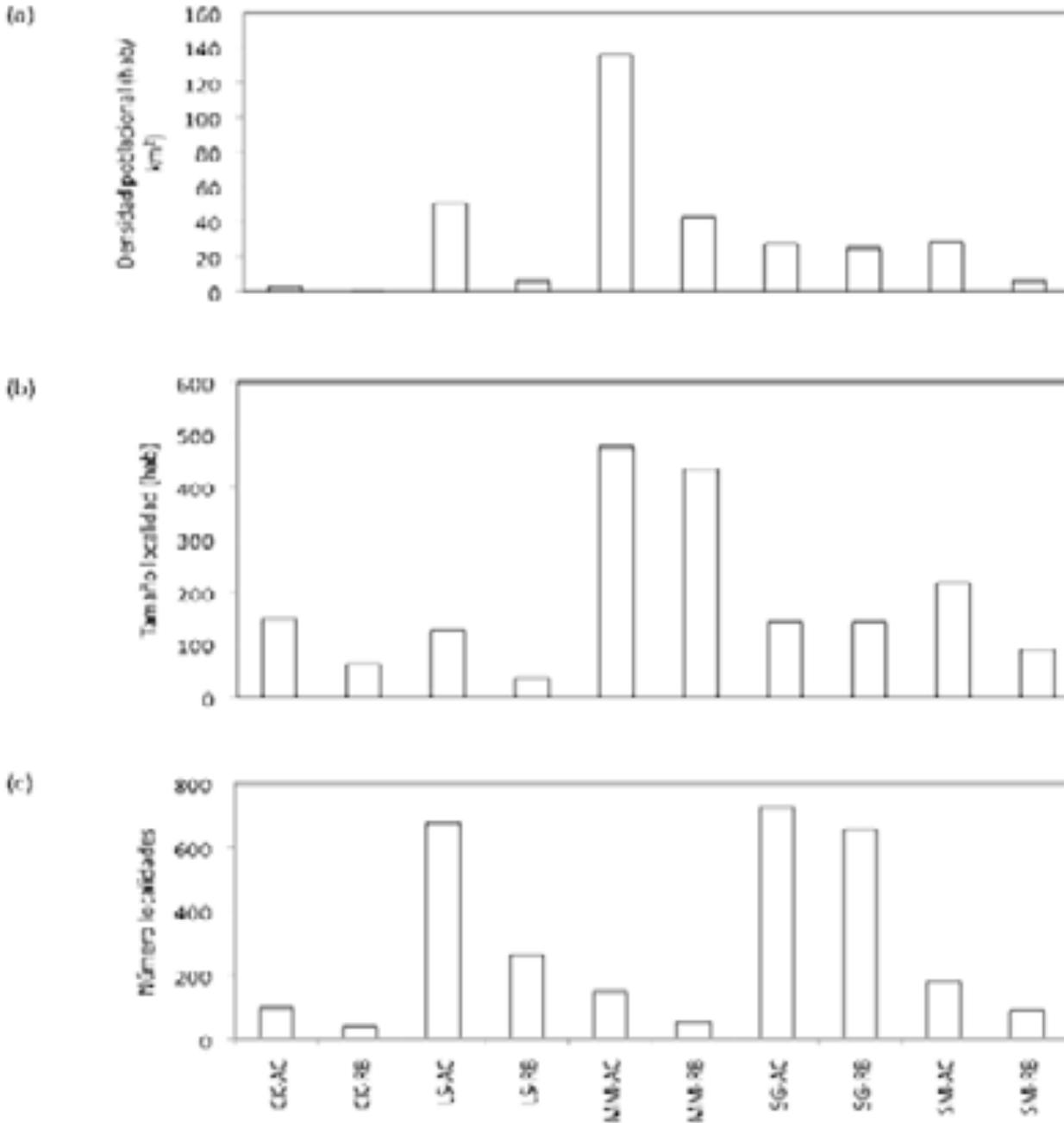


Figura 15. (a) Densidad poblacional, (b) tamaño promedio de las localidades y (c) número de localidades en cinco reservas de la biosfera (RB) y sus respectivas áreas circundantes (AC). CK: Calakmul, LS: La Sepultura, MM: Mariposa Monarca, SG: Sierra Gorda, SM: Sierra de Manantlán.

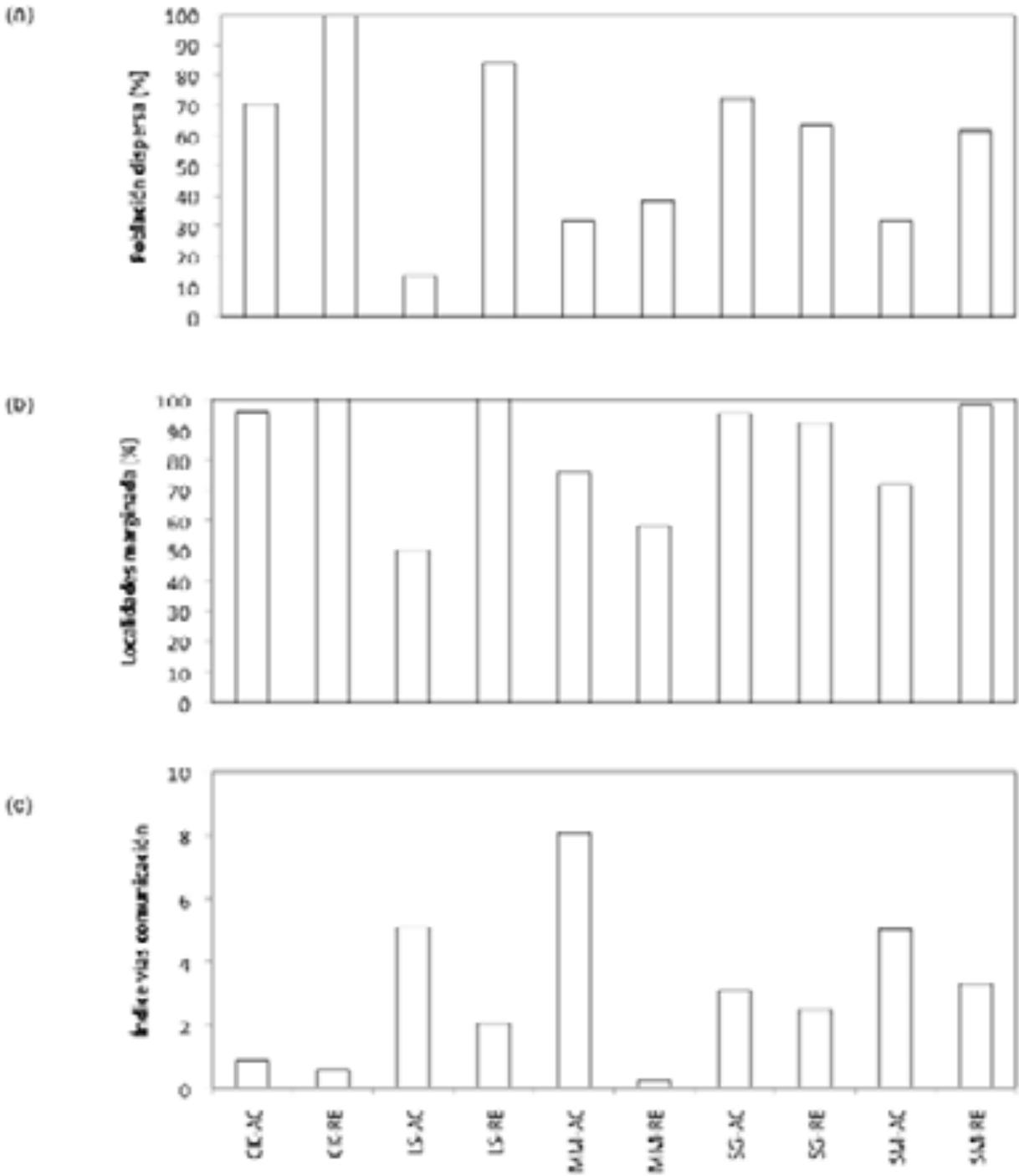


Figura 16. (a) Población que habita localidades menores de 500 habitantes (%), (b) localidades con alta y muy alta marginación (%) e (c) índice de vías de comunicación en cinco reservas de la biosfera (RB) y sus áreas circundantes (AC). CK: Calakmul, LS: La Sepultura, MM: Mariposa Monarca, SG: Sierra Gorda, SM: Sierra de Manantlán.

En las RB estudiadas un alto porcentaje de las localidades tenían alta y muy alta marginación (80%; Fig. 16b), con excepción de Mariposa Monarca. En Calakmul, La Sepultura y Sierra de Manantlán había una proporción mayor de localidades marginadas que en sus AC, mientras que en Mariposa Monarca y Sierra Gorda ocurría lo contrario. Como cabría esperar, había menos infraestructura carretera fuera de las RB que dentro de ellas; las diferencias más grandes se observaron en Mariposa Monarca y La Sepultura, y las menores en Calakmul y Sierra Gorda. Sierra de Manantlán y Sierra Gorda contaban con mayor infraestructura, mientras que Mariposa Monarca y Calakmul tenían una menor densidad de carreteras (Fig. 16c).

Existe una clara asociación entre la distribución geográfica de las vías de comunicación, los asentamientos humanos y las superficies transformadas (Figs. 17 - 19). En 2002, la población de las RB La Sepultura y Sierra Gorda se vivía dispersa en numerosas localidades que, a diferencia de las otras reservas, se encontraban ampliamente distribuidas en toda el área protegida (Figs. 17b y 18b). Sierra de Manantlán y Mariposa Monarca también tenían un número considerable de localidades dentro de la reserva pero, a diferencia de los casos anteriores, se éstas estaban más restringidos en zonas particulares. Calakmul, a diferencia de las demás reservas analizadas, tenía un número muy reducido de localidades, restringidas a las zonas oriental y central de la reserva.

Se encontró una correlación positiva significativa entre la superficie transformada en 1993 y en 2002 ($\rho = 0.9$, $P < 0.0001$), y entre la tasa de cambio anual y el cambio neto en la superficie transformada en ese periodo ($\rho = 0.83$, $P < 0.003$). La densidad poblacional estuvo correlacionada negativamente y de manera significativa con dispersión poblacional (Fig. 20a) y con la marginación (Fig. 20b), mientras que estas dos últimas variables tuvieron una correlación positiva entre sí (Fig. 20c). Así mismo, el tamaño poblacional, el número de localidades y la superficie transformada en 1993 y 2002 mostraron correlaciones positivas y significativas (Fig. 20d,e,f,g).

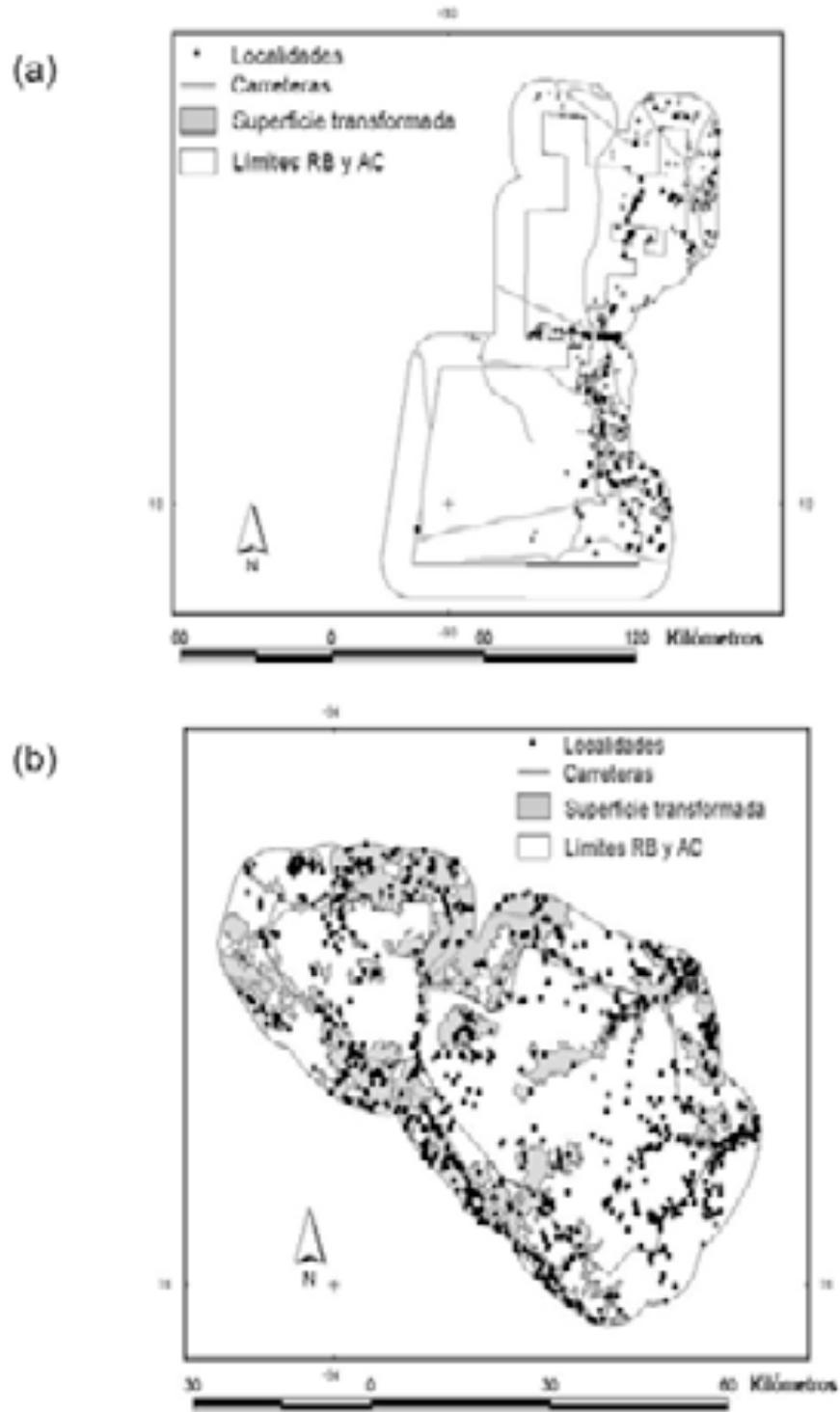


Figura 17. Distribución geográfica de las localidades, las vías de comunicación y la superficie transformada en 2002 en (a) Calakmul y (b) La Sepultura, y sus respectivas áreas circundantes.

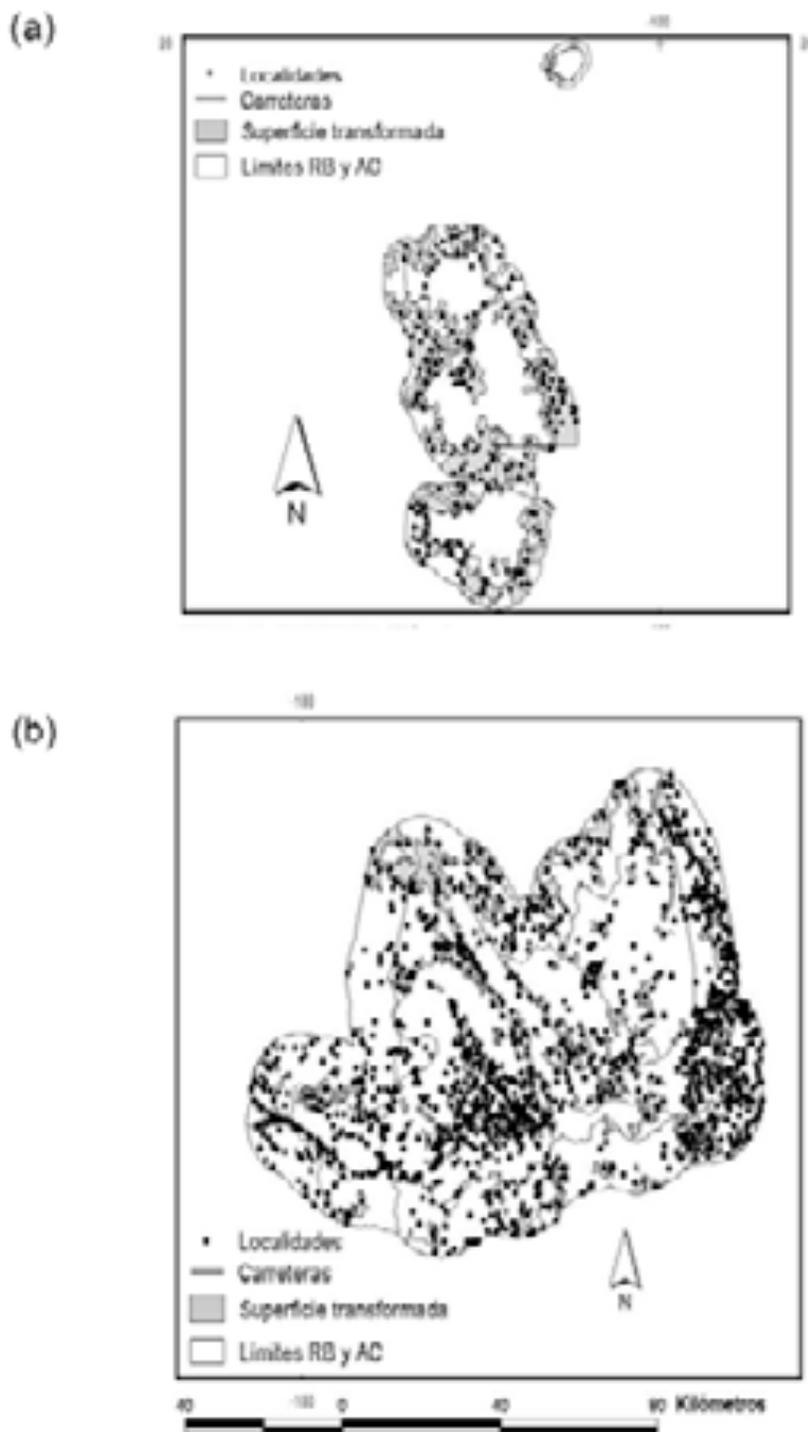


Figura 18. Distribución geográfica de las localidades, las vías de comunicación y la superficie transformada en 2002 en (a) Mariposa Monarca y (b) Sierra Gorda, y sus respectivas áreas circundantes.

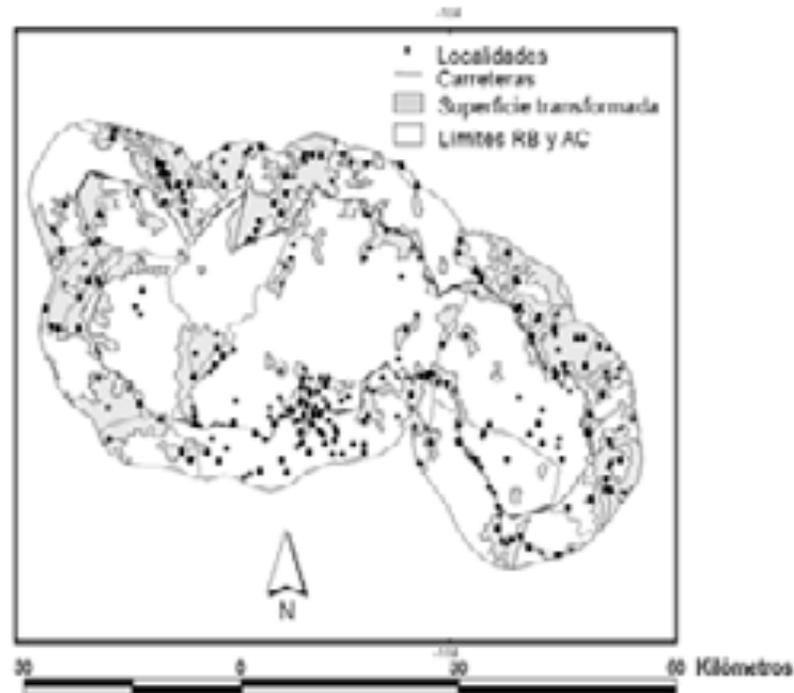


Figura 19. Distribución geográfica de las localidades, las vías de comunicación y la superficie transformada en 2002 en Sierra de Manantlán y su respectiva área circundante.

La varianza total de los parámetros de CUSV explicada por los factores analizados es de 62.5%; la mayor parte de esta variación está explicada por el eje 1 (61.5%; Tabla 3). Los coeficientes de correlación de todos los factores analizados superan 0.5 y son muy similares entre sí, lo que indica que el eje está definido por todas ellas; esto puede deberse a la alta correlación que existe entre los factores analizados. Aun así, la variable que tuvo más peso en la formación del eje 1 fue el índice de vías de comunicación, seguido por el número de localidades (Tabla 3).

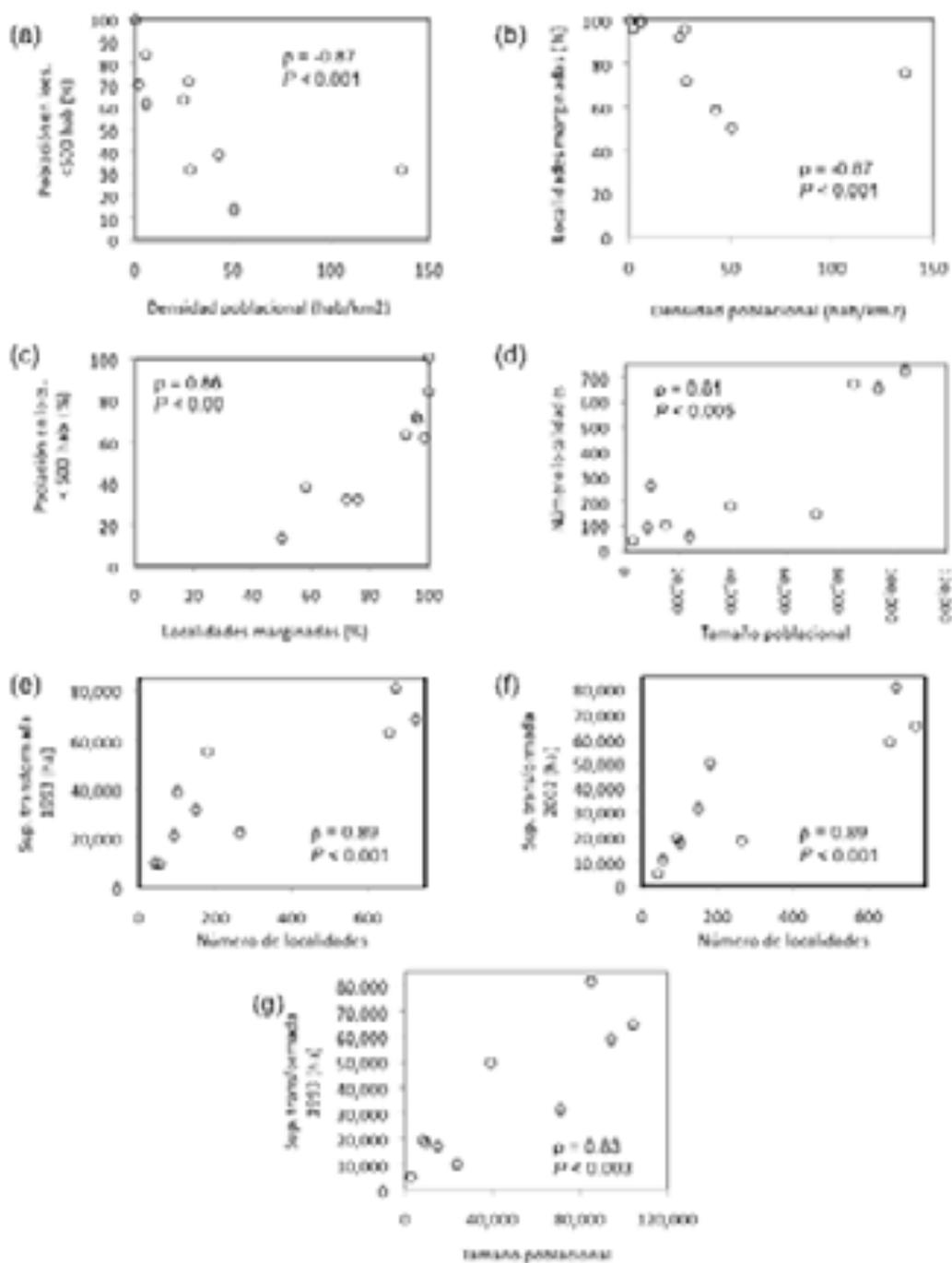


Figura 20. Relación entre (a) densidad y dispersión poblacional, (b) densidad poblacional y localidades marginadas (%), (c) dispersión poblacional y localidades marginadas (%), (d) tamaño poblacional y número de localidades, (e) número de localidades y superficie transformada en 1993 y (f) en 2000, y (g) tamaño poblacional y superficie transformada en 1993, en cinco reservas de la biosfera y sus áreas circundantes. Se muestran los valores de correlación de Spearman (ρ).

Tabla 3. Varianza explicada y coeficientes de correlación (*intraset*) del análisis canónico de correspondencia entre factores sociodemográficos y parámetros de cambio en el uso del suelo y la vegetación en cinco reservas de la biosfera y sus áreas circundantes. Los coeficientes de correlación se refieren a la relación de las variables con el eje 1, que representa casi la totalidad de la varianza explicada.

Factores	Eje 1
Varianza total explicada	61.52%
Coeficientes de correlación	
Densidad poblacional (hab/km ²)	-0.63
Número de localidades	-0.69
Población en localidades < 500 hab (%)	0.66
Localidades marginadas (%)	0.60
Índice de vías de comunicación	-0.76

Hacia el centro de la ordenación se ubicaron las RB y AC con mayor proporción de superficie transformada (Fig. 21a), así como el parámetro mismo (Fig. 21b); sin embargo, la ubicación de estas áreas está definida por los valores negativos del eje 1, pues se trata de áreas con los mayores valores en cuanto a número de localidades, densidad de vías de comunicación y densidad poblacional. En la zona correspondiente a los valores positivos del eje 1 se ubicaron las ANP y AC con los valores más altos de cambio en la superficie transformada, que coinciden con los valores más altos de dispersión poblacional y marginación. La posición de la RB Mariposa Monarca es resultado de la combinación de valores que presenta: es la única en la que se redujo la superficie transformada y que tenía, simultáneamente, valores bajos de marginación, dispersión poblacional e infraestructura carretera, así como la mayor densidad poblacional, en comparación con las demás áreas.

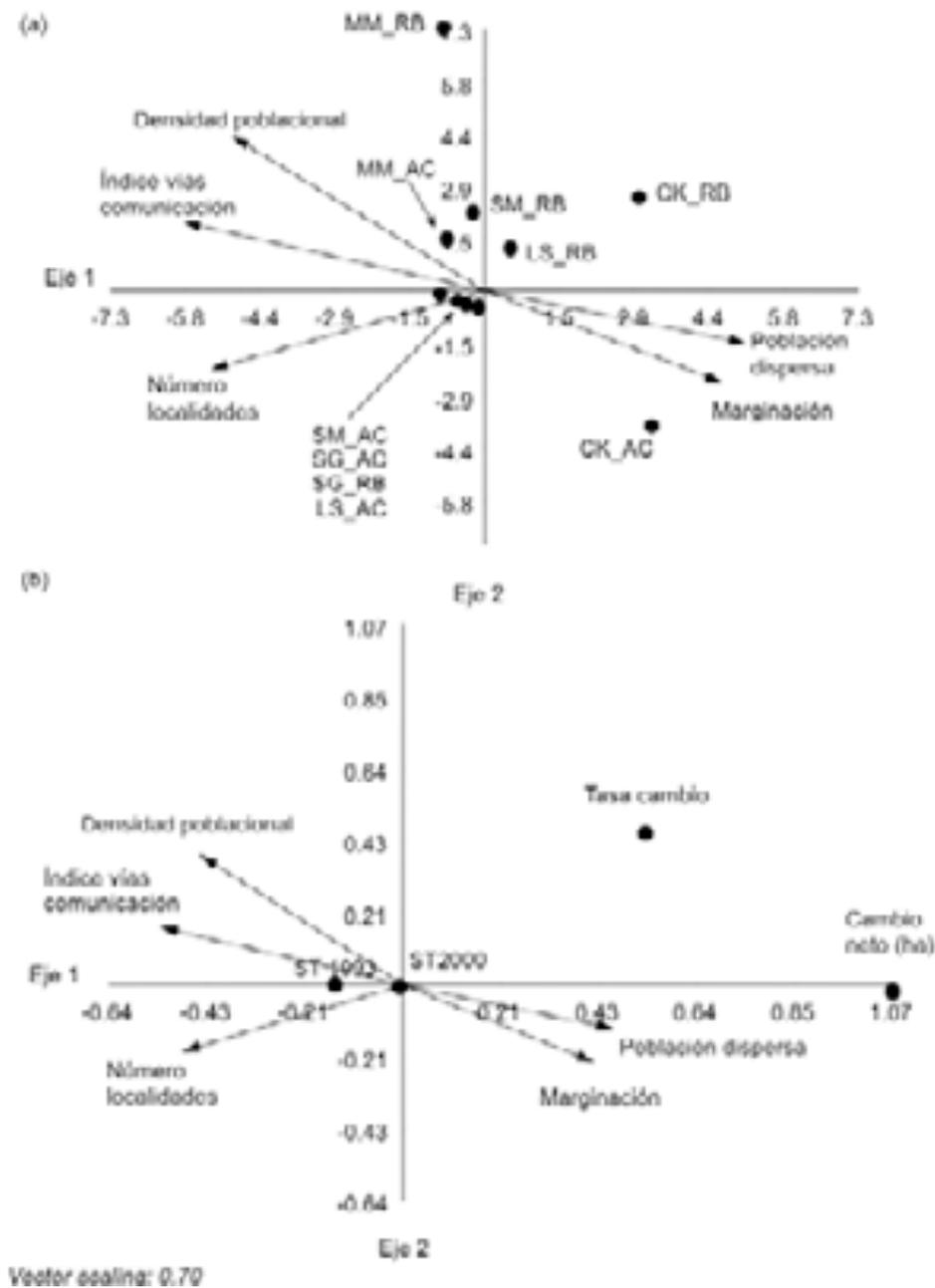


Figura 21. Ordenación del análisis canónico de correspondencia de (a) las reservas de la biosfera (RB) y sus áreas circundantes (AC) y (b) de los indicadores de cambio en el uso del suelo y vegetación, en relación con los factores sociodemográficos. CK: Calakmul, LS: La Sepultura, MM: Mariposa Monarca, SG: Sierra Gorda, SM: Sierra de Manantlán.

Estos resultados indican que todos los factores analizados tienen cierto peso en la dinámica de CUSV. Las RB y AC en las que hay mayor densidad poblacional, un mayor número de localidades y densidad de vías de comunicación, así como menor dispersión poblacional y marginación presentan un mayor porcentaje de superficie transformada. En contraste, las RB y AC con mayor marginación y dispersión poblacional, y menor densidad de vías de comunicación, número de localidades y densidad sufrieron los procesos de cambio más importantes, entre 1993 y 2002. Las AC no cuentan con un instrumento de conservación como las ANP y se caracterizan por tener, en general, mayor densidad poblacional y tamaño y número de localidades, menor dispersión de la población y una mayor densidad de vías de comunicación. Únicamente en Mariposa Monarca y en Sierra Gorda, la marginación es mayor en el AC.

4.4 Discusión

4.4.1 Los factores sociodemográficos y los procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación en las reservas de la biosfera y sus áreas circundantes

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que en el interior de las cinco reservas analizadas, la extensión total de superficie transformada era menor que en sus respectivas AC, en 2002. Esto puede obedecer a distintas causas: (a) que las RB hayan sido efectivas para contener los procesos de CUSV, mediante las restricciones impuestas a las actividades agropecuarias (principal causa inmediata de estos procesos en América Latina; Geist y Lambin 2002), en cuyo caso la ausencia de las RB probablemente se hubiese traducido en procesos de transformación similares a los observados en las AC; (b) que dentro de las RB las condiciones ambientales dificulten o impidan el desarrollo de las actividades agropecuarias (Mas 2005), a diferencia de lo que ocurre en las áreas circundantes, por lo que las diferencias en los procesos de CUSV existirían independientemente de la presencia de las reservas; (c) que las limitaciones impuestas a

las actividades económicas dentro de las RB empujen a las comunidades locales a hacer un uso más intensivo de las áreas fuera de ellas, lo que implicaría que los procesos de CUSV más pronunciados observados en las AC sean una consecuencia de la presencia de la reserva.

Probablemente estas alternativas no son mutuamente excluyentes, aunque seguramente varían en función del contexto de cada reserva. Las reservas han impuesto restricciones a las actividades económicas, así como a la construcción de carreteras (salvo, por ejemplo, en Sierra Gorda) y a proyectos de extracción de recursos de gran escala, lo que se traduce en un impacto menor de las actividades humanas, respecto a lo que ocurre fuera de las reservas (Figs. 18 - 20). Sin embargo, en casos como La Sepultura y Sierra de Manantlán, las condiciones ambientales características de zonas montañosas, presentes en el interior de las RB, dificulta el desarrollo de actividades agropecuarias, en comparación con zonas más bajas y planas presentes en las áreas externas. Finalmente, muchas reservas están constituidas por ejidos y comunidades agrarias que poseen territorio, tanto dentro como fuera de la reserva, por lo que es muy probable que se haga un uso más intensivo en las zonas que no cuentan con restricciones. Es probable que la conjunción de los tres aspectos haya tenido un papel relevante en las diferencias encontradas. Los análisis de efectividad en los que se comparan procesos de cambio dentro y fuera de las ANP deben ser complementados con información específica de las ANP; esto permitirá comprender la situación en cada una de ellas y, por lo tanto, matizar los resultados de dichas evaluaciones, pues las ANP pueden presentar procesos de cambio de menor envergadura que su contexto geográfico por diversas razones.

Dos de las reservas analizadas (Sierra Gorda y La Sepultura) presentaron un incremento de la superficie transformada mayor que el de sus respectivas AC. En Sierra Gorda, la densidad poblacional es tan alta como en su AC y la densidad de vías de comunicación es casi igual dentro y fuera de la reserva, pero estos factores no tienen influencia en la tasa de cambio. Es necesario

investigar los factores que están provocando una tasa de cambio por encima de la de su respectiva AC, con la que comparte muchos de los rasgos analizados aquí. Por su parte, La Sepultura posee condiciones poco aptas para las actividades agropecuarias, pero la densidad poblacional en el AC es muy alta, mucho mayor que en el interior; casi 80% del AC está transformado y es probable que ante la presión poblacional y la escasez de tierras en el AC se hayan formado nuevos asentamientos en la RB y se hayan abierto nuevas tierras para cultivo. Si bien las condiciones agroproductivas de La Sepultura limitan la producción, se presentan desmontes para actividades agropecuarias en tierras caracterizadas por pendientes muy pronunciadas (INE 1999). Esto significa que el proceso acelerado de cambio se está trasladando hacia el interior de la RB. El impacto de las comunidades que se ubican cerca de los límites de las reservas puede ser incluso mayor que el de las que se encuentran en su interior (Nagendra *et al.* 2006).

En el caso de Sierra de Manantlán y Calakmul, aunque no hubo un crecimiento de gran magnitud en la superficie transformada en ellas, es preocupante el proceso de cambio registrado en sus respectivas AC. Por un lado, podría replicarse rápidamente el escenario de La Sepultura y, por otro lado, si la tendencia de cambio sigue en el mismo curso, se traduciría en el aislamiento de las reservas.

La varianza explicada en el análisis canónico de correspondencia fue menor que en el presentado en el Capítulo 3 para 17 RB. Ello puede obedecer a que no se incluyeron las variables agroproductivas, que constituyen factores inmediatos de cambio, en contraste con los demográficos, considerados como subyacentes o indirectos (Geist y Lambin 2002).

La tasa de cambio en la superficie transformada no estaba influida por los factores analizados aquí. En cambio, el porcentaje de superficie transformada, el cual indica el estado de conservación y, por lo tanto, el efecto acumulado de los procesos históricos de CUSV, está

influenciado por el tamaño poblacional, el número de localidades y la densidad de vías de comunicación.

La relación que se encontró entre los factores sociodemográficos y el porcentaje de superficie transformada puede significar que las RB que están mejor conservadas que sus AC han frenado, a largo plazo, la formación de nuevos asentamientos, la construcción de vías de comunicación y, por lo tanto, la expansión de las actividades agropecuarias. Esto implicaría que la política de conservación en estos casos ha sido efectiva.

La incorporación del número de localidades al análisis resultó muy interesante, pues mostró que no es tan relevante en la dinámica de CUSV que la población viva en su mayoría en localidades pequeñas (% de población dispersa), sino el número de localidades existentes, el cual se asocia con el tamaño poblacional. En este sentido, los procesos de formación de nuevos asentamientos que ocurren muy comúnmente en México pueden tener una enorme importancia en los procesos de CUSV.

Cada reserva tiene una historia y condiciones particulares que pueden influir en los procesos de CUSV, como las características ambientales (tipos de vegetación, relieve, clima), que son muy distintas entre las RB analizadas. Éstas también tienen distinta antigüedad; Mariposa Monarca ha existido por mucho más tiempo que las demás (fecha de decreto, 1980), seguida por Sierra de Manantlán (1987), Calakmul (1989), La Sepultura (1995) y Sierra Gorda (1997). De las cinco RB, las dos de creación más reciente tuvieron las tasas de cambio más altas. Es posible que en estas RB, la aplicación de las políticas de conservación no se hayan traducido, para el periodo de análisis, en cambios en las tendencias sobre el uso de recursos y que el trabajo con las comunidades haya sido todavía incipiente.

Existe una vinculación estrecha entre la densidad poblacional, la densidad de vías de comunicación y el número de localidades, lo que probablemente obedece a que las vías de

comunicación suelen inducir la formación de nuevos asentamientos, incrementándose así la densidad. Los vectores de estos tres factores se dirigen en dirección opuesta a la de los vectores de la población dispersa y la marginación. Llama la atención la relación, aparentemente inversa entre población dispersa y número de localidades. Es posible que la presencia de un gran número de localidades y de alta densidad de vías de comunicación se relacione con un patrón de desarrollo que también implique un incremento en la urbanización y, por lo tanto, el crecimiento de la concentración de la población. En esta ordenación, las RB y AC que se concentran en la parte central y por debajo del eje 1 son las que han tenido procesos más importantes de cambio histórico. En contraste, RB como Mariposa Monarca o Sierra de Manantlán, a pesar de tener alta densidad poblacional o de vías de comunicación, difieren de las anteriores por tener una proporción baja de superficie transformada. Finalmente, Calakmul y su AC, en el extremo derecho de la ordenación tienen una baja proporción de superficie transformada y se caracterizan por mayor dispersión poblacional y marginación.

Estos escenarios, al igual que los descritos en el Capítulo 3, pueden caracterizar a las RB y sus AC en áreas “más desarrolladas” las cuales contarían con mayor densidad de vías de comunicación y número de localidades y, por otro lado, áreas “menos desarrolladas”, en este caso representadas por Calakmul, su AC y La Sepultura, principalmente, que están más aisladas, menos pobladas, con mayor dispersión de la población y marginación.

4.4.2 La creación de las reservas y el escenario de posibles conflictos por el uso de los recursos

Los procesos de creación de las ANP, los actores involucrados, la relación entre ellos, la participación de la población local en las RB y el desarrollo de alternativas productivas sustentables, entre otros, pueden constituir factores que influyen en el uso de recursos y los procesos de deterioro. En las cinco RB analizadas, los actores interesados en la creación de las

reservas, así como la forma en que se ha dado este proceso y la relación con la población local, han sido muy distintos.

En el caso de Mariposa Monarca, existía particular interés por parte sectores conservacionistas y académicos en Estados Unidos, Canadá y México, los cuales ejercieron una importante presión sobre el Gobierno Mexicano, que decretó la reserva (INE 2001). El proceso de creación de la reserva se desarrolló de manera aislada de la población local, lo que generó enormes conflictos (Chapela y Barkin 1995). Actualmente se han desarrollado numerosos proyectos de uso sustentable de recursos y de participación en esta reserva, pero subsisten algunos conflictos. En esta RB existe una enorme variedad de escenarios en el uso de recursos, desde comunidades que llevan a cabo explotación forestal sustentable y que han logrado la recuperación de sus bosques, hasta comunidades que han generado procesos de grave deterioro de la cobertura vegetal (Merino-Pérez y Hernández-Apolinar 2003). Además, en esta RB hay actores sociales poderosos que llevan a cabo tala clandestina y que juegan un papel muy relevante en los procesos de cambio (Chapela y Barkin 1995, Tucker 2004).

Sierra de Manantlán, en cambio, surgió como iniciativa del sector académico el cual se ha hecho cargo de su manejo y administración. En esta RB, la dirección de la reserva se planteó, desde un principio, el reconocimiento de la población local y de sus derechos, así como la necesidad de trabajar con ella en torno a la conservación, el desarrollo y el bienestar. El manejo de la reserva tiene una base sólida de investigación realizada por muchos años (Gerritsen 1998. INE 2000, Graf *et al.* 2001, Gerritsen *et al.* 2003, Gerritsen y van der Ploeg 2006, Jardel *et al.* 2006) . En este caso, una parte importante de la población tenía una percepción favorable sobre ella debido a que representó una manera de defender sus tierras de intereses comerciales ajenos (INE 2000). Una de las dificultades más importantes en el trabajo de la reserva con las comunidades radica en que existen conflictos político-partidistas y económicos entre ellas,

generados sobre todo por actores que son más poderosos dentro de las propias comunidades, como los ganaderos (INE 2000).

Calakmul surgió como una iniciativa del Gobierno Federal; sin embargo, hubo una enorme oposición de la población local, que tenía poco tiempo de haber recibido su dotación de terrenos ejidales y percibía el decreto de la RB como una forma del gobierno de volver a quitarles sus tierras. Como respuesta a esta oposición se generaron y financiaron proyectos de conservación y desarrollo. Estos programas tuvieron una fuerte carga corporativista, sin embargo, implicaron procesos de participación social importantes, así como el involucramiento de la población en la reserva (Haenn 2000).

La Sepultura también fue decretada por iniciativa federal; sin embargo, a diferencia de las otras reservas, fuera de la presencia de la dirección de la reserva, no existe alguna organización interesada en su funcionamiento y conservación. Sierra Gorda constituye un caso muy particular, pues se trata de una reserva decretada por iniciativa de una asociación civil con la formación del Grupo Ecológico Sierra Gorda. Sobre La Sepultura y Sierra Gorda prácticamente no existe información publicada en literatura científica sobre las comunidades locales y el trabajo que se realiza con ellas, lo que contrasta con las otras tres reservas, donde se han realizado numerosas investigaciones, tanto ecológicas, como sociales (p. ej. Gerritsen 1998, Graf *et al.* 2001, Gerritsen *et al.* 2003, Gerritsen y Wlertsum 2005, Jardel *et al.* 2006) . Para La Sepultura, existe un estudio no publicado en el que se establece la estrategia de manejo para esta reserva; este documento hace hincapié en la necesidad de generar procesos de participación social (Márquez-Rosano y Cruz-Morales 2003). Aparentemente la participación social era inexistente hasta entonces. En el caso de Sierra Gorda, actualmente existen proyectos de ecoturismo, impulsados por el Gobierno del Estado de Querétaro, pero llevados a cabo por un operador privado y completamente desvinculados de la población local (Ruiz 2002). También se han reportado proyectos de

educación ambiental, dirigidos hacia las escuelas primarias de la reserva y el desarrollo de estrategias de pago por servicios ecosistémicos que han beneficiado a 50 propietarios en zonas de recarga hidrológica (Ruiz y Pedraza 2007).

En el caso de las otras tres reservas se han abierto canales de comunicación y procesos de diálogo con la población local, así como estrategias de promoción de uso sustentable de recursos, con resultados variados, pues los contextos son distintos. A pesar de los avances en este sentido, queda mucho por hacer en la medida pues aún existe oposición. Mariposa Monarca y Sierra de Manantlán tienen una muy larga historia de ocupación territorial, desde tiempos prehispánicos y se trata de población con una larga lucha agraria (INE 2000, 2001). La oposición ha sido más intensa en Mariposa Monarca; un factor que influyó sensiblemente en esta oposición fue que la población supo de la existencia de la reserva mucho tiempo después de su decreto (Chapela y Barkin 1995). En cambio, en Sierra de Manantlán, la población vio en la reserva un aliado para luchar en contra de la explotación maderera comercial que se estaba realizando en aquel momento (INE 2000). El trabajo con las comunidades y los procesos participativos enfrentan en ambas reservas el problema de las divisiones internas de las comunidades (Gerritsen 1998, INE 2000, 2001).

El caso de Calakmul es distinto, pues la mayor parte de la población inmigró recientemente a la zona (finales de la década de 1970), la cual se encontraba relativamente aislada y poco poblada. El proceso de colonización fue impulsado por el propio Gobierno Federal a través de la dotación de tierras mediante el reparto agrario (García-Gil y Pat 2000). Aun así, existe identidad y capacidad de organización; desde sus inicios, la dirección de la RB estableció proyectos y estrategias de manejo participativo, en respuesta a la férrea oposición de la población hacia la reserva; estas estrategias se dieron en un marco de relaciones clientelares con el gobierno federal, lo que se tradujo en que, si bien estos proyectos funcionaron, sigue habiendo oposición a las

medidas de control de la reserva, aunque la población haya adoptado un discurso conservacionista (Haenn 2000).

Finalmente, hay muy poca información sobre los efectos de las políticas agropecuarias federales y estatales al interior de las reservas, las cuales suelen actuar en un sentido opuesto al del manejo sustentable. Se tiene información de la enorme transformación que fue generada por el proceso de ganaderización inducido en Sierra de Manantlán (Gerritsen y van der Ploeg 2006), así como el impacto del programa PROCAMPO en Calakmul (Klepeis y Vance 2003, Reyes-Hernández *et al.* 2003). Sin embargo, aún es necesario realizar esfuerzos de investigación que permitan evaluar, de manera sistemática, el impacto de las políticas públicas en las reservas. También resulta urgente la construcción de políticas específicas para la población de las reservas y sus áreas de influencia.

Todos estos factores han jugado algún papel en los procesos de cambio y en la dinámica y la relación de la población con sus recursos. Este trabajo es un primer acercamiento cuantitativo a la causas de deterioro de varias reservas de manera simultánea, lo que permitió contar con un marco de comparación entre ellas. También brinda elementos para evaluar la dinámica diferencial que existe en las reservas y sus áreas circundantes. Estos resultados refuerzan la necesidad de encontrar alternativas de uso de recursos, que permitan realmente beneficiar a la población local y que reduzcan el costo social de la conservación. En particular, es necesario trabajar en el corto plazo los casos de Sierra Gorda y La Sepultura, dada la situación crítica en la que se encuentran, en la que aparentemente las políticas de conservación no han tenido el impacto necesario.

CAPÍTULO 5. Conclusiones generales

La enorme diversidad biológica presente en México, así como los servicios ecosistémicos que brindan la gran variedad de ecosistemas presentes en nuestro país se encuentran bajo enormes presiones de cambio. El mantenimiento de esta diversidad a largo plazo depende, en buena medida, de las políticas públicas de desarrollo, sobre todo en el medio rural, así como de la existencia y efectividad de áreas naturales protegidas (ANP).

En México, la conservación a través de ANP enfrenta grandes retos pues numerosas áreas están sufriendo procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación (CUSV) de mayor envergadura que sus respectivos contextos geográficos. Los resultados de este trabajo permitieron detectar áreas bajo distintos escenarios de CUSV y detectar las áreas que requieren atención de manera más urgente. Los resultados de este trabajo también permitieron reconocer que un número considerable de ANP tienen un papel muy relevante en la conservación de la cubierta vegetal. Así mismo, es alentador reconocer, con datos objetivos, que las reservas de la biosfera constituyen una estrategia particularmente efectiva para las condiciones sociales de nuestro país.

Sin embargo, este panorama general de los procesos de cambio ambiental en las ANP es aún incompleto. Es necesario generar e integrar información sobre otros procesos de deterioro, como la contaminación, la invasión de especies exóticas, el sobrepastoreo, la fragmentación y el desplazamiento de especies nativas, entre otros. También es relevante realizar evaluaciones comparativas entre la efectividad de las ANP y otras estrategias de conservación y manejo sustentable de recursos, integrando información sobre las condiciones socioambientales en las que se desarrolla cada estrategia.

La interacción de las poblaciones humanas con los ecosistemas en las ANP es muy compleja. En este trabajo sólo se examinó la influencia de algunos de los muchos factores que

intervienen en esta relación, a escala regional. Los análisis presentados en los Capítulos 3 y 4 (para 17 y cinco reservas de la biosfera, respectivamente) difieren en el número y tipo de variables analizadas, así como en las unidades espaciales de análisis. En el primer caso se analizó un mayor número de variables, tanto sociodemográficas como agroproductivas; en el segundo caso, únicamente se abordaron algunos rasgos sociodemográficos. Probablemente por esa razón la varianza explicada por los factores analizados fue mayor en el primer caso. También es posible que la inclusión de información agroproductiva georreferenciada para analizar por separado las reservas de la biosfera (RB) y las áreas circundantes (AC), incrementaría de manera importante la varianza explicada en el segundo caso. En cuanto a las unidades espaciales de análisis, en el primer caso se utilizaron municipios, que en conjunto incluían a las RB y, parcial o totalmente a las AC, mientras que en el segundo caso se analizó por separado a las RB y a sus AC. Los análisis que separan las RB de las AC permiten comprender mejor la efectividad, en la medida en que diferencian los procesos que ocurren dentro de las RB y fuera de ellas.

A pesar de estas diferencias, los resultados fueron complementarios e indican algunos rasgos en común. En primer lugar, la dinámica demográfica y los factores agroproductivos analizados son capaces de explicar un alto porcentaje de la varianza en el porcentaje de superficie transformada, es decir, el estado de conservación de las RB. Por otro lado, debido a las relaciones existentes entre los factores analizados, en ambos análisis se configuran dos escenarios distintos a lo largo del eje 1 en los análisis de ordenación, con características que pueden caracterizar áreas “más desarrolladas” (mayor densidad de carreteras, urbanización, ganaderización, menor marginación y población indígena, así como menor dispersión de la población) y, por otro lado, las áreas con las características opuestas o “menos desarrolladas”. En ambos análisis, las reservas “más desarrolladas” tienden a tener un porcentaje de superficie transformada mayor, es decir, son las menos conservadas; en contraste, las “menos desarrolladas”

tienden a estar mejor conservadas. Esta diferenciación no se puede hacer en el caso de la tasa de cambio entre 1993 y 2002, pues este parámetro de CUSV está poco relacionado con los factores analizados y existen RB y AC “menos desarrolladas” tanto con alta, como con baja tasa de cambio en las superficies transformadas (Fig. 22).



Figura 22. El esquema superior muestra los factores analizados, tanto inmediatos como subyacentes, que caracterizan a las RB como más y menos “desarrolladas”. El esquema inferior ilustra la situación de las RB en función de estos factores, y los procesos de cambio históricos y recientes.

Este trabajo permitió analizar y comprender mejor la dinámica en el cambio de uso del suelo y la vegetación (CUSV) en diversas áreas naturales protegidas, así como algunos factores

que influyen en los procesos de cambio en las reservas de la biosfera. Se trata de un primer paso hacia la comprensión de los patrones de cambio y sus causas, y como tal, deja abiertas numerosas preguntas, muchas de las cuales sólo pueden abordarse a una escala de trabajo local. Esta evaluación de la efectividad constituye un primer marco conceptual y metodológico, que sirve de base para futuras investigaciones, que irán enriqueciendo y elaborando una realidad mucho más compleja de la que es posible explicar con un trabajo a escala nacional.

Los resultados de este estudio sugieren que si bien es relevante la expansión de las áreas protegidas, hacia zonas prioritarias, es igual de urgente el fortalecimiento de las áreas existentes, sobre todo a través de cambios en las formas de producción y manejo de los recursos, en las que las políticas públicas tienen el peso más importante. También, resulta evidente que se debe de trabajar en el mismo sentido con la población que habita en los alrededores de las reservas, si se quiere mantener la efectividad de dichas áreas y evitar su aislamiento. La viabilidad de la conservación, a largo plazo, dependerá de ello y de la relación que se construya con las comunidades locales.

Anexo

Cuadro 1. Definición de las categorías de manejo de las áreas naturales protegidas federales de México y las actividades permitidas en ellas (LGEEPA 2000).

Categoría	Características	Actividades permitidas
Reservas de la biosfera	Áreas biogeográficas relevantes a nivel nacional, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción humana, que requieren ser preservados y restaurados, en los que habiten especies representativas de la biodiversidad nacional, incluyendo a las consideradas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.	<p><u>Zonas núcleo:</u> actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, de investigación científica y de educación. Se limitan o prohíben aprovechamientos que alteren los ecosistemas.</p> <p><u>Zonas de amortiguamiento:</u> actividades productivas emprendidas por las comunidades que ahí habiten al momento de la expedición de la declaratoria o con su participación, que sean estrictamente compatibles con los objetivos, criterios y programas de aprovechamiento sustentable.</p>
Parques nacionales	Representaciones biogeográficas, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas importantes por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones de interés general.	Actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna y, en general, con la preservación de los ecosistemas y de sus elementos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológicos.

Cuadro 1. Continuación...

Categoría	Características	Actividades permitidas
Monumentos naturales	Áreas que contengan uno o varios elementos naturales, consistentes en lugares u objetos naturales, de carácter único o excepcional, interés estético, valor histórico o científico con un régimen de protección absoluta. No tienen la variedad de ecosistemas ni la superficie necesaria para ser incluidos en otras categorías de manejo.	Actividades relacionadas con su preservación, investigación científica, recreación y educación.
Áreas de protección de los recursos naturales	Áreas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y los recursos naturales localizados en terrenos forestales.	Preservación, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en ellas comprendidos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológica.
Áreas de protección de flora y fauna	Lugares que contienen los hábitat de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres.	Actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies, educación y difusión en la materia. Aprovechamiento de los recursos naturales a las comunidades que ahí habiten en el momento de la declaratoria respectiva, o que resulte posible según los estudios que se realicen.
Santuarios	Zonas caracterizadas por una considerable riqueza de flora o fauna, o por la presencia de especies, subespecies o hábitats de distribución restringida.	Actividades de investigación, recreación y educación ambiental, compatibles con la naturaleza y características del área.

Cuadro 2. Características generales de las áreas naturales protegidas incluidas en el análisis de efectividad.

Área natural protegida	Categoría de manejo ¹	Área (ha)	Fecha decreto	Entidad Federativa
Bonampak	MN	4,243.8	1992	Chiapas
Bosencheve	PN	10,963.8	1940	México, Michoacán
Calakmul	RB	719,809.3	1989	Campeche
Campo Verde	APFF	108,137.2	1938	Chihuahua
Cañón de Santa Elena	APFF	278,993.1	1994	Chihuahua
Cañón del Río Blanco	PN	48,594.1	1938	Veracruz
Cañón del Sumidero	PN	23,321.7	1980	Chiapas
Cascada de Agua Azul	APFF	2,319.8	1980	Chiapas
Cascada de Basaseachic	PN	5,878.7	1981	Chihuahua
Cerro de La Silla	MN	5,983.5	1991	Nuevo León
Chamela-Cuixmala	RB	13,068.5	1993	Jalisco
Chan-Kin	APFF	12,211.5	1992	Chiapas
Cofre de Perote	PN	11,479.1	1937	Veracruz
Constitución de 1857	PN	5,011.2	1962	Baja California
Corredor Biológico Ajusco – Chichinautzin (Fracción I)	APFF	19,544.8	1988	México, Morelos, Distrito Federal
Corredor Biológico Ajusco – Chichinautzin (Fracción II)	APFF	16,678.5	1988	México, Morelos, Distrito Federal
Cuatrociénegas	APFF	83,496.9	1994	Coahuila
Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa	APRN	41,404.8	1938	Puebla
Cumbres de Majalca	PN	4,790.4	1939	Chihuahua
Cumbres de Monterrey	PN	175,717.5	1939	Nuevo León
Desierto de Los Leones	PN	1,952.0	1917	Distrito Federal
El Chico	PN	2,710.9	1982	Hidalgo
El Cimatarío	PN	2,489.0	1982	Querétaro
El Jabalí	APFF	5,016.0	1981	Colima

Cuadro 2. Continuación...

Área natural protegida	Categoría de manejo ¹	Área (ha)	Fecha decreto	Entidad Federativa
El Pinacate y Gran Desierto de Altar	RB	723,884.4	1993	Sonora
El Potosí	PN	2,150.1	1936	San Luis Potosí
El Tepozteco	PN	23,167.9	1937	Morelos, D. F.
El Triunfo	RB	120,186.8	1990	Chiapas
El Veladero	PN	3,627.5	1980	Guerrero
El Vizcaíno	RB	2,474,600.7	1988	Baja California Sur
Gogorrón	PN	36,590.3	1936	San Luis Potosí
Grutas de Cacahuamilpa	PN	1,619.1	1936	Guerrero
Insur. José María Morelos	PN	4,539.1	1939	Michoacán
Insur. Miguel Hidalgo y Costilla	PN	1,911.3	1936	México, D. F.
Iztaccíhuatl-Popocatepetl	PN	40,406.7	1935	México, Puebla, Morelos
La Encrucijada	RB	146,157.9	1995	Chiapas
La Michilía	RB	9,325.4	1979	Durango
La Primavera	APFF	30,412.4	1980	Jalisco
La Sepultura	RB	168,237.2	1995	Chiapas
Lacan - Tun	RB	63,563.6	1992	Chiapas
Lagunas de Chacahua	PN	15,012.2	1937	Oaxaca
Lagunas de Montebello	PN	6,433.4	1959	Chiapas
Lagunas de Zempoala	PN	4,536.9	1936	México -Morelos
Maderas Del Carmen	APFF	207,269.1	1994	Coahuila
Malinche o Metlalcuéyatl	PN	45,276.7	1938	Tlaxcala – Puebla
Mariposa Monarca	RB	55,935.3	1986	Michoacán, México
Montes Azules	RB	329,207.8	1978	Chiapas
Nevado de Colima	PN	9,782.8	1936	Jalisco, Colima
Nevado de Toluca	PN	53,744.8	1936	México

Cuadro 2. Continuación...

Área natural protegida	Categoría de manejo ¹	Área (ha)	Fecha decreto	Entidad Federativa
Palenque	PN	1,717.6	1981	Chiapas
Pantanos de Centla	RB	302,106.0	1992	Tabasco
Papigochic	APFF	242,413.4	1939	Chihuahua
Pico de Orizaba	PN	19,506.3	1937	Veracruz, Puebla
Pico de Tancítaro	PN	23,283.5	1940	Michoacán
Sian Ka'an	RB	525,129.6	1986	Quintana Roo
Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui	APFF	92,186.6	1996	Sonora
Sierra de Álvarez	APFF	13,621.4	1981	San Luis Potosí
Sierra de Manantlán	RB	138,808.6	1987	Jalisco, Colima
Sierra de Quila	APFF	13,502.7	1982	Jalisco
Sierra de San Pedro Mártir	PN	73,350.7	1947	Baja California
Sierra del Abra Tanchipa	RB	21,260.9	1994	San Luis Potosí
Sierra Gorda	RB	381,188.1	1997	Querétaro
Sierra La Laguna	RB	111,275.2	1994	Baja California Sur
Sierra La Mojonera	APFF	9,278.7	1981	San Luis Potosí
Tutuacá	APFF	361,799.2	1937	Chihuahua
Uaymil	APFF	88,722.3	1994	Quintana Roo
Valle de Los Cirios	APFF	2,520,094.9	1980	Baja California
Yaxchilán	MN	2,637.8	1992	Chiapas
Yum Balam	APFF	152,588.6	1994	Quintana Roo

1. APFF: área de protección de flora y fauna; APRN: área de protección de los recursos naturales; MN: monumento natural; PN: parque nacional; RB: reserva de la biosfera.

Cuadro 3. Categorías de manejo establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN *et al.* 1994).

Categoría	Definición	Objetivos	Correspondencia con categorías de la CONANP
IA	Reserva Natural Estricta: protegida manejada principalmente con fines científicos.	Área que posee algún ecosistema, rasgo geológico o fisiológico y/o especies destacados o representativos, destinada a actividades de investigación científica y/o monitoreo ambiental.	Santuarios, zonas núcleo de reservas de la biosfera y de algunas áreas de protección de flora y fauna que están zonificadas.
IB	Área Natural Silvestre: protegida manejada principalmente con fines de protección de la naturaleza	Superficie de tierra o mar no modificada o ligeramente modificada, no está habitada permanentemente y se protege y maneja para preservar su condición natural.	
II	Parque Nacional: protegida manejada principalmente para la conservación de ecosistemas y con fines de recreación	Área designada para proteger la integridad ecológica de los ecosistemas, excluye los tipos de explotación u ocupación hostiles al propósito con el cual fue designada el área; proporciona un marco para actividades espirituales, científicas, educativas, recreativas y turísticas, compatibles desde el punto de vista ecológico y cultural.	Parques nacionales
III	Monumento Natural: protegida manejada para la conservación de rasgos naturales específicos	Área que contiene características naturales o culturales de valor destacado o excepcional .	Monumentos naturales y algunos parques nacionales.

Cuadro 3. Continuación...

Categoría	Definición	Objetivos	Correspondencia con categorías de la CONANP
IV	Área de Manejo de hábitat/especies: protegida manejada para la conservación, con gestión	Área terrestre o marina sujeta a intervención activa con fines de manejo, para garantizar el mantenimiento del hábitat o satisfacer las necesidades de ciertas especies.	
V	Paisaje Terrestre y Marino Protegido: área protegida manejada para la conservación de paisajes terrestres y marinos y con fines recreativos	Superficie en la cual las interacciones del ser humano y la naturaleza a lo largo de los años ha producido una zona de carácter definido con importantes valores estéticos, ecológicos o culturales, y que alberga una rica diversidad biológica. Para conservar la integridad de esta interacción tradicional que es esencial para el mantenimiento y la evolución del área.	
VI	Área Protegida con Recursos Manejados: área protegida manejada principalmente para la utilización sostenible de los ecosistemas naturales	Área donde predominan sistemas naturales no modificados, objeto de actividades de manejo para garantizar el mantenimiento de la diversidad biológica y proporcionar al mismo tiempo un flujo sostenible de productos naturales y servicios para satisfacer las necesidades de las comunidades.	La mayoría de las áreas de protección de flora y fauna y un áreas de protección de los recursos naturales. Las zonas de amortiguamiento de las reservas de la biosfera y de algunas áreas de protección de flora y fauna que están zonificadas

Cuadro 4. Características de 17 reservas de la biosfera.

Reserva de la biosfera	Acrónimo	Superficie (ha)	Tipos de vegetación predominantes ¹	Amenazas más importantes ²
Calakmul	CK	719,809	Selva alta, mediana y baja subperennifolia, vegetación hidrófita.	Crecimiento poblacional, cacería de subsistencia y furtiva, CUSV por agricultura de roza, tumba y quema, saqueo de madera, tráfico ilegal de flora y fauna silvestres, colonización, carreteras y caminos, infraestructura turística, falta de regularización de tierras, crecimiento demográfico Conflictos de la dirección de la reserva con la población. Falta de coordinación entre instituciones y asociaciones.
Chamela-Cuixmala	CC	13,068	Selva baja caducifolia, mediana subperennifolia, humedales, vegetación de dunas costeras y matorral xerófilo.	Proyectos carreteros y de infraestructura turística, cacería, tráfico de especies silvestres, introducción de especies exóticas, CUSV por actividades agropecuarias.
El Pinacate y Gran Desierto de Altar	PDA	723,884	Matorral inerme, vegetación halófila, vegetación de dunas costeras.	Ganadería marginal y no sostenible. Introducción de malezas invasoras a lo largo de los caminos y en las dunas, y de peces no nativos en las fuentes de agua.

Cuadro 4. Continuación...

Reserva de la biosfera	Acrónimo	Superficie (ha)	Tipos de vegetación predominantes ¹	Amenazas más importantes ²
El Triunfo	ET	120,186	Bosque mesófilo de montaña, bosque templado subhúmedo, selva alta perennifolia.	CUSV por agricultura y ganadería, prácticas agrícolas inadecuadas (agroquímicos), incendios forestales, cacería, extracción de especies maderables y no maderables, cultivos ilegales (estupefacientes), conflictos agrarios y sociopolíticos, crecimiento poblacional
El Vizcaíno	EV	2,474,600	Matorral xerófilo micrófilo, bosque de pino, vegetación halófito de dunas costeras y manglar.	Expansión agropecuaria (aunque limitada), pesca ilegal, urbanización incipiente, cacería ilegal, tráfico de especies, impacto de salinas, manejo de desechos sólidos.
La Encrucijada	LE	146,157	Manglar, selva baja inundable de zapotonales, humedales y reductos de selva mediana y baja subperennifolia.	Deforestación y erosión, alteración de recursos hídricos, incendios asociados a la agricultura y a la cacería furtiva.
La Michilía	LM	9,325	Pastizal, bosque de encino-pino, bosque de pino, humedales y vegetación riparia.	Cambio en el uso del suelo, cacería, incendios, presión demográfica y urbanización.
La Sepultura	LS	168,237	Bosque mesófilo de montaña, selva baja caducifolia y chaparral de niebla.	Impacto de ganadería extensiva y agricultura tradicional (roza-tumba-quema), contaminación y azolve de cauces, asentamientos humanos, incendios forestales.

Cuadro 4. Continuación...

Reserva de la biosfera	Acrónimo	Superficie (ha)	Tipos de vegetación predominantes ¹	Amenazas más importantes ²
Lacan - Tun	LT	63,563	Selva alta perennifolia.	Crecimiento poblacional por inmigración, incendios, tala de maderas preciosas, tráfico de especies silvestres, falta de consolidación de estructura administrativa y de manejo de recursos naturales
Mariposa Monarca	MM	55,935	Bosque de oyamel, bosque de pino-encino, pastizal.	Asentamientos humanos, (la mancha urbana de Zitácuaro), explotación forestal, tala clandestina, incluso en las zonas núcleo, incendios, plagas forestales, erosión, cacería furtiva.
Montes Azules	MA	329,207	Selva alta perennifolia y mediana subcaducifolia, bosque de pino-encino y sabana.	Indefinición en la tenencia de la tierra, falta de aplicación del marco legal, incremento de los asentamientos (inmigración, 1994) y crecimiento poblacional, incendios forestales, deforestación y cambio de uso del suelo, pérdida de la práctica agrícola tradicional, ganadería extensiva, cacería furtiva, conflictos políticos y sociales que obstaculizan el trabajo de las comunidades y el desarrollo de acciones institucionales, uso inadecuado de agroquímicos, tala selectiva de especies maderables preciosas.

Cuadro 4. Continuación...

Reserva de la biosfera	Acrónimo	Superficie (ha)	Tipos de vegetación predominantes ¹	Amenazas más importantes ²
Pantanos de Centla	PC	302,106	Humedales, selva mediana y baja subperennifolia.	Quemas periódicas de la vegetación, contaminación industrial, agrícola y urbana por asentamientos humanos en las áreas cercanas a la zona núcleo. Efectos del desarrollo de la explotación petrolera, desarrollo desordenado de la agricultura, tráfico ilegal de recursos.
Sian Kaan	SK	525,129	Selva mediana y baja subperennifolia, selva baja caducifolia, humedales, vegetación de dunas costeras y arrecifes.	Expansión del turismo, sobrepesca, incendios forestales, contaminación del agua y deterioro de estuarios, manglares y arrecifes.
Sierra de Manantlán	SM	138,808	Bosque de pino-encino y de oyamel, bosque mesófilo de montaña, selva mediana subcaducifolia, sabana, bosque de encino.	Ganadería extensiva y cacería furtiva, conflictos por tenencia de la tierra, uso de pastos, aprovechamiento forestal.
Sierra del Abra Tanchipa	SAT	21,260	Selva mediana y baja subperennifolia, selva baja caducifolia, selva baja espinosa caducifolia y encinares.	Tala clandestina, impacto de la industria cementera en zonas aledañas, cambio en el uso del suelo para ganadería extensiva, introducción de especies exóticas y cacería furtiva.

Cuadro 4. Continuación...

Reserva de la biosfera	Acrónimo	Superficie (ha)	Tipos de vegetación predominantes ¹	Amenazas más importantes ²
Sierra Gorda	SG	381,188	Selva subcaducifolia y caducifolia, matorral xerófilo, pastizal, bosque templado subhúmedo, bosque mesófilo de montaña, vegetación acuática y subacuática.	Deforestación con fines agropecuarios y por consumo de leña, contaminación de cauces y suelos, cacería furtiva, manejo de desechos sólidos, incendios forestales, erosión.
Sierra La Laguna	SL	111,275	Bosque de coníferas, selva alta perennifolia, palmar, matorral y bosques de pino-encino.	CUSV por ganadería extensiva y extracción forestal maderable y no maderable. Tala clandestina.

1. (CONANP 2003) 2. Las amenazas más importantes fueron obtenidas de los programas de manejo, de reportes de los programas Parks in Peril (www.parksinperil.org) y Parks Watch (www.parkswatch.org) e INE (1995).

LITERATURA CITADA

- Abdi, H. 2007. The Bonferonni and Sidák corrections for multiple comparisons, pp: 1-9, en: Encyclopedia of Measurement and Statistics (Salkind, N., ed.), Sage, Thousand Oaks, California.
- Agarwal, A. y C. C. Gibson. 1999. Enchantment and disenchantment: the role of community in natural resource conservation. *World Development*, 27:629-649.
- Agrawal, A. 1997. The politics of development and conservation: legacies of colonialism. *Peace and Change*, 22: 463-482.
- Alarcón-Chaires, P. 2006. Riqueza ecológica versus pobreza social. Contradicciones y perspectivas del desarrollo indígena en Latinoamérica, pp: 41-70, en: *Pueblos indígenas y pobreza. Enfoques multidisciplinares* (Cimadamore, A. D., R. Eversole y J. McNeish, eds.), CLACSO-CROP, Buenos Aires.
- Angelsen, A. y D. Kaimowitz. 1999. Rethinking the causes of deforestation: lessons from economic models. *The World Bank Research Observer*, 14: 73-98.
- Antinori, C. y D. B. Bray. 2005. Community enterprises as entrepreneurial firms: economic and institutional perspectives from Mexico. *World Development*, 33:1529-1543.
- Asbjornsen, H. y M. S. Ashton. 2002. Community forestry in Oaxaca, Mexico. *Journal of Sustainable Forestry*, 15: 1-16.
- Barbier, E. B. 1997. The economic determinants of land degradation in developing countries. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 352: 891-899.
- Barbier, E. B. 2000. Links between economic liberalization and rural resource degradation in the developing regions. *Agricultural Economics*, 23: 299-310.

- Barbier, E. B. y J. C. Burgess. 2001. The economics of tropical deforestation. *Journal of Economic Surveys*, 15: 413-433.
- Barbieri, A., R. E. Bilborrow y W. K. Pan. 2005. Farm household lifecycles and land use in the Ecuadorian Amazon. *Population and Environment*, 27: 1-27.
- Batise, M. 1997. Biosphere reserves. A challenge for biodiversity conservation. *Environment*, 39: 7-33.
- Benhin, J. K. 2006. Agriculture and deforestation in the tropics: a critical theoretical and empirical review. *Ambio*, 35: 9-16.
- Bhagwat, S. A., N. D. Brown, T. Evans, S. Jennings y P. Savill. 2001. Parks and factors in their success. *Science*, 293: 1045-1047.
- Bhagwat, S. A., C. G. Kaushalappa, P. H. Williams y N. D. Brown. 2005. The role of informal protected areas in maintaining biodiversity in the Western Ghats of India. *Ecology and Society*, 10: 8-28.
- Bilborrow, R. E. y H. W. O. Okoth-Ogendo. 1992. Population driven changes and agricultural intensification in developing countries, pp: 171-207, en: *Population and Environment. Rethinking the Debate* (Arizpe, L., M. P. Stone y D. C. Major, eds.), Westview Press, San Francisco.
- Blaikie, P. y S. Jeanrenaud. 1997. Biodiversity and human welfare, pp: 46-70, en: *Social Change and Conservation* (Ghimire, K. B. y M. P. Pimbert, eds.), Earthscan Publications, Londres.
- Brandon, K., K. H. Redford y S. E. Sanderson. 1998. *Parks in Peril. People, Politics, and Protected Areas*. The Nature Conservancy y Island Press, Washington, D. C.
- Brandon, K., L. J. Gorenflo, A. S. L. Rodrigues y R. W. Waller. 2005. Reconciling biodiversity conservation, people, protected areas, and agricultural suitability. *World Development*, 33: 1403-1418.

- Bray, D. B. 1991. The struggle for the forest: conservation and development in the Sierra de Juárez. *Grassroots Development*, 15: 12-25.
- Bray, D. B., L. Merino-Pérez y D. Barry. 2005. *The community forests of Mexico: managing for sustainable landscapes*. University of Texas Press, Austin.
- Bray, D. B., L. Merino-Pérez, P. Negrero-Castillo, G. Segura-Warnholtz, J. M. Torres-Rojo y H. F. M. Vester. 2003. Mexico's community-managed forests as a global model for sustainable landscapes. *Conservation Biology*, 17: 672-677.
- Bray, D. B., L. Merino-Pérez, P. Negrero-Castillo, G. Segura-Warnholtz, J. M. Torres-Rojo y H. F. M. Vester. 2003. Mexico's community-managed forests as a global model for sustainable landscapes. *Conservation Biology*, 17: 672-677.
- Brooks, J. S., M. A. Franzen, C. M. Holmes, M. N. Grote y M. Borgerhoff. 2006. Testing hypotheses for the success of different conservation strategies. *Conservation Biology*, 20: 1528-1538.
- Bruner, A. G., R. E. Gullison, R. E. Rice y G. A. B. da Fonseca. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science*, 291: 125-128.
- Calva, J. L. 1993. *Alternativas para el campo mexicano*. Fontamara, PUAL-UNAM y Fundación Friedrich Ebert, México, D. F.
- Carabias, J., V. Arriaga y V. Cervantes. 1994. Los recursos naturales de México y el desarrollo, pp: 303-345, en: *Desarrollo, Desigualdad y Medio Ambiente* (Pascual Moncayo, P. y J. Woldenberg, eds.). Cal y Arena, México, D. F.
- Carey, C., N. Dudley y S. Stolton. 2000. *Squandering paradise?* WWF, Gland.
- Caro, T. M. 2001. Species richness and abundance of small mammals inside and outside an African national park. *Biological Conservation*, 98: 251-257.

- Carr, D. L. 2004. Proximate population factors and deforestation in tropical agricultural frontiers. *Population and Environment*, 25: 585-612.
- Carr, D. L., L. Suter y A. Barbieri. 2005. Population dynamics and tropical deforestation: state of the debate and conceptual challenges. *Population and Environment*, 27: 89-113.
- Challenger, A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Nacional Autónoma de México y Sierra Madre, México, D. F.
- Chape, S., J. Harrison, M. Spalding e I. Lysenko. 2005. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Biological Sciences*, 360: 443-455.
- Chapela, G. y D. Barkin. 1995. Monarcas y Campesinos. Estrategia de Desarrollo Sustentable en el Oriente de Michoacán. Centro de Ecología y Desarrollo, México, D. F.
- Chase, T. N., R. A. Pielke, T. G. F. Kittel, R. R. Nemani y S. W. Running. 2000. Simulated impacts of historical land cover changes on global climate in northern winter. *Climate Dynamics*, 16: 93-105.
- Colchester, M. 1997. Salvaging nature: indigenous peoples and protected areas, pp: 97-130, en: *Social Change and Conservation* (Ghimire, K. B. y Pimbert, M. P., eds.). Earthscan, Londres.
- Colchester, M. 2000. Self-determination or environmental determinism for indigenous peoples in tropical forest conservation. *Conservation Biology*, 14: 1365-1367.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998. La Diversidad Biológica de México: Estudio de País. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.

- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2000. Grado de Marginación a Nivel Localidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2003. Mapa de Áreas Naturales Protegidas Federales de México. 1:250,000. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, D. F.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2004. México. Biodiversidad que asombra al mundo. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2007. Un Nuevo Ciclo de Vida. Logros 2007. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México, D. F.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). 1991. Índices de Marginación Municipal 1990. Consejo Nacional de Población, México, D. F.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2000. Población, Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Dos Estudios de Caso. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Consejo Nacional de Población y Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede México. México, D. F.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2001. Índices de Marginación Municipal 2000. Consejo Nacional de Población, México, D. F.
- COTECOCA y SARH (Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero y Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). 1988. Memorias de Coeficientes de Agostadero, años 1972-1986. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, D. F.
- Dale, V. H., S. M. Pearson, H. L. Offerman y R. V. O'Neill. 1994. Relating patterns of land-use change to faunal biodiversity in the Central Amazon. *Conservation Biology*, 8: 1024-1036.

- de Sherbinin, A. y M. Freudenberger. 1998. Migration to protected areas and buffer zones: can we stem the tide? *Parks*, 8: 38-53.
- Durand, L. 2003. ¿Para qué sirven las áreas naturales protegidas? *Ecología Política*, 25: 103-110.
- Ericson, J. A. 2006. A participatory approach to conservation in the Calakmul Biosphere Reserve, Campeche, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, 74: 242-266.
- Ervin, J. 2003a. Protected area assessments in perspective. *Bioscience*, 53: 819-822.
- Ervin, J. 2003b. Rapid assessment of protected area management effectiveness in four countries. *Bioscience*, 53: 833-841.
- Fabricious, C., M. Burger y P. A. R. Hockey. 2003. Comparing biodiversity between protected areas and adjacent rangeland in xeric succulent thicket, South Africa: arthropods and reptiles. *Journal of Applied Ecology*, 40: 392-403.
- Ferraro, P. J. y S. K. Pattanayak. 2006. Money for nothing? A call for empirical evaluation of biodiversity investments. *PlosBiology*, 4: 482-488.
- Figuerola, F. 2002. Análisis socioambiental en La Montaña de Guerrero: un enfoque cuantitativo. Tesis (Maestría en Ciencias), Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Figuerola, F. y V. Sánchez-Cordero. 2008. Effectiveness of Natural Protected Areas to prevent land use and land cover change in Mexico. *Biodiversity and Conservation*. DOI: 10.1007/s10531-008-9423-3
- Friedman, S. K. y E. H. Zube. 1992. Assessing landscape dynamics in a protected area. *Environmental Management*, 16: 363-370.
- García-Gil, G., I. March-Mifsut y M. A. Castillo-Santiago. 2001. Transformación de la vegetación por cambio de uso del suelo en la reserva de la biosfera Calakmul, Campeche. *Investigaciones Geográficas*, 46: 45-57.

- García-Gil, G. y J. M. Pat. 2000. Apropiación del espacio y colonización en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. *Revista Mexicana del Caribe*, 10: 212-231.
- Geist, H. J. y E. F. Lambin. 2002. Proximate and underlying driving forces of tropical deforestation. *Bioscience*, 52: 143-150.
- Gerritsen, P. 1998. Community development, natural resource management and biodiversity conservation in the Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, Mexico. *Community Development Journal*, 33: 314-324.
- Gerritsen, P., M. Montero y P. Figueroa. 2003. El mundo es un espejo. Percepciones campesinas de los cambios ambientales en el occidente de México. *Economía, Sociedad y Territorio*, IV: 253-278.
- Gerritsen, P. y F. Wlertsum. 2005. Farmer and conventional perspectives on conservation in Western Mexico. *Mountain Research Development*, 25: 30-36.
- Gerritsen, P. y J. D. van der Ploeg. 2006. Dinámica espacial y temporal de la ganadería extensiva: estudio de caso de la Sierra de Manantlán en la costa sur de Jalisco. *Relaciones*, 108: 165-191.
- Ghimire, K. B. y M. P. Pimbert (eds.). 1997a. *Social Change and Conservation. Environmental Politics and Impacts of National Parks and Protected Areas*. Earthscan, Londres.
- Ghimire, K. B. y M. P. Pimbert. 1997b. *Social Change and Conservation: an overview of issues and concepts*, pp: 1-45, en: *Social Change and Conservation* (Ghimire, K. B. y M. P. Pimbert, eds.) Earthscan, Londres.
- Gómez-Pompa, A. y A. Kaus. 1992. Taming the wilderness myth, pp: en: *The Great Wilderness Debate* (Callicot, J. B. y M. P. Nelson, eds.). The University of Georgia Press, Georgia.
- Goodman, P. S. 2003. Assessing management effectiveness and setting priorities in protected areas in KwaZulu-Natal. *Bioscience*, 53: 843-850.

- Graf, S. H., E. J. Jardel, E. Santana y M. Gómez. 2001. Instituciones y gestión de reservas de la biosfera: el caso de la Sierra de Manantlán, México, pp: 93-108, en: La Investigación Interdisciplinaria en las reservas de la biosfera (A. E. Toribio y C. Soruco, eds.) Comité MAB Argentino y Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Buenos Aires.
- Guerra-Martínez, V. y S. Ochoa-Gaona. 2005. Identificación y variación de la vegetación y uso del suelo en la reserva Pantanos de Centla, Tabasco (1990-2000) mediante sensores remotos y sistemas de información geográfica. *Ra Ximhai*, 1: 325-346.
- Haenn, N. 2000. "Biodiversity is diversity in use". Community-based conservation in the Calakmul Biosphere Reserve. The Nature Conservancy, Arlington.
- Harvey, C. A., O. Komar, R. Chazdon, B. G. Ferguson, B. Finegan, D. M. Griffith, M. Martínez-Ramos, H. Morales, R. Nigh, L. Soto-Pinto, M. van Breugel y M. Wishnie. 2008. Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspots. *Conservation Biology*, 22: 8-15.
- Hayes, T. M. 2006. Parks, people, and forest protection: an institutional assessment of effectiveness. *World Development*, 34: 2064-2075.
- Hockings, M. 1998. Evaluating management of protected areas: integrating planning and evaluation. *Environmental Management*, 22: 337-345.
- Hockings, M. 2003. Systems for assessing the effectiveness of management in protected areas. *Bioscience*, 53: 823-832.
- Houghton, R. A., J. L. Hackler y K. T. Lawrence. 1999. The U. S. carbon budget: contributions from land-use change. *Science*, 285: 574-578.
- Hurley, J. L. 2007. Economic and social change in the Lacandon community of Nahá. Tesis de Maestría en Antropología. Texas State University. San Marcos.

INE (Instituto Nacional de Ecología). 1995. Atlas de las Reservas de la Biosfera y otras áreas naturales protegidas. Instituto Nacional de Ecología, México, D. F.

INE (Instituto Nacional de Ecología). 1999. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera La Sepultura. SEMARNAP e INE, México, D. F.

INE (Instituto Nacional de Ecología). 2000. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. SEMARNAP-INE, México, D. F.

INE (Instituto Nacional de Ecología). 2001. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. SEMARNAP-INE, México, D. F.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1991. XI Censo General de Población y Vivienda 1990. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1993. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie 2. 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Dirección General de Geografía, Aguascalientes.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1994. VII Censo Agrícola-Ganadero. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000. Mapa de Carreteras de México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2001a. Mapa de Municipios de México, 2000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2001b. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Instituto de Nacional Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación (continuo nacional), serie 3, 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Dirección General de Geografía, Aguascalientes.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) e INE (Instituto Nacional de Ecología). 2007. Ecorregiones terrestres de México, 1:1,000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.

Islam, K. R. y R. R. Weil. 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79: 9-16.

IUCN (International Union for the Conservation of Nature). 1993. Parks for life: Report of the IVth World Congress on National Parks and Protected Areas. IVth World Congress on National Parks and Protected Areas. Gland.

IUCN (International Union for the Conservation of Nature). 1994. Guidelines for protected area management categories. World Conservation Union, Gland.

IUCN (International Union for the Conservation of Nature). 2004. Securing Protected Areas in the face of global change. Issues and strategies. International Union for the Conservation of Nature, Gland.

IUCN (International Union for the Conservation of Nature). 2005. Benefits beyond boundaries: Proceedings of the Vth IUCN World Parks Congress. The Vth IUCN World Parks Congress, Durban.

IUCN y WWF (International Union for de Conservation of Nature y World Wide Fund for Nature). 1999. Management effectiveness in forest protected areas. A proposal for a global

system of assessment. 3rd Meeting of the Intergovernmental Forum on Forests of the Commission on Sustainable Development. Génova.

Jardel, E. J., E. Santana y S. H. Graf. 2006. Investigación científica y manejo de la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán, pp: 217-232, en: Manejo, Conservación y Restauración de Recursos Naturales en México: Perspectivas desde la Investigación Científica (K. Oyama y A. Castillo, coords.). Siglo XXI. México, D. F.

Kinnard, M. F., E. W. Sanderson, T. G. O'Brien, H. T. Wibisono y G. Woolmer. 2003. Deforestation trends in a tropical landscape and implications for endangered large mammals. *Conservation Biology*, 17: 245-257.

Klepeis, P. y C. Vance. 2003. Neoliberal policy and deforestation in Southeastern Mexico: an assessment of the PROCAMPO program. *Economic Geography*, 79: 221-240.

Koch, E. 1997. Ecotourism and rural reconstruction in South Africa: reality or rhetoric? pp: 214-238, en: *Social Change and Conservation* (Ghimire, K. B. y M. P. Pimbert, eds.), Earthscan Publications, Londres.

Lambin, E. F., B. L. Turner, J. G. Helmut, S. B. Agbola, A. Angelsen, J. W. Bruce, O. T. Coomes, R. Dirzo, G. Fischer, C. Folke, P. S. George, K. Homewood, J. Imbernon, R. Leemans, X. Li, E. F. Moran, M. Mortimore, P. S. Ramakrishnan, J. F. Richards, H. Skanes, W. Steffen, G. D. Stone, U. Svedin, T. A. Veldkamp, C. Vogel y J. Xu. 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11: 261-269.

Leff, E. 2004. *Saber Ambiental. Sustentabilidad, Racionalidad, Complejidad, Poder*. Siglo XXI, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

- LGEEPA (Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente). 2000. Diario Oficial de la Federación. Gobierno Federal de los Estados Unidos Mexicanos, México, D. F.
- Lidlaw, R. K. 2000. Effects of habitat disturbance and protected areas of mammals of peninsular Malaysia. *Conservation Biology*, 14: 1639-1648.
- Little, P. D. 1994. The link between participation and improved conservation: a review of issues and experiences, pp. 347-372, en: *Natural Connections. Perspectives in Community Based Conservation* (Western, D., R. M. Wright y S. C. Strum, eds.) Island Press, Washington, D. C.
- Liu, J., M. Linderman, Z. Ouyang, L. An, J. Yang y H. Zhang. 2001. Ecological degradation in protected areas: the case of Wolong Nature Reserve for giant pandas. *Science*, 292: 98-101.
- Locke, H. y P. Dearden. 2005. Rethinking protected area categories and the new paradigm. *Environmental Conservation*, 32: 1-10.
- Lü, Y., B. Chen, B. Fu y S. Liu. 2003. A framework for evaluating the effectiveness of protected areas: the case of Wolong Biosphere Reserve. *Landscape and Urban Planning*, 63: 213-223.
- Mäki, S., R. Kalliola y K. Vuorinen. 2001. Road construction in the Peruvian Amazon: process, causes and consequences. *Environmental Conservation*, 28: 199-214.
- Manson, S. M. 2008. Does scale exist? An epistemological scale continuum for complex human-environment systems. *Geoforum* 39: 776-788.
- Margules, C. R. y R. L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature*, 405: 243-253.
- Márquez-Rosano, C. y Cruz-Morales, J. 2003. Diagnóstico social y diseño de estrategia operativa para la reserva de la biosfera La Sepultura, Chiapas. Universidad Autónoma de Chapingo. San Cristóbal de las Casas, Chiapas.
- Mas, J. 2005. Assessing protected area effectiveness using surrounding (buffer) areas environmentally similar to the target area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 105: 69-80.

- Mas, J. F. y B. A. Pérez-Vega. 2005. La representatividad del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP). *Gaceta Ecológica*, 74: 5-14.
- McKinney, M. L. 2002. Effects of national conservation spending and amount of protected area on species threat rates. *Conservation Biology*, 12: 539-543.
- McSweeney, K. 2005. Indigenous population growth in the lowland neotropics: social science insights for biodiversity conservation. *Conservation Biology*, 19: 1375-1384.
- Melo, C. 2002. *Áreas Naturales Protegidas de México en el siglo XX*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Merino-Pérez, L. 2003. Procesos de uso y gestión de los recursos naturales comunes, pp: 63-76, en: *Conservación de ecosistemas templados de montaña*. Sánchez, O., E. Vega, E. Peters y O. Monroy-Vilchis (eds.) Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- Merino-Pérez, L. y D. B. Bray. 2004. *La experiencia de las comunidades forestales en México*. SEMARNAT, INE y CCMSS, México, D. F.
- Merino-Pérez, L. y M. Hernández-Apolinar. 2004. Destrucción de instituciones comunitarias y deterioro de los bosques en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Sociología*, año LXVI: 261-309.
- Messina, J. P., S. J. Walsh, C. F. Mena y P. L. Delamater. 2006. Land tenure and deforestation patterns in the Ecuadorian Amazon: conflicts in land conservation in frontier settings. *Applied Geography*, 26: 113-128.
- Murray, G. D. 2005. Multifaceted measures of success in two Mexican marine protected areas. *Society and Natural Resources*, 18: 889-905.
- Mwamfupe, D. 1998. Demographic impacts on protected areas in Tanzania and option for action, pp: 3-14, en: *Population and Parks* (de Sherbinin, A., ed.), International Union for the Conservation of Nature, Gland.

- Nadal, A. 2003. Natural protected areas and social marginalization in Mexico. CEESP Occasional Papers, 1: 2-25.
- Nagendra, H., S. Pareeth y R. Ghate. 2006. People within parks -forest villages, land-cover change and landscape fragmentation in the Tadoba Andhari Tiger Reserve, India. *Applied Geography*, 26:96-112.
- Nepstad, D., S. Schwartznan, B. Bamberger, M. Santilli, D. Ray, P. Schlesinger, P. Lefebvre, A. Alencar, E. Prinz, G. Fiske y A. Rolla. 2006. Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. *Conservation Biology*, 20: 65-73.
- Nygreen, A. 2004. Contested lands in incompatible images: the political ecology of struggles over resources in Nicaragua's Indio-Maíz reserve. *Society and Natural Resources*, 17: 189-205.
- Ochoa-Gaona, S. y M. González-Espinosa. 2000. Land use and deforestation in the highlands of Chiapas, México. *Applied Geography*, 20: 17-42.
- Ochoa-Gaona, S., F. Hernández-Vázquez, B. H. J. de Jong y F. D. Gurri-García. 2007. Pérdida de diversidad florística ante un gradiente de intensificación del sistema agrícola de roza-tumba-quema: un estudio de caso en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 81:65-80.
- Ordóñez, M. O. y O. Flores-Villela. 1995. Áreas Naturales Protegidas en México. PRONATURA, México, D. F.
- Parrish, J. D., D. P. Braun y R. S. Unnasch. 2003. Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *Bioscience*, 53: 851-860.
- Pearce, D. 1990. Población, pobreza y medio ambiente. *Pensamiento Iberoamericano*, 18: 223-258.
- Perz, S. G. 2002. The changing social contexts of deforestation in the Brazilian Amazon. *Social Science Quarterly*, 83: 35-52.

- Pichón, F. J. 1997. Settler households and land-use patterns in the Amazon frontier: farm-level evidence from Ecuador. *World Development*, 25: 67–91.
- Pimbert, M. P. y J. N. Pretty. 1997. Parks, people and professionals: putting 'participation' into protected-area management, pp: 297-330, en: *Social Change and Conservation* (Ghimire, K. B. y M. P. Pimbert, eds.). Earthscan, Londres.
- Poffenberger, M. 1994. The resurgence of community forest management in Eastern India, pp: 53-79, en: *Natural Connections. Perspectives in Community-Based Conservation* (Western, D., R. M. Wright y S. C. Strum, eds.). Island Press, Washington, D. C.
- Pressey, R. L., G. L. Wish, T. W. Barret y M. E. Watts. 2002. Effectiveness of protected areas in north-eastern New South Wales: recent trends in six measures. *Biological Conservation*, 106: 57-69.
- Pullin, A. S. y T. M. Knight. 2001. Effectiveness in conservation practice: pointers from medicine and public health. *Conservation Biology*, 15: 50-54.
- Rao, M., A. Rabinowitz y S. T. Khaing. 2002. Status review of the protected area system in Myanmar, with recommendations for conservation planning. *Conservation Biology*, 16: 360-368.
- Reyes-Hernández, H., S. Cortina, H. Perales, E. Kauffer y J.M. Pat. 2003. Efecto de los subsidios agropecuarios y apoyos gubernamentales sobre la deforestación durante el periodo 1990-2000 en la región de Calakmul, Campeche, México. *Investigaciones Geográficas*, 51: 88-106.
- Riezebos, H. T. y A. C. Loerts. 1998. Influence of land use change and tillage practice on soil organic matter. *Soil and Tillage Research*, 49: 271-275.
- Roberge, J. M. y P. Angelstam. 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology*, 18: 76-85.
- Robinson, J. G. 1993. The limits to caring: sustainable living and the loss of biodiversity. *Conservation Biology*, 7: 20-28.

- Rodrigues, A. S. L., S. J. Andelman, M. I. Bakarr, L. Boitani, T. M. Brooks, R. M. Cowling, L. D. C. Fixhpool, G. A. B. da Fonseca, K. J. Gaston, M. Hoffman, J. S. Long, P. A. Marquet, J. D. Pilgrim, R. L. Pressey, J. Schipper, W. Sechrest, S. N. Stuart, L. G. Underhill, R. W. Waller, M. E. J. Watts y X. Yan. 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature*, 428: 640-643.
- Román-Cuesta, R. M. y J. Martínez-Vilalta. 2006. Effectiveness of protected areas in mitigating fire within their boundaries: case study of Chiapas, Mexico. *Conservation Biology*, 20: 1074-1086.
- Roy-Chowdhury, R. 2006. Landscape change in the Calakmul Biosphere Reserve, Mexico: Modeling the driving forces of smallholder deforestation in land parcels. *Applied Geography*, 26: 129-152.
- Ruiz, N. 2002. Turismo y transformaciones rurales. El caso de la Sierra Gorda de Querétaro, México. Presentado en el Congreso “Los desafíos locales ante la globalización” FLACSO-Sede Ecuador, 8 de noviembre de 2002.
- Ruiz, M. I. y R. Pedraza. 2007. Servicios ambientales en la reserva de la biosfera Sierra Gorda: pago e integración de productos ecosistémicos, pp:109-113, en: *Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica*. (G. Halfter, S. Guevara y A. Melic, eds.). Monografías Tercer Milenio, 6. S. E. A. Zaragoza.
- Sala, O. E., F. S. Chapin III, J. J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. F. Huenneke, R. B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D. M. Lodge, H. A. Mooney, M. Oesterheld, N. LeRoy Poff, M. T. Sykes, B. H. Walker, M. Walker y D. H. Wall. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287: 1770-1774.

- Sánchez-Azofeifa, G. A., C. Quesada-Mateo, P. González-Quesada, S. Dayanandan y K. S. Bawa. 1999. Protected areas and conservation of biodiversity in the tropics. *Conservation Biology*, 13: 407-411.
- Sánchez-Cordero, V., P. Illoldi-Rangel, M. Linaje, S. Sarkar y A. T. Peterson. 2005. Deforestation and extant distributions of Mexican endemic mammals. *Biological Conservation*, 126: 465-473.
- Singh, S. 1999. Assessing management effectiveness of wildlife protected areas in India. *Parks*, 9: 34-49.
- Stern, M. 2001. Parks and factors in their success. *Science*, 293: 1045-1047.
- Sundberg, J. 2003. Conservation and democratization: constituting citizenship in the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. *Political Geography*, 22: 715-740.
- Toledo, V. M. 1991. Bio-economic costs. Pp: 67-93, en: *Development or destruction. Deforestation and cattle ranching in Latinamerica*. Westviwe Press, San Francisco.
- Toledo, V. M., P. Alarcón-Chaires, P. Moguel, M. Olivo, A. Cabrera, E. Leyequien y A. Rodríguez-Aldabe. 2002. Pueblos indios y biodiversidad. *Biodiversitas*, 7: 1-8.
- Tucker, C. M. 2004. Community institutions and forest management in Mexico's Monarch Butterfly Reserve. *Society and Natural Resources*, 17: 569-587.
- Vandermeer, J. e I. Perfecto. 2006. The agricultural matrix and a future paradigm for conservation. *Conservation Biology*, 21: 274-277.
- Velázquez, A., A. Torres y G. Bocco. 2003. *Las enseñanzas de San Juan*. SEMARNAT, INE, Gobierno del Estado de Michoacán, México, D. F.
- Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco y J. M. Melillo. 1997. Human domination of earth's ecosystems. *Science*, 277: 494-499.

- Wells, M. 1992. Biodiversity conservation, affluence and poverty: mismatched costs and benefits and efforts to remedy them. *Ambio*, 21: 237-243.
- West, P., J. Igoe y D. Brockington. 2006. Parks and peoples: the social impact of protected areas. *Annual Review of Anthropology*, 35: 251-277.
- Western, D. 1994. Ecosystem conservation and rural development: the case of Amboseli, pp: 15-51, en: *Natural Connections: Perspectives in Community-based Conservation* (Western, D., R. M. Wright y S. C. Strum, eds.), Island Press, Washington, D. C.
- Western, D. y R. M. Wright (eds). 1994. The background to community-based conservation, pp: 1-14, en: *Natural Connections: Perspectives in Community-Based Conservation*. Island Press, Washington, D. C.
- Wilshusen, P. R., S. R. Brechin, C. L. Fortwangler y P. C. West. 2002. Reinventing a square wheel: critique of a resurgent "protection paradigm" in international biodiversity conservation. *Society and Natural Resources*, 15: 17-40.
- Woodroffe, R. y J. R. Ginsberg. 1998. Edge effects and extinction of populations inside protected areas. *Science*, 280: 2126-2127.
- Wright, D. A. y A. D. Leighton. 2002. Forest utilization in Oaxaca: a comparison of two communities. *Journal of Sustainable Forestry*, 15: 67-79.
- WWF (World Wide Fund for Nature). 2004. Are protected areas working? An analysis of forest protected areas by WWF. World Wide Fund for Nature International, Gland.
- Young, E. 1999. Local people and conservation in Mexico's El Vizcaino biosphere reserve. *Geographical Review*, 89: 364-390.