



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

INSTITUTO DE BIOLOGÍA
MANEJO INTEGRAL DE ECOSISTEMAS

EFFECTIVIDAD Y CAMBIO EN USO DE SUELO EN
LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA DE CHIAPAS

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

RUBÉN SALINAS GALICIA

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. VÍCTOR MANUEL G. SÁNCHEZ CORDERO DÁVILA
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM
COMITÉ TUTOR: DRA. ROSA IRMA TREJO VÁZQUEZ
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM
DR. JORGE ARTURO MEAVE DEL CASTILLO
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

MÉXICO, Cd. Mx. ENERO, 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Lic. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión del Subcomité por Campo de Conocimiento de Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 31 de octubre de 2016, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** del alumno **SALINAS GALICIA RUBÉN** con número de cuenta **303321583** con la tesis titulada **"Efectividad y cambio en uso de suelo en las Reservas de la Biosfera de Chiapas"**, realizada bajo la dirección del **DR. VÍCTOR MANUEL G. SÁNCHEZ CORDERO DÁVILA**:

Presidente: DRA. MARÍA FERNANDA FIGUEROA DÍAZ ESCOBAR
Vocal: DR. ROBERTO BONIFAZ ALFONZO
Secretario: DRA. ROSA IRMA TREJO VÁZQUEZ
Suplente: DR. ARTURO GARCÍA ROMERO
Suplente: DR. JORGE ARTURO MEAVE DEL CASTILLO

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, Cd. Mx., a 10 de enero de 2017.

M. del Coro Arizmendi
DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA
COORDINADORA DEL PROGRAMA



c.c.p. Expediente del (la) interesado (a).

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por las becas otorgadas.

Al Programa de Apoyo a los Estudios de Posgrado de la UNAM por los apoyos concedidos para asistir a congresos y estancias.

Al Dr. Víctor Manuel G. Sánchez Cordero Dávila, director de esta tesis. A los miembros del comité tutor, Dra. Rosa Irma Trejo Vázquez y Dr. Jorge Arturo Meave del Castillo, quienes apoyaron trascendentalmente el proyecto.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Al Dr. Víctor Sánchez Cordero, quien a pesar de sus múltiples ocupaciones, me permitió ingresar a su laboratorio. A los doctores Irma Trejo y Jorge Meave, miembros del comité tutor, quienes guiaron significativamente este trabajo. A los demás miembros del jurado, los doctores Fernanda Figueroa, Roberto Bonifaz y Arturo García, que hicieron valiosos aportes durante la realización de la tesis y en su revisión final.

Al Dr. Arturo Sánchez Azofeifa y la Dra. Kayla Stan, de la Universidad de Alberta en Canadá, quienes me recibieron y apoyaron para realizar una parte de la investigación.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, mi verdadero hogar, institución a la que debo gran parte de lo que soy.

Especial mención merece Rocío González Acosta, de la oficina de posgrado del Instituto de Biología. Sin su siempre amable disposición y ayuda, la tramitología sería más difícil para todos los estudiantes del IB.

A todos los miembros del laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, que han aportado diversas experiencias, conocimientos, pasteles y comidas.

A mi familia. Mi madre en primer lugar, a quien le debo más que la vida, que con ejemplo y amor siempre está para apoyarme. Mi hermano y mi sobrino, que también son inspiración y motivo.

A mis amistades, de todos lados. Los recabados durante mi paso por la Facultad de Ciencias, los encontrados durante la maestría, los que conocí en Canadá (procedentes de diversas partes del mundo: América, Europa, Asia, África, Oceanía). A los de baile, de las clases de salsa y bachata, a los de los sociales y las fotos. Y a todos los de otros tiempos y lugares. Gracias por su apoyo, sus palabras, sus abrazos, sus acciones, por estar ahí.

ÍNDICE

Resumen	6
Abstract	7
I. Introducción	8
I.1. Marco conceptual	10
I.2. Cambio en uso de suelo y efectividad de las Áreas Naturales Protegidas	13
I.3. Chiapas y sus Áreas Naturales Protegidas: contexto integral	15
I.4. Antecedentes y Justificación	19
I.5. Objetivos	21
II. Métodos	22
II.1. Reservas de la Biosfera	22
II.2. Determinación de cambio en uso de suelo y vegetación	23
II.3. Evaluación de la efectividad	26
II.4. Descripción socioeconómica	27
III. Resultados	29
III.1. Determinación de cambio en uso de suelo y vegetación	29
III.2. Efectividad de las Reservas de la Biosfera	58
III.3. Descripción socioeconómica	61
IV. Discusión	73
IV.1. Cambios por tipos de vegetación	73
IV.2. Dinamismo del cambio en uso de suelo	75
IV.3. Efectividad de las Reservas contra el cambio en uso de suelo	76
IV.4. Un acercamiento a la dimensión socioeconómica	80
IV.5. Resumen de las condiciones de cada Reserva de la Biosfera	84
IV.6. Perspectivas	88
V. Conclusiones	91
VI. Literatura Citada	93
VII. Anexos	
Anexo I Agregación de los tipos de uso de suelo y vegetación	102
Anexo II Cambios con el primer nivel de agregación	105
Anexo III Cambio en las AC y el resto del estado (segundo nivel)	107
Anexo IV Matrices de transición (segundo nivel)	109
Anexo V Matrices de transición (por cada Reserva)	110
Anexo VI Diagramas de transición	111

RESUMEN

El cambio en uso de suelo es una de las principales amenazas en el mundo para la biodiversidad y ante esto las Áreas Naturales Protegidas han sido la principal herramienta para la conservación. Sin embargo, su presencia por sí misma no garantiza la conservación y, aun dentro de ellas, puede ocurrir cambio en uso de suelo. Las Reservas de la Biosfera han sido señaladas como el mejor modelo de conservación para México, pero incluso éstas pueden tener problemas en la integridad de sus ecosistemas. En este proyecto se analizó el cambio en uso de suelo en una de las regiones más biodiversas de México, con un interés especial en el desempeño de las Reservas de la Biosfera de Chiapas. Se evaluó su efectividad en cuatro aspectos: integridad de la vegetación, antropización, regeneración y desplazamiento del cambio (*leakage* o *spillover*). Adicionalmente, se hizo una descripción de las características demográficas y socioeconómicas de cada reserva. Analizando mapas de uso de suelo de 1993, 2002 y 2011, así como datos de censos poblacionales de 2000 y 2010, se encontró que cada reserva presentó patrones diferentes de cambio en uso de suelo, si bien todas tuvieron problemas en al menos uno de los cuatro parámetros evaluados. Aunque las condiciones socioeconómicas pueden variar entre ellas, en general las personas que habitan dentro de sus límites tienen condiciones más adversas que la población fuera de ellas. Las acciones necesarias para mejorar el desempeño de las reservas deberán ser desarrolladas localmente para cada una, de manera que se deben estudiar a fondo los factores causales en cada contexto específico.

ABSTRACT

Land-use change is one of the main threats to biodiversity worldwide, and Natural Protected Areas have been the cornerstone tool for biodiversity conservation. However their mere presence does not guarantee conservation, and land-use change can occur within their borders. Biosphere Reserves have been recognized as the best conservation model for Mexico, but even they face some troubles related to the integrity of their ecosystems. Here I analyze land-use change in one of the most biodiverse regions in Mexico, paying special attention to the performance of Biosphere Reserves of Chiapas. I evaluated Biosphere Reserves effectiveness regarding four topics: vegetation integrity, anthropization, regeneration, and leakage or spillover effect. Additionally, I made a socioeconomic description for each reserve. Analyzing land-use maps of 1993, 2002 and 2011, and population census data from 2000 and 2010, I found different patterns for each Biosphere Reserve, although all of them had problems for at least one of the evaluated parameters. Despite important variability in the socioeconomic circumstances among Reserves, people living inside them tend to face more adverse conditions than those living outside. Actions needed to improve Biosphere Reserves effectiveness will have to be developed locally for each Biosphere Reserve, in order to determine land-use change drivers in each one of them.

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos anteriores a los registros históricos, los seres humanos han transformado los paisajes para mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales para su bienestar, y con el paso del tiempo han encontrado el modo de aumentar su capacidad de apropiación, particularmente desde la segunda mitad del siglo XX (Ramankutty *et al.*, 2006). Hoy en día casi toda la superficie habitable del planeta está dedicada de algún modo al uso e interés humano (Dale *et al.*, 2001). Aproximadamente el 26 % de la superficie continental está dedicada al pastoreo de ganado y otro 12 % a la agricultura, mientras que sólo 30 % está constituida por bosques (Foley *et al.*, 2005; Ramankutty *et al.*, 2008; FAO, 2009). Actualmente se reconoce la problemática ambiental global y la necesidad de proteger los espacios naturales que resguardan la biodiversidad y proporcionan los servicios ambientales necesarios para las sociedades humanas y su desarrollo. Cada vez es más urgente llevar a la práctica los esfuerzos de conservación, ya que con el paso del tiempo su implementación se vuelve más difícil y costosa (Fuller *et al.*, 2007).

El artículo 8° de la Convención sobre Diversidad Biológica establece la obligación de los países firmantes de adoptar la conservación *in situ* como medida indispensable (ONU, 1992). Una de las estrategias para proteger la biodiversidad y los ecosistemas ha sido la implementación de las Áreas Naturales Protegidas (de aquí en adelante ANP), mismas que se han convertido en el instrumento más socorrido para la conservación *in situ* (Chape *et al.*, 2005; García-Frapolli, 2012; Dudley *et al.*, 2014) y que actualmente cubren cerca del 15 % de la superficie continental (UICN, 2015).

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) define a las ANP como “un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados” (www.iucn.org). En México, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) señala que las ANP son “porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados” (www.conanp.gob.mx).

En México existen 176 ANP decretadas a nivel federal. Éstas se encuentran clasificadas en distintas categorías de manejo (www.conanp.gob.mx), dependiendo del tamaño y las actividades que se pueden desarrollar dentro de ellas, según los

lineamientos establecidos en la Ley General de Equilibrio Ecológico (DOF, 2014; ver Cuadro 1). Además de las ANP federales, existen áreas estatales, municipales, así como las destinadas voluntariamente a la conservación por los propietarios y pobladores locales. Por otra parte, en nuestro país la conservación *in situ* a través de las ANP se complementa con otros instrumentos, como las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre y el esquema de pago por servicios ambientales (Urquiza, 2009).

Cuadro 1. Categorías y superficie de las Áreas Naturales Protegidas federales en México (datos de www.conanp.gob.mx)

Categoría de ANP	Número	Superficie (km ²)	Proporción del territorio nacional (%)
Reserva de la Biosfera	41	126,527.87	6.44
Área de Protección de Flora y Fauna	38	67,408.75	3.43
Área de Protección de Recursos Naturales	8	44,400.78	2.26
Parque Nacional	66	13,985.17	0.71
Santuario	18	1,462.54	0.07
Monumento Natural	5	162.68	0.01
Total	176	253,947.79	12.93

Desafortunadamente, el decreto de un área protegida no siempre garantiza por sí mismo la protección del lugar, ya que existen distintos problemas relacionados con la efectividad de las ANP para conservar la biodiversidad (García-Frapolli *et al.*, 2009). Junto con el resto del sector ambiental, las ANP son uno de los rubros que menos atención reciben de los gobiernos, por lo que comúnmente operan en condiciones de escaso o nulo presupuesto y personal. Por ello se considera que algunas ANP sólo son “de papel”, pues cuentan con un decreto pero no con un manejo (Carey *et al.*, 2000). Muchas ANP están sujetas a presiones como el cambio en el uso de suelo, que es una de las principales causas de degradación y que conlleva a la pérdida de diversidad biológica y al incremento en la vulnerabilidad de grupos humanos (Sala *et al.*, 2000).

La efectividad de las ANP se puede estudiar desde tres enfoques (Ervin, 2003; Figueroa *et al.*, 2011): i) la efectividad del diseño o análisis de vacíos y omisiones; ii) la efectividad del manejo; y iii) la evaluación de la integridad ecológica. La efectividad de las ANP está relacionada con una diversidad de factores no sólo biológicos, ambientales y geográficos, sino también sociales, económicos e institucionales. Esto incluye las características socioeconómicas de las poblaciones que viven en las ANP y sus alrededores y que usan los recursos existentes en ellas, además de las políticas de gestión de las instituciones responsables (Figueroa *et al.*, 2009; Urquiza, 2009).

El presente trabajo se enmarca en el contexto de la evaluación de la efectividad de las áreas naturales protegidas, específicamente las Reservas de la Biosfera, con un enfoque en la integridad ecológica a través del análisis del cambio en el uso de suelo,

bajo el contexto de las condiciones socioeconómicas. Las Reservas de la Biosfera se distinguen por permitir, en algunas zonas de su territorio, el uso sustentable de los recursos y se ha sugerido que son la figura de protección más efectiva y adecuada en nuestro país, además de que ocupan la mayor superficie de ANP de México (Figuroa y Sánchez-Cordero, 2008; Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009; Cuadro 1).

I.1. MARCO CONCEPTUAL

Las ANP son un instrumento de política pública, por lo que analizar su efectividad implica evaluar no sólo algún aspecto biológico o ambiental, sino que hay que proyectar el análisis en un ámbito que requiere un enfoque más amplio. Por esta razón, para esta investigación se decidió trabajar dentro de un marco integral que incluye tanto aspectos biológicos como ambientales y humanos, eligiendo el enfoque de manejo de ecosistemas.

I.1.1. MANEJO DE ECOSISTEMAS Y ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

La mayoría de las ANP en México no son zonas desprovistas de población o influencia humana, sino que dentro de sus límites y/o a su alrededor suelen encontrarse asentamientos humanos cuyas actividades afectan de algún modo al ANP. Inclusive, en nuestro país la mayor parte de la superficie de las ANP tiene tenencia de la tierra social o privada (Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009). Es por ello que no basta con el manejo de especies silvestres o de las condiciones biofísicas de los ecosistemas.

Un enfoque que aborda de manera más integral los aspectos ecológicos y sociales es el llamado “manejo de ecosistemas” o enfoque “ecosistémico”. Brussard *et al.* (1998) definen el manejo de ecosistemas como el “manejo de áreas a diferentes escalas de modo que se conserven servicios ecológicos y recursos biológicos, donde también se realizan usos humanos apropiados”. Se trata de un enfoque antropocéntrico de la relación sociedad-naturaleza, ya que si bien contempla las bases científicas de la ecología, el propósito último es el bienestar humano en el contexto del llamado “desarrollo sustentable”. Reconoce que los procesos sociales, políticos, económicos y culturales están vinculados con la degradación de los ecosistemas y, por lo mismo, con el adecuado manejo que evite una mayor problemática ambiental (Binder *et al.*, 2013).

I.1.2. BASES ECOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE ECOSISTEMAS

Sin duda existen muchos más conceptos y conocimientos de la ecología que son necesarios para el manejo y la conservación de los ecosistemas, a continuación se mencionan algunos básicos.

Townsend *et al.* (2008) indican que “el término ecosistema es usado para denotar a la comunidad biológica junto con el ambiente abiótico en el cual se establece”. Las comunidades, por su parte, son conjuntos de poblaciones de distintas especies biológicas. Una población es un grupo de individuos de la misma especie que habitan en un área dada, lo que implica el apareamiento potencial entre los miembros de la población, por lo que la ésta es una unidad genética; además es un concepto espacial, pues requiere la definición de un límite (Smith y Smith, 2009).

Como se observa, la vida se puede organizar y estudiar en diferentes escalas. A partir de esta idea tenemos otro concepto importante para el manejo de ecosistemas: el de biodiversidad. Este término ha recibido muchas definiciones, dependiendo del contexto y tiempo en que se usa (Núñez *et al.*, 2003). Algunas veces, erróneamente se entiende sólo como la riqueza de especies, es decir, el número de especies distintas que hay en un lugar. Pero en realidad, la biodiversidad se expresa en distintos niveles de organización, de forma que tenemos desde diversidad genética hasta diversidad de ecosistemas, o incluso diversidad funcional, de manera que la biodiversidad se puede estudiar a diferentes escalas más allá del número de especies. Para conservar y manejar ecosistemas de manera adecuada, es fundamental tener un amplio conocimiento de los procesos y funciones ecológicas en sus distintos componentes y escalas (Dale *et al.*, 2001).

Todas las interacciones ecológicas se desarrollan en un espacio físico real, es decir, en un espacio geográfico, por lo que el análisis espacial de los ecosistemas es necesario para entender algunas de las dinámicas que suceden al interior de éste o en las zonas influenciadas por él. Por esta razón, la conservación de los ecosistemas tiene un componente inherentemente espacial (Pressey *et al.*, 2007).

De acuerdo con Dale *et al.* (2001) existen cinco elementos que tienen implicaciones para el manejo de los ecosistemas: tiempo, lugar, especies, disturbios y paisaje. Del *tiempo* se señala que los procesos ecológicos funcionan a diferentes escalas temporales, algunos ocurren más lento o más rápido que otros; además de que los ecosistemas cambian a través del tiempo. Del elemento *lugar* se dice que hay algunos factores locales climáticos, hidrológicos, edáficos y geomorfológicos, así como las interacciones bióticas, que afectan los procesos ecológicos, además de la abundancia y la distribución de la especie. Hay *especies* particulares que tienen efectos importantes y de gran escala, como las especies clave o las invasoras. En cuanto a los *disturbios*, el tipo, la intensidad y la duración del disturbio moldean las características de poblaciones, comunidades y ecosistemas. Finalmente, el tamaño, la forma y las relaciones espaciales de los tipos de cobertura en el *paisaje* afectan la dinámica de poblaciones, comunidades y ecosistemas.

I.1.3. BASES SOCIALES PARA EL MANEJO DE ECOSISTEMAS

Para un manejo adecuado de los ecosistemas es necesario analizar las acciones humanas que repercuten en ellos y viceversa. Los instrumentos de política pública, como productos de acciones humanas, pueden repercutir en la conservación de la biodiversidad de manera favorable o adversa. Entre los factores humanos que afectan a los ecosistemas se encuentran el cambio en el uso de suelo, el deterioro y la fragmentación de hábitats ocasionados por la agricultura y la ganadería, la construcción de infraestructura, que son actividades relacionadas al desarrollo económico y social de poblaciones locales y foráneas. En un mismo territorio se pueden encontrar programas públicos que fomentan la conservación y al mismo tiempo, también con recursos públicos, proyectos encaminados a la transformación de los ecosistemas con la justificación de promover el desarrollo; este tipo de situaciones fomenta la percepción de que la conservación de la biodiversidad es antagónica al desarrollo económico y social (CONABIO, 2012).

Otro aspecto importante a considerar es el costo social de la conservación, pues al implementarse medidas restrictivas, como las ANP, las personas que dependen directamente de los recursos naturales ven afectados sus medios de vida y sus derechos (Wilkie *et al.*, 2006). Sin un manejo adecuado de las políticas de conservación, se pueden exacerbar condiciones de marginación y pobreza, así como conflictos sociales entre las comunidades locales y las autoridades gubernamentales, o entre las mismas localidades (ver ejemplos en: Legorreta Díaz *et al.*, 2014).

Como se puede observar, existen al menos dos objetivos que conciliar, la conservación de la biodiversidad, y el desarrollo social. En el campo de la conservación, Sarkar (2012) distingue tres tipos de ideologías ambientalistas: (1) fundamentalismo ambiental: los valores naturales están por encima de los valores culturales humanos, la protección de la naturaleza es prioritaria y contraria a las necesidades humanas; (2) ambientalismo socialmente responsable: los valores naturales deben ser negociados con los valores humanos, ambos son importantes; (3) ambientalismo biocultural integrativo: de acuerdo con éste, los valores naturales no pueden ser seguidos satisfactoriamente sin simultáneamente seguir los valores culturales y viceversa, de hecho, los primeros están incluidos dentro de los segundos.

Es así que hay distintos enfoques para abordar la relación entre los procesos sociales y ecológicos, centrando objetivos más en el ambiente por sí mismo, por la humanidad o bien, un equilibrio entre ambas partes. El presente estudio pretende un enfoque que contemple este equilibrio, retomando el hecho de que las ANP no son zonas exentas de personas y que es necesaria la conservación de los ecosistemas que contemple una justicia socioambiental.

I.2. EL CAMBIO EN USO DE SUELO Y LA EFECTIVIDAD DE LAS ANP

El cambio en uso de suelo en este trabajo se entiende como la transformación de una superficie con un cierto uso, cobertura o vegetación, a uno distinto. Se ha observado que el cambio en uso de suelo tiene mayor impacto en los bosques que el cambio climático (Lewis *et al.*, 2015) y está afectando a nivel global la diversidad biológica, el clima local y regional y los servicios ecosistémicos vinculados con la capacidad de sostener las necesidades humanas, como la provisión de alimentos y el control de enfermedades (Lambin *et al.*, 2001; Chhabra *et al.*, 2006). El entendimiento de la dinámica de estos cambios tiene grandes implicaciones para el bienestar humano.

El análisis del cambio en el uso de suelo se puede realizar en dos etapas. La primera de ellas consiste en detectar los cambios en el paisaje, y la segunda en relacionar ese cambio con algún conjunto de factores causales. Entre las causas podemos distinguir dos tipos: aquellas que son próximas o directas, como la expansión de la frontera agrícola o la construcción de infraestructura, y las causas últimas o indirectas, las cuales actúan de manera más difusa y están relacionadas con variables sociales, políticas, económicas, demográficas y biofísicas, que inciden en la forma en que operan las causas directas (Geist *et al.*, 2006).

Puesto que la función primaria de las ANP es la conservación, se podría esperar que dentro de éstas los cambios en uso de suelo sean mínimos y los ecosistemas se encuentren lo más conservado posible, ya que se trata de una zona supuestamente protegida. Sin embargo, esto no es necesariamente cierto. Diversas causas han promovido el cambio en uso de suelo, la deforestación, fragmentación y degradación en el interior de muchas ANP después de que han sido decretadas. Por otra parte, el contexto histórico, social y de tenencia de la tierra en el cual fueron decretadas las ANP, particularmente en México, ha jugado un papel importante en la transformación de sus ecosistemas. Por esta razón surge la necesidad de evaluar si las ANP están cumpliendo con sus objetivos o no, con el propósito de tomar acciones que promuevan su efectividad.

Por otra parte, se ha observado que incluso cuando un ANP parece estar en buenas condiciones dentro de su polígono, el establecimiento de ésta provoca indirectamente una aceleración en el cambio en uso de suelo en sus alrededores (Andam *et al.*, 2008). Este efecto se conoce en inglés como *spillover* o *leakage*, y se basa en la idea de que si las ANP restringen exitosamente el acceso a los recursos, los usuarios de éstos necesitan reemplazarlos de zonas aledañas no protegidas (Ewers y Rodrigues, 2008). El cambio en uso de suelo que ocurre fuera de los límites administrativos de un ANP puede tener consecuencias negativas para el funcionamiento ecológico de las mismas y del paisaje en general (Hansen y DeFries, 2007). Este desplazamiento del cambio en uso de suelo debe incorporarse al análisis para evaluar correctamente el desempeño de las ANP (Bode *et al.*, 2015).

I.2.1. METODOLOGÍAS PARA EL ANÁLISIS DE EFECTIVIDAD Y CAMBIO EN USO DE SUELO

El análisis espacial del territorio es la principal herramienta para estudiar el cambio en uso de suelo y la efectividad de las ANP en cuanto su integridad ecológica. En este sentido, ha sido de vital importancia el desarrollo de tecnología relacionada a la percepción remota y los sistemas de información geográfica.

El uso de imágenes satelitales ha sido de gran ayuda para desarrollar estudios globales, nacionales, regionales y locales. La escala de estudio también hace necesario el uso de diferente tipo de información. Por ejemplo, para estudiar en una escala global, se suelen utilizar imágenes con resolución de uno o más kilómetros, que permiten observar sólo grandes cambios. En otro extremo, existen sensores con resolución de metros o incluso centímetros, adecuados para estudios muy locales.

En México, el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) ha desarrollado cartografía de uso de suelo y vegetación a partir de imágenes Landsat como principal insumo. Dichas imágenes tienen una resolución espacial de 30 m, pero los mapas de salida de INEGI tienen una escala 1:250,000. Este tipo de mapas no es adecuado para procesos muy finos de fragmentación, pero sí son útiles para establecer los patrones regionales o nacionales, y se han empleado en diferentes estudios de cambio en uso de suelo en nuestro país (por ejemplo: Mas *et al.*, 2005; Figueroa y Sánchez-Cordero, 2008).

Por otra parte, también existen diferentes formas de agregar la información en categorías o coberturas de la superficie, y por lo tanto en la medición del cambio en uso de suelo y la evaluación de la efectividad de las ANP. Lo más sencillo es distinguir “bosque” y “no bosque”, o bien se pueden distinguir más categorías como uso agrícola, zonas urbanas, selvas, matorrales, etc. Esto también depende de la escala de trabajo y de las fuentes cartográficas disponibles.

En las investigaciones de Figueroa (2008), Figueroa *et al.* (2009) y Figueroa *et al.* (2011), el centro de estudio es la dinámica de lo que denomina “superficies transformadas”, que son aquellas en las que predominan las actividades antrópicas. Otros estudios se limitan a la medición del cambio en superficie de áreas con vegetación. Sin embargo, existen otros factores y procesos importantes, como la sucesión y la regeneración, o el estado de conservación/perturbación de la vegetación remanente. Es importante tomar en cuenta el estado de la vegetación, pues se considera que más del 70 % de los bosques remanentes del mundo se encuentran degradados (Lewis *et al.*, 2015), por lo que conviene estudiar el estado de los bosques que se encuentran dentro de las ANP.

Por otra parte, es común que no se desglose la información por tipo de vegetación, y se haga un análisis de la cobertura forestal en general. Sin embargo, algunos ecosistemas podrían encontrarse más amenazados que otros, además de que cada tipo de vegetación tiene dinámicas ecológicas propias.

Una forma habitual de evaluar la efectividad de las ANP es comparar el estado de la vegetación al interior de su polígono con lo que ocurre directamente a su alrededor. Sin embargo, como ya se mencionó, el establecimiento de un ANP puede promover el cambio en uso de suelo en sus zonas aledañas. De este modo se estaría sobreestimando la efectividad de las ANP, ya que la degradación y procesos de cambio siguen existiendo, sólo que se han desplazado a su alrededor y por lo tanto es necesario considerar este efecto al evaluar una ANP.

I.3. CHIAPAS Y SUS ANP: CONTEXTO INTEGRAL.

México se encuentra dentro del selecto grupo de países megadiversos, que son aquellos que albergan tanto una gran diversidad biológica como cultural (CONABIO, 2006). Chiapas es uno de los mejores ejemplos de alta diversidad biológica y es la segunda entidad federativa del país con mayor número de endemismos (Aguilar-Sierra, 2011). La gran diversidad cultural de Chiapas está representada por los grupos étnicos que viven aquí: tzotziles, tzeltales, tojolabales, choles, lacandones y quelenes que forman parte de la familia maya; zoques, cercanos a los mixes de Oaxaca, y chiapanecas, de la familia chorotega u otomangue (Zebadúa, 2011).

En contraste, Chiapas también es un ejemplo de un territorio con grandes problemas ambientales. En él se ha perdido gran parte de la vegetación original y 657 especies se encuentran en la lista de la NOM-059 de especies amenazadas. Además, es uno de los estados con mayor concentración de pobreza, con más del 70 % de sus habitantes clasificados en este estatus (www.coneval.gob.mx). La entidad tiene también el índice de desarrollo humano más bajo y la mayor marginación en el país, lo cual se ve reflejado en graves rezagos socioeconómicos (Martínez, 2005; Cuadro 2).

Cuadro 2. Características sociodemográficas en el estado de Chiapas de acuerdo con datos del censo de población y vivienda de 2010 realizado por INEGI.

Característica sociodemográfica	Población (%)
Población mayor de 15 años analfabeta	17
Población mayor de 15 años con educación básica incompleta	43
Viviendas sin energía eléctrica	03
Viviendas sin drenaje	15
Viviendas con algún nivel de hacinamiento	45
Población activa con ingresos menores a dos salarios mínimos	55

Chiapas cuenta con un gran número de ANP y tiene todas las categorías federales de manejo. Por un lado, tiene un ANP calificada como una de las más efectivas para contener el cambio en el uso de suelo en nuestro país (Chan-Kin, Área de Protección de Flora y Fauna), y por otro lado también tiene la menos efectiva (Cañón del Sumidero, Parque Nacional); además, cuenta con siete Reservas de la Biosfera, algunas efectivas y otras no efectivas (Figuroa, 2008; ver Cuadro 3).

Cuadro 3. Áreas Naturales Protegidas federales en el estado de Chiapas.

Categoría ¹	Nombre	Superficie (km ²)	Fecha de decreto	IE ²	CE ²
APFF	Cascadas de Agua Azul	25.80	2000/06/07*	3.39	PE
APFF	Chan-Kin	121.85	1992/08/21	4.56	E
APFF	Metzabok	33.68	1998/09/23	NA	NA
APFF	Nahá	38.47	1998/09/23	NA	NA
APRN	La Frailescana	1,775.46	2007/11/27**	NA	NA
MN	Bonampak	43.57	1992/08/21	NA	NA
MN	Yaxchilán	26.21	1992/08/21	NA	NA
PN	Cañón del Sumidero	217.89	1980/12/08	1.09	NE
PN	Lagunas de Montebello	60.22	1959/12/16	3.43	PE
PN	Palenque	17.72	1981/07/20	3.58	PE
RB	El Triunfo	1,191.77	1990/03/13	3.62	PE
RB	La Encrucijada	1,448.68	1995/06/06	4.38	E
RB	La Sepultura	1,673.10	1995/06/06	2.95	NE
RB	Lacan-Tun	618.74	1992/08/21	3.57	PE
RB	Montes Azules	3,312	1978/01/12	4.12	E
RB	Selva El Ocote	1,012.88	2000/11/27***	NA	NA
RB	Volcán Tacaná	63.78	2003/01/28	NA	NA
S	Playa de Puerto Arista	0.63	2002/07/16****	NA	NA

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, S: Santuario. 2) Evaluación de Figuroa (2008), IE: Índice de efectividad, CE: Categoría de efectividad (NE: No efectiva, PE: Poco efectiva, E: Efectiva; NA: No fueron evaluadas en ese estudio). *) Fecha original de decreto: 1980/04/29, recategorizada posteriormente. **) Fecha original de decreto: 1979/03/20, recategorizada posteriormente. ***) Año original de decreto: 1972 como ANP estatal y 1982 como ANP federal. ****) Fecha original de decreto: 1986/10/29, recategorizada posteriormente. Datos de superficie y fechas de decreto provenientes de www.conanp.gob.mx.

I.3.1. CONTEXTO HISTÓRICO Y AMBIENTAL DE CHIAPAS

Chiapas se adhirió al Imperio Mexicano de Iturbide en 1821, antes formaba parte de la Audiencia de Guatemala (Olivera y Palomo, 2005; Zebadúa, 2011), y fue hasta 1824 que se incorporó como estado a la República Mexicana (Vásquez, 2005). Sin embargo, la

región del Soconusco mantuvo indefinidas las fronteras del estado y del país hasta finales del siglo XIX, cuando la disputa por esta región se resolvió con la firma de los Tratados de Límites en 1882 y 1894 (Olivera y Palomo, 2005; Hernández, 2012).

Al agregarse a México, debido a que durante trescientos años fue políticamente autónomo del resto del país, Chiapas mantuvo cierto carácter opuesto al poder central, de tipo conservador. Una pequeña minoría de nacionales y extranjeros adquirieron la mayoría de las tierras que aún pertenecían a los indígenas, quienes pasaron de ser campesinos a convertirse en peones o sirvientes, con un empobrecimiento progresivo de su población (Olivera y Palomo, 2005).

Hasta antes del Porfiriato, el cacao fue muy relevante económica y ambientalmente (Clarence-Smith, 2005). Posteriormente, Porfirio Díaz impulsó la región del Soconusco mediante las plantaciones de café y de grandes inversiones extranjeras que colonizaron y acapararon tierras. Las plantaciones cafetaleras avanzaron principalmente sobre terreno virgen y el café desplazó completamente al cacao como cultivo comercial. Un pequeño grupo de alemanes impulsó las plantaciones de café, tomando el control político y económico de la región.

Desde finales del siglo XIX, la vida de los habitantes del Soconusco y la Sierra Madre de Chiapas ha estado estrechamente vinculada a la economía cafetalera. La finca cafetalera fue por mucho tiempo el principal espacio social de los indígenas fronterizos. Cuando se marcaron los límites políticos, la población indígena quedó dividida por la línea fronteriza. A pesar de ello, los pueblos indígenas mantienen una estrecha relación con Guatemala, a través de redes comerciales y flujos migratorios que han posibilitado el desarrollo de la economía cafetalera (Hernández, 2012).

Durante la Colonia las partes altas de la Sierra Madre permanecieron desocupadas (Pérez, 2004). Posteriormente, la colonización se aceleró como consecuencia de la construcción del ferrocarril del Pacífico y después la carretera Panamericana. El reparto agrario en la Sierra Madre de Chiapas empezó en 1920 y terminó entre 1980 y 1984. A partir de la década de 1970 se agudizó la situación política por la presión demográfica, la ocupación de las mejores tierras por la ganadería y el gran número de jornaleros sin estabilidad laboral (Arreola-Muñoz, 2004). Actualmente, a pesar de la importancia de la economía cafetalera, la región de la Sierra está caracterizada por su pobreza y marginación, y se ha convertido en una zona de expulsión de mano de obra hacia otras partes del país y a los Estados Unidos de América (Hernández, 2012). La protección de áreas naturales en esta región comenzó en 1972, cuando se decretó la zona de El Triunfo como un área protegida estatal con 10,000 ha. En 1990 es ampliada y recategorizada como una Reserva de la Biosfera, de carácter federal, aunque fue hasta 1994 que tuvo personal (Arreola-Muñoz, 2004).

Otra región de Chiapas importante y muy estudiada es la Selva Lacandona. Durante la Colonia, los recursos naturales de esta zona no fueron ampliamente explotados como en otras regiones, debido a su lejanía e inaccesibilidad. La explotación comercial de los recursos naturales en la región Lacandona se dio desde finales del siglo

XIX, cuando se establecen compañías madereras tabasqueñas, explotando selectivamente la caoba. Sin embargo, fue hasta el siglo XX que se dio la explotación masiva de la selva. Destaca en este período la creación de la Compañía Forestal Lacandona S.A. Otros eventos que tuvieron fuertes impactos en la vegetación a partir de la segunda mitad del siglo pasado fueron la construcción del ferrocarril del sureste y la carretera fronteriza, así como de varias presas y la perforación de pozos de Petróleos Mexicanos (Zebadúa, 2011).

Por otra parte, diferentes factores como políticas agrarias, de colonización de la frontera, así como la pobreza, favorecieron movimientos migratorios. A la región Lacandona llegaron grupos tzotziles, tzeltales y choles provenientes de otras regiones del estado, sumándose a la escasa población de lacandones que habitaban dispersos en la Selva. En 1972 fue conformada la denominada *Comunidad Lacandona*, integrada en un principio sólo por los lacandones (lo que trajo conflictos con los otros grupos establecidos), y años más tarde se integraron los otros grupos indígenas, si bien la Comunidad siempre es presidida por los lacandones. En 1978 se decretó la Reserva Integral de la Biosfera Montes Azules (RIBMA) sobre el territorio de esta comunidad, generando un conflicto social al convertir espontáneamente en irregulares e ilegales a muchas localidades que ya se encontraban asentadas en la zona. En 1992 se decretaron el Parque Nacional Palenque y los Monumentos Naturales Yaxchilán y Bonampak. Fue hasta 1995 que se publicó el plan de manejo de la RIBMA, desconocido para la mayoría de los pobladores incluso hasta la elaboración de la segunda edición en 2010 (Durand *et al.*, 2012).

La región Lacandona ha sufrido diversos procesos sociales y de transformación ambiental, sobre todo en la última mitad del siglo XX, período en que el contexto cambió más que en todos los siglos anteriores de historia y cuya expresión más conocida es quizá el movimiento del Ejército Zapatista de Liberación Nacional, que salió a la luz pública en 1994 (De Vos, 2002). La Lacandona es una unidad siconatural cuya diversidad productiva ha estado ligada a la colonización y utilización de los recursos naturales, donde existe un panorama de gran complejidad social, étnica, política y económica (Leyva y Ascencio, 1996).

Otra región importante es la de la Selva El Ocote. Vásquez (1996) y Vásquez *et al.* (1996) presentan datos para esta región. De acuerdo con estos autores, en 1956 se inicia la construcción de la presa hidroeléctrica Nezahualcóyotl y con ello se desencadenaron una serie de eventos socioeconómicos que condujeron a la transformación de toda la zona. La Reserva Selva El Ocote fue decretada como ANP estatal desde 1972, pasando a carácter federal en 1982 como “zona de protección forestal y faúnica”. Algunos de los primeros asentamientos alrededor de El Ocote datan de 1964 al término de la construcción de la presa Nezahualcóyotl. Con su desarrollo se inundaron importantes áreas forestales, zonas arqueológicas y pueblos.

En general, en el estado de Chiapas el sector agropecuario ha sido un factor importante en el cambio en uso de suelo de los últimos años, al irse expandiendo la

frontera agropecuaria. El auge de esta expansión en Chiapas fue entre 1950 y 1970, cuando se desmontaron grandes superficies de selva por los estímulos al campo, como el cultivo de algodón, que en este período pasó de 50 a 25,000 ha. La ganadería pasó de 1,400,000 ha a 1,900,000 ha, o en cabezas de ganado, de 480,000 a 2,000,000. Este incremento en la producción y extensión territorial se dio gracias a créditos, buenos precios y compra de empresas extranjeras, además de la tecnificación dada por la denominada “revolución verde”. Otros cultivos beneficiados en este mismo período fueron el de café y el de maíz (Villafuente, 2009). Actualmente, Chiapas aporta cerca del 6.5 % del petróleo, 23 % del gas natural y 8 % de la electricidad del país (Zebadúa, 2011).

I.4. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

La evaluación de la efectividad de las ANP es un campo de investigación reciente, pero cada vez hay más esfuerzos e interés en él. Se han realizado evaluaciones en diferentes partes del mundo, utilizando diversos métodos y enfoques, y México no es la excepción.

A nivel de país, Cantú *et al.* (2004) hicieron una evaluación de las ANP federales existentes en México, así como una serie de áreas propuestas por la CONABIO para complementar esa red. Su análisis, basado en las características geofísicas y de biodiversidad, mostró que sólo las áreas ubicadas en altitudes superiores a 3000 m s.n.m. cumplían sus objetivos, representando menos de 1 % del territorio del país, y que con las áreas propuestas por CONABIO se llegaría hasta el 27 % del territorio, aunque la protección de estas áreas sería difícil de implementar, ya que cubriría zonas muy habitadas.

Posteriormente, también a nivel de país, Figueroa (2008) llevó a cabo otro estudio con el objetivo de analizar la efectividad de las ANP mexicanas para contener el cambio en el uso de suelo y cobertura de vegetación, tomando en cuenta el contexto socioeconómico. En un análisis detallado, encontró que las Reservas de la Biosfera y las Áreas de Protección de Flora y Fauna son los modelos que presentaron mayor número de áreas efectivas, mientras que los Parques Nacionales son los menos efectivos. Centrándose en las Reservas de la Biosfera (RB), se incluyeron a mayor profundidad las variables socioeconómicas (Figueroa *et al.*, 2009), aunque este aspecto sigue pendiente a una escala más regional o local. Esta misma evaluación fue reajustada metodológicamente más adelante (Figueroa *et al.*, 2011), llegando a conclusiones similares, aunque con variaciones para cada ANP en específico.

De manera más regional, en Chiapas Román-Cuesta y Martínez Vilalta (2006) hicieron un análisis de la efectividad de las ANP para contener incendios, y encontraron que las ANP no han funcionado adecuadamente. Figueroa (2014) hace una revisión sobre toda la información disponible para las ANP de la región Lacandona, particularmente el estado del conocimiento sobre vertebrados, así como de los procesos sociales ligados a la conservación de la biodiversidad.

Además, existen estudios con ANP específicas. Por ejemplo, Mendoza y Dirzo (1999, evaluaron la deforestación en la parte noroeste de la RIBMA y zonas aledañas, y concluyeron que las mayores tasas se presentaron en el primero de los dos períodos de tiempo analizados (1974-1981 y 1981-1991), principalmente fuera de los límites de la Reserva y asociados a la densidad de poblaciones humanas. En otro estudio similar, Flamenco-Sandoval *et al.* (2007) estudiaron el cambio en el uso de suelo en dos períodos (1986-1995 y 1995-2000) en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote y estimaron que entre 30 % y 85 % del Bosque remanente podría perderse dentro de los siguientes 25 años. En un contexto más social, hay estudios como el de Durand *et al.* (2012, 2014) sobre procesos de inclusión y exclusión social en el manejo de Montes Azules en la región de la Selva Lacandona. También se encuentra el trabajo de Cruz (2014) sobre factores de democracia y ciudadanía ambiental en la RB La Sepultura.

Para lograr la efectividad de las ANP, se requiere de una adecuada planeación y seguimiento, atendiendo distintos factores tanto biológicos y ambientales, como sociales, políticos y económicos. En este sentido y debido a su complejo contexto socioambiental, el estado de Chiapas ofrece en una sola demarcación una buena oportunidad de estudio, ya que cuenta con todos los tipos de ANP federales, y en mayor número están las Reservas de la Biosfera (siete), abarcando en total 932,000 ha, lo que representa el 94 % del total de la superficie de las ANP de Chiapas y el 12.7 % de la superficie total del estado.

Si bien Figueroa (2008) observó que a nivel de país las RB son las ANP que tienen mayor número de áreas efectivas, también existen casos contrarios: de las cinco RB chiapanecas que fueron evaluadas, dos fueron calificadas como efectivas, dos como poco efectivas y una como no efectiva (dos más no fueron evaluadas). Al ser el modelo de manejo que parece ser más eficiente, conviene profundizar en las características favorables, así como en los puntos débiles. Es así que las RB resultan de interés especial para analizar y entender las características que hacen que un ANP funcione o no.

Es por ello que, con la convicción de que es necesario evaluar la efectividad de las ANP no sólo una vez, sino periódicamente y con enfoques que abarquen diferentes aspectos que intervienen en dichos fenómenos, tanto sociales como biológicos, este trabajo se centra en el análisis de la efectividad y el cambio en el uso de suelo en las Reservas de la Biosfera de Chiapas. Los alcances temporales de este estudio no permiten ahondar completamente en los procesos sociales involucrados en el funcionamiento de las RB y su relación con la efectividad, pero se espera sentar algunas bases que den pie a investigaciones posteriores en este rubro.

I.5. OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio fue analizar la efectividad de las Reservas de la Biosfera de Chiapas para contener el cambio en el uso de suelo. De manera más particular se pretende (1) evaluar diferentes parámetros de efectividad de las Reservas de la Biosfera de Chiapas en dos décadas (2) analizar los cambios ocurridos, por tipo de vegetación, de las Reservas de la Biosfera en el estado de Chiapas, y (3) hacer una descripción socioeconómica de las localidades de las Reservas de la Biosfera de Chiapas.

II. MÉTODOS

II.1 RESERVAS DE LA BIOSFERA

En Chiapas existen siete Reservas de la Biosfera: El Triunfo, Lacan-Tun, La Encrucijada, La Sepultura, Montes Azules, Selva El Ocote y Volcán Tacaná. Éstas se encuentran distribuidas en diferentes zonas del estado y algunas de ellas colindan directamente con otras ANP, como es el caso de Montes Azules, que limita al este con la RB Lacan-Tun y al norte con el Monumento Natural Bonampak, si bien se puede observar que la región central del estado carece de RB y de ANP en general (Cuadro 4, Figura 1).

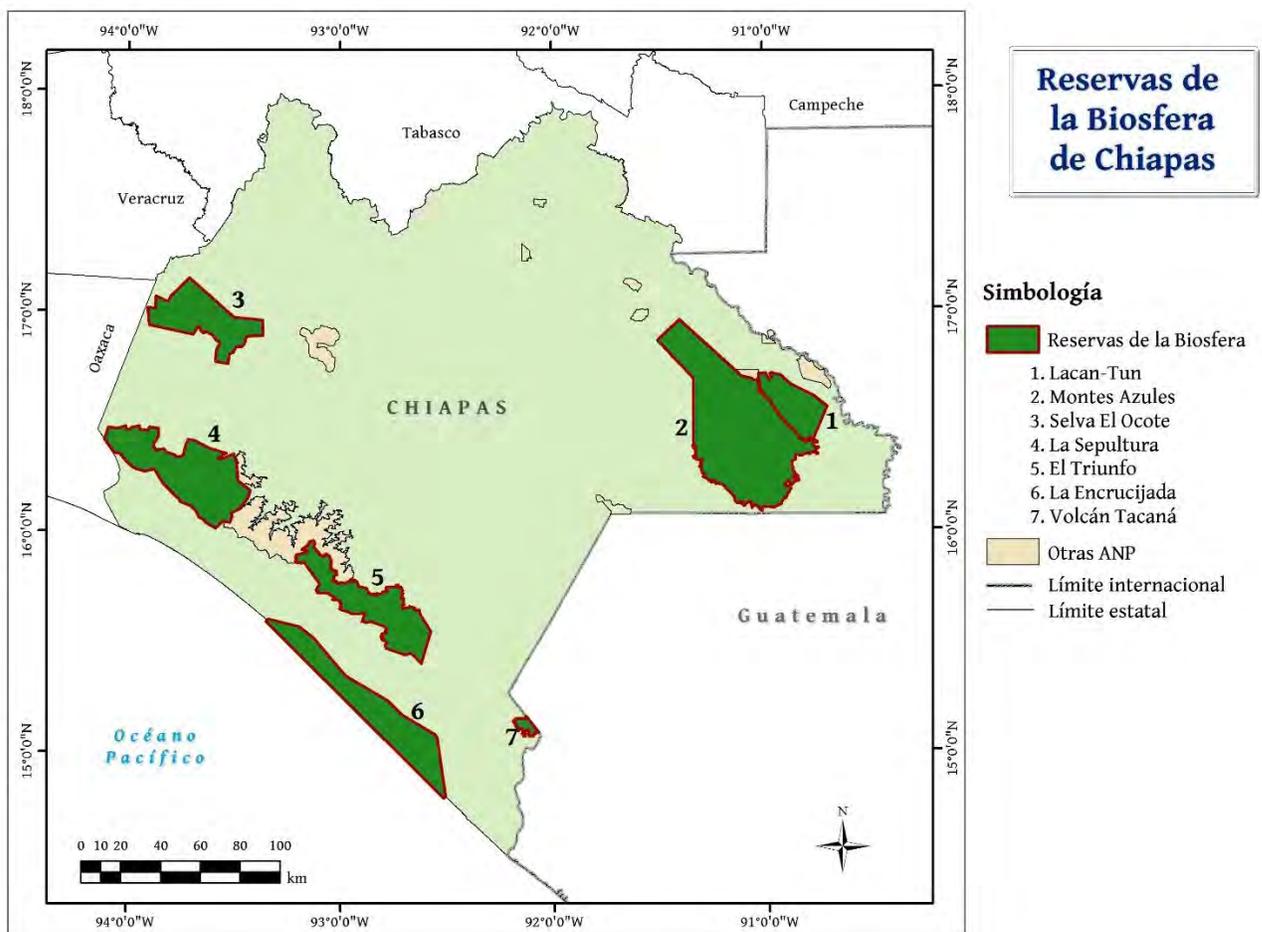


Figura 1. Ubicación de las Reservas de la Biosfera en el Estado de Chiapas. Elaboración propia con bases de datos de CONANP.

II.2 DETERMINACIÓN DE CAMBIO EN USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

Se emplearon los datos vectoriales de uso de suelo y vegetación generados por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). Dichos datos corresponden a interpretaciones de imágenes Landsat de los años 1993 (denominada Serie II), 2002 (serie III) y 2011 (serie V); cada serie cuenta con trabajo de verificación de campo. Se cubrió un lapso de 18 años, en dos períodos de 9 años cada uno. Se analizaron los períodos por separado (1993-2002 y 2002-2011), así como para el período total (1993-2011) para detectar las posibles diferencias al analizar un período grande y dos períodos pequeños.

Los datos vectoriales se obtuvieron de las cartas D1502, D1503, D1505, E1508, E1509, E1510, E1511 y E1512 para cada una de las series, a escala 1:250,000, del sitio web de INEGI¹. Cada serie contiene información del tipo de vegetación y de uso del suelo. Para la mayoría de los tipos de vegetación se reconocen los estados de conservación registrados como “primaria”, “secundaria arbórea”, “secundaria arbustiva” y “secundaria herbácea”, lo cual permite tener una aproximación del estado de deterioro, recuperación o conservación de la vegetación (para obtener más detalles se puede consultar el diccionario de datos de INEGI, 2009).

Para todos los análisis espaciales se empleó el software ArcGis 10.1. Se unieron todas las cartas para posteriormente hacer un recorte del territorio correspondiente al estado de Chiapas. Los archivos vectoriales fueron transformados a formato ráster.

A partir de estos datos originales se construyeron tres niveles de agregación o generalización:

- 1) Datos originales respetando todos los tipos de vegetación y su estado sucesional o de conservación, así como los diferentes tipos de uso antrópico contemplados Únicamente las diferentes categorías de uso agropecuario fueron agregadas en una sola cobertura, así como los asentamientos humanos y zonas urbanas en otra.
- 2) Una agrupación de los tipos de vegetación y uso del suelo:
 - Bosques Templados
 - Bosque Mesófilo de Montaña
 - Selvas Húmedas
 - Selvas Secas
 - Otros Tipos de Vegetación
 - Usos Antrópicos
 - Cuerpos de Agua
 - Sin Vegetación

¹ <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/ususuelo/Default.aspx>

3) El tercer nivel de agregación buscó indagar más sobre el estado de conservación de la vegetación:

- Vegetación Primaria
- Vegetación Secundaria
- Otros Tipos de Vegetación
- Usos Antrópicos
- Cuerpos de Agua
- Sin Vegetación

La categoría “Otros Tipos de Vegetación” no es equivalente entre el segundo y tercer nivel de agregación, ya que en el segundo nivel esta categoría corresponde a aquellos tipos de vegetación que no corresponden con la descripción de Bosques o Selvas de INEGI, como pudieran ser los Manglares, mientras que en el tercer nivel esta categoría hace referencia a aquellos tipos de vegetación que no son distinguibles por fase sucesional o estado conservación, es decir vegetación primaria o secundaria, como los Popales o los Tulares, a diferencia de los Manglares, cuyos datos de INEGI si distinguen fases primaria o secundaria. En el Anexo I se detalla cómo fue reclasificado cada tipo de vegetación y uso de suelo para los distintos niveles de agregación.

Cabe destacar que para este estudio se define el término “vegetación secundaria” de acuerdo con la conceptualización que emplea el INEGI: “cuando hay algún tipo de indicio de que la vegetación original fue eliminada o perturbada a un grado en el que ha sido modificada profundamente” (INEGI, 2009). También es importante señalar que la categoría “Sin Vegetación” puede deberse a un proceso natural, o bien a un proceso de deterioro antropogénico.

Para cada una de las agregaciones se hizo un análisis de cambio en diferentes niveles de comparación:

- a) al interior de las Reservas de la Biosfera (RB)
- b) en las áreas circundantes a éstas (AC)
- c) en el resto del estado de Chiapas fuera de cualquier tipo de ANP
- d) para el estado de Chiapas completo.

Para determinar el área circundante a las RB se delimitó un buffer a una distancia que hiciera iguales la superficie del AC y la de la RB. Al buffer resultante se le restó el área comprendida por otras ANP, superficies marinas y superficies fuera del estado de Chiapas, de manera que al final cada área circundante resultó de menor superficie que su respectiva RB (Cuadro 4). Se decidió que el área circundante se definiera por superficies equivalentes y no mediante distancias iguales (por ejemplo 10 km para todas las RB), pues las RB más pequeñas se compararían con áreas circundantes proporcionalmente más grandes que aquellas RB con mayor extensión (Figueroa *et al.*, 2011).

Con el software se hicieron los siguientes cálculos para los distintos períodos de comparación:

Cuadro 4. Superficie (km²) de las Reservas de la Biosfera y sus áreas circundantes finales

Nombre	RB	AC
Lacan-Tun	609.762	347.839
Montes Azules	3,276.020	2,445.415
Volcán Tacaná	63.784	45.371
El Triunfo	1,191.760	948.116
La Encrucijada	1,154.000	798.850
La Sepultura	1,673.130	1,311.729
Selva El Ocote	1,012.910	964.442

- Superficie cubierta por cada uso de suelo y vegetación en las tres fechas (con los tres niveles de agregación). Se trata meramente de una descripción en un punto en el tiempo.
- Superficie transformada (ganancia o pérdida) de una fecha a otra por cada tipo de uso y vegetación (con los tres niveles de agregación). Con esto se muestra qué tipo de uso o vegetación es más afectado a través del tiempo.
- Superficie transformada a un uso distinto al que tenía en el primer año de comparación (con el primer nivel de agregación). Esta medida da un panorama general sobre qué tan dinámico es el cambio en el uso del suelo.
- Matrices de transición entre todos los tipos de uso de suelo y vegetación (con el segundo y tercer nivel de agregación). A diferencia de la medida anterior, aquí se muestra la direccionalidad de los cambios, es decir en qué se transformó un uso o vegetación determinados.
- Superficie de vegetación natural que se convirtió a Usos Antrópicos (con el tercer nivel de agregación, se unió vegetación primaria, secundaria y de otros tipos para considerarlas como vegetación natural). Esta es una medida de antropización.
- Superficie de Usos Antrópicos que se convirtió en vegetación natural (con el tercer nivel de agregación). En este caso se trata de una medida de regeneración.

Se calcularon las tasas anuales de cambio mediante la fórmula de cambio de uso de suelo de la FAO (1995):

$$\delta = \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^{1/n} - 1$$

Donde: δ es la tasa de cambio, S_1 es la superficie en el tiempo 1, S_2 es la superficie en el tiempo 2 y n es el número de años transcurridos entre el tiempo 1 y 2. Para obtener el porcentaje, el valor resultante se multiplica por cien.

A pesar de que los mapas temáticos del INEGI cuentan con verificaciones de campo, no se reportan datos cuantitativos sobre la confiabilidad con que son generadas las series de uso de suelo y vegetación. Cabe destacar que debido a la diferencia en el Datum original, se registró un desfase en el solapamiento de la serie II con respecto a las series III y V. Éste fue de aproximadamente -6 m en “Y”, mientras que en “X” no hubo desfase. Para cuantificar este error geométrico, aleatoriamente se seleccionaron un par de polígonos con la misma superficie en los mapas de dos fechas distintas, es decir, que no presentaban cambios aparentes. A éstos se les trazó la intersección donde ambos polígonos coincidían. En promedio la coincidencia fue del 99.3 % (0.7 % de error).

Otro error posible es el temático. Éste se puede producir cuando una categoría o etiqueta de uso en uno de los mapas es errónea, lo que generan falsos cambios, y que representa un error más grave que el geométrico (Fernández, 2006). Para hacer una evaluación de esta situación se analizó el porcentaje de superficie de un uso determinado que había pasado a otro uso poco probable, por ejemplo de Bosques Templados a Selvas Húmedas. Esto dio en promedio un 1.01 % de error, es decir una confiabilidad de 98.99 % para el mapa de cada fecha. Para ambos tipos de error se decidió redondear a 99 % de confiabilidad. De este modo, al considerar mapas de dos fechas (con dos errores cada uno), se multiplicó $0.99 \times 0.99 \times 0.99 \times 0.99$, lo que resulta en 0.96, es decir un 96 % de confiabilidad (4 % de error) para los mapas de cambio resultantes. De cualquier modo esta medición es para todo el estado de Chiapas y debe tomarse con precaución, puesto que puede haber variaciones en distintas partes del estado o con otras regiones del país.

II.3. EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD

Con los datos obtenidos mediante el análisis cuantitativo del cambio en uso de suelo y vegetación se construyó un índice de efectividad tomando en cuenta los siguientes indicadores, cada uno estandarizado con valores de 0 a 1:

- Integridad de la vegetación. Se consideró el cambio en la proporción (razón) de vegetación primaria y secundaria (P:S) de un año a otro. Por ejemplo, si en 1993 la proporción era 67:1 y en 2002 era de 48:1, esta proporción habría descendido a un 71 %, por lo que el indicador tomaba un valor de 0.71 para el período 1993-2002.

- Antropización del territorio. Se cuantificó el porcentaje de vegetación natural en el primer año, convertida a Usos Antrópicos en el segundo año. A 1 se le restó este valor. Como vegetación natural se entendió la vegetación primaria, secundaria y otros tipos de vegetación.
- Recuperación. Se contabilizó el porcentaje de Usos Antrópicos en el primer año convertida a vegetación natural en el segundo año.
- Efecto de desplazamiento (*leakage* o *spillover*) del cambio en uso de suelo. El valor de este indicador se asignó de acuerdo con la tasa de antropización del AC con respecto a la de la RB y al resto del estado fuera de ANP (F). Según los distintos escenarios los valores se asignaron de la siguiente manera
 - $RB=AC<F$: 1
 - $RB<AC<F$: 0.75
 - $RB>AC<F$: 1
 - $RB<AC>F$: 0

Para construir el índice se sumaron los valores de cada indicador. De este modo el índice toma valores de 0 a 4, donde 4 correspondería a la RB mejor calificada. Se hicieron algunos ajustes en los siguientes casos específicos:

- 1) En Montes Azules y en La Encrucijada, en el período 2002-2011, la proporción P:S aumentó, por lo que el valor arrojado para el indicador era de 1.17. Sin embargo, se decidió dejarlo en 1, para respetar la misma escala en todos los casos.
- 2) En El Triunfo, de 2002 a 2011 la proporción P:S disminuyó a 90 %, por lo que el indicador habría tomado un valor de 0.9. Sin embargo, este cambio representó que para 2011 la P:S es de 1.07:1, es decir que ya prácticamente no hay más vegetación primaria que secundaria. Por ello se decidió aplicar un valor de 0 para el indicador de integridad.

II.4. DESCRIPCIÓN SOCIOECONÓMICA

Se utilizaron datos de tamaño poblacional así como el índice de marginación generado por CONAPO (2002 y 2012) que incluye indicadores demográficos, económicos, de vivienda y educación. Los datos se obtuvieron a nivel localidad de los censos de población y vivienda de los años 2000 y 2010 que realiza el INEGI.

Las localidades se categorizaron de acuerdo al tamaño poblacional: de 1 a 100 habitantes, de 101 a 1000, de 1001 a 10 000, de 10 001 a 100 000 y mayores a 100 000; y según su grado de marginación en Muy bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy alto (de acuerdo a las categorías de CONAPO, 2002 y 2012). Con estos datos se caracterizaron las RB, sus AC y el estado de Chiapas en su totalidad para los años 2000 y 2010.

Para cada RB y su respectiva AC, así como para el área fuera de ANP, se calculó el tamaño poblacional total y su tasa de crecimiento anual (de acuerdo con la metodología de indicadores del INEGI²), su densidad y el promedio del índice de marginación.

Mediante un Análisis de Varianza de una vía se compararon los valores del índice de marginación entre las RB, entre las RB y entre sus AC, entre las RB y el resto del territorio del estado, sólo para los datos del mismo año y no entre décadas debido a variaciones metodológicas en el cálculo del índice de marginación de un año a otro.

² http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpvsh/doc/metodologia_indicadores.pdf

III. RESULTADOS

III.1. DETERMINACIÓN DE CAMBIO EN USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

III.1.1. PRIMER NIVEL DE AGREGACIÓN

Para todo el estado de Chiapas se reconocieron 57 coberturas entre usos de suelo y tipos de vegetación (aunque varía según el año por la presencia o ausencia de alguna fase sucesional; ver Figuras 2, 3 y 4), de los cuales 41 están incluidos dentro de las RB, 37 dentro de las AC, y 56 fuera de cualquier conjunto de ANP con su respectiva AC.

En cuanto a superficie, en todo el período de 1993 a 2011 la Selva Alta Perennifolia³, el Bosque de Pino, el Bosque de Pino-Encino y el Bosque Mesófilo de Montaña, fueron los que mayor pérdida sufrieron. En cuanto a la tasa de cambio, los Popales, la Vegetación de Dunas Costeras y la vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia fueron los tipos de mayor pérdida, además de los tipos que desaparecieron por completo (Cuadro 5). En sentido opuesto, las zonas dedicadas al Uso Agropecuario y la Vegetación Inducida fueron las que aumentaron más en superficie, mientras que las Zonas Urbanas y las zonas Sin Vegetación, así como la vegetación secundaria arbustiva de Manglar fueron las que tuvieron una tasa de cambio más alta.

Las coberturas que no se encuentran dentro de las Reservas de la Biosfera son el Bosque de Cedro, vegetación secundaria arbórea y arbustiva de Selva Baja Espinosa (no se encuentra como vegetación primaria en las RB ni en todo el estado), Selva Baja Subperenifolia en estado primario ni secundario arbustivo (no hay secundaria arbórea en todo el estado), Popales (sólo se registran en 1993, probablemente por un cambio de etiqueta), vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino-Pino, vegetación secundaria arbórea y arbustiva de Selva Baja Espinosa (no existe como vegetación primaria ni dentro ni fuera de las RB), además de la vegetación secundaria herbácea de Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque de Pino-Encino, Bosque de Encino y Selva Baja Caducifolia. Por otra parte, el único tipo de vegetación que se encuentra sólo dentro de las RB es la Pradera de Alta Montaña, únicamente en Volcán Tacaná.

³ En este escrito, se emplea mayúscula inicial en los nombres de los usos y tipos de vegetación que corresponden a las coberturas analizadas en alguno de los niveles de agregación. No es así cuando se hace referencia a los tipos de vegetación en general o nombres utilizados en otros estudios.

Cuadro 5. Cambio en superficie (km²) y tasa anual de cambio (%) por cada cobertura en el estado de Chiapas. En las tasas anuales, un valor de 100 indica desaparición total o que la cobertura fue nueva, según si es negativo o positivo, respectivamente.

Cobertura	1993-2002		2002-2011		1993-2011	
	Superficie	Tasa	Superficie	Tasa	Superficie	Tasa
Agropecuario	2,523.94	1.03	1,383.47	0.52	3,907.41	0.78
Asentamientos y Zonas Urbanas	100.572	3.8	183.97	4.77	284.543	4.29
Bosque de Cedro	0.002	0.01	0	0	0.002	0.01
Bosque de Encino	-576.968	-8.3	-72.278	-1.76	-649.246	-5.09
Bosque de Encino (secundaria arbórea)	63.01	3.02	84.421	3.09	147.432	3.06
Bosque de Encino (secundaria arbustiva)	329.551	6.63	-21.837	-0.32	307.713	3.09
Bosque de Encino (secundaria herbácea)	0	0	0.712	100	0.712	100
Bosque de Encino-Pino	-202.619	-4.4	-64.13	-1.89	-266.75	-3.16
Bosque de Encino-Pino (secundaria arbórea)	-43.704	-3.59	102.428	7.48	58.724	1.79
Bosque de Encino-Pino (secundaria arbustiva)	93.987	3.53	-85.755	-3.07	8.231	0.17
Bosque de Galería	-0.848	-100	0	0	-0.848	-100
Bosque de Oyamel	-11.363	-4.04	-1.632	-0.74	-12.996	-2.4
Bosque de Pino	-1,081.18	-5.78	-265.688	-2.1	-1,346.87	-3.96
Bosque de Pino (secundaria arbórea)	-25.81	-0.62	225.909	4.68	200.098	1.99
Bosque de Pino (secundaria arbustiva)	510.914	5.74	-137.542	-1.24	373.372	2.19
Bosque de Pino-Encino	-903.021	-5.09	-312.317	-2.55	-1,215.34	-3.83
Bosque de Pino-Encino (secundaria arbórea)	-77.665	-0.83	230.746	2.36	153.081	0.75
Bosque de Pino-Encino (secundaria arbustiva)	716.238	3.23	-81.152	-0.31	635.085	1.44
Bosque de Pino-Encino (secundaria herbácea)	0	0	2.573	100	2.573	100
Bosque Mesófilo de Montaña	-771.356	-2.8	-343.895	-1.53	-1,115.25	-2.16
Bosque Mesófilo de Montaña (secundaria arbórea)	323.497	2.62	426.385	2.72	749.883	2.67
Bosque Mesófilo de Montaña (secundaria arbustiva)	489.915	3	-294.46	-1.66	195.454	0.64
Bosque Mesófilo de Montaña (secundaria herbácea)	0	0	16.47	100	16.47	100
Chaparral	-22.378	-100	0	0	-22.378	-100
Chaparral (secundaria arbustiva)	-6.274	-100	0	0	-6.274	-100
Cuerpos de Agua	30.425	0.22	33.409	0.24	63.835	0.23
Manglares	-91.639	-2.1	-2.705	-0.06	-94.345	-1.09
Manglares (secundaria arbórea)	98.461	100	-10.402	-1.23	88.059	100

Cobertura	1993-2002		2002-2011		1993-2011	
	Superficie	Tasa	Superficie	Tasa	Superficie	Tasa
Manglares (secundaria arbustiva)	50.003	14.14	-0.639	-0.09	49.364	6.78
Palmar	-5.643	-100	0	0	-5.643	-100
Palmar (secundaria arbórea)	-1.324	-100	0	0	-1.324	-100
Popales	-302.559	-34.13	-3.939	-8.37	-306.498	-22.31
Pradera de Alta Montaña	0.258	1.35	0.369	1.69	0.627	1.52
Selva Alta Perennifolia	-1,790.73	-2.58	-413.729	-0.7	-2,204.46	-1.64
Selva Alta Perennifolia (secundaria arbórea)	-288.579	-0.67	518.076	1.19	229.497	0.25
Selva Alta Perennifolia (secundaria arbustiva)	822.614	2.43	-1182.6	-3.58	-359.985	-0.61
Selva Baja Caducifolia	-20.522	-2.01	-4.491	-0.49	-25.013	-1.26
Selva Baja Caducifolia (secundaria arbórea)	-431.851	-4.66	-41.841	-0.59	-473.693	-2.65
Selva Baja Caducifolia (secundaria arbustiva)	-481.923	-1.93	-335.091	-1.57	-817.014	-1.75
Selva Baja Caducifolia (secundaria herbácea)	0	0	49.192	100	49.192	100
Selva Baja Espinosa (secundaria arbórea)	0	0	5.588	100	5.588	100
Selva Baja Espinosa (secundaria arbustiva)	-1.818	-5.07	-0.0009	-0.003	-1.819	-2.57
Selva Baja Perennifolia	-7.239	-1.04	-20.902	-3.68	-28.142	-2.37
Selva Baja Subperennifolia	8.784	3.04	-3.529	-1.1	5.254	0.94
Selva Baja Subperennifolia (secundaria arbórea)	-1.185	-100	0	0	-1.185	-100
Selva Baja Subperennifolia (secundaria arbustiva)	0	0	2.113	100	2.113	100
Selva Mediana Subcaducifolia (secundaria arbórea)	-368.258	-11.15	-34.092	-2.12	-402.351	-6.74
Selva Mediana Subcaducifolia (secundaria arbustiva)	-62.183	-1.77	-2.876	-0.09	-65.06	-0.93
Selva Mediana Subperennifolia	-18.794	-1.38	-21.561	-1.82	-40.356	-1.6
Selva Mediana Subperennifolia (secundaria arbórea)	298.148	7.53	12.602	0.22	310.751	3.81
Selva Mediana Subperennifolia (secundaria arbustiva)	53.762	1.94	14.539	0.46	68.301	1.2
Sin Vegetación	30.723	7.77	7.294	1.23	38.017	4.45
Tulares	275.076	7.04	-36.046	-0.68	239.029	3.1
Vegetación de Dunas Costeras	-38.241	-32.26	0.775	5.76	-37.466	-15.36
Vegetación de Galería	8.678	7.18	8.865	4.41	17.544	5.79
Vegetación Inducida	858.008	3.66	819.945	2.64	1,677.954	3.15
Vegetación Sabanoide	-51.07	-1.03	-328.05	-10.46	-379.121	-5.86

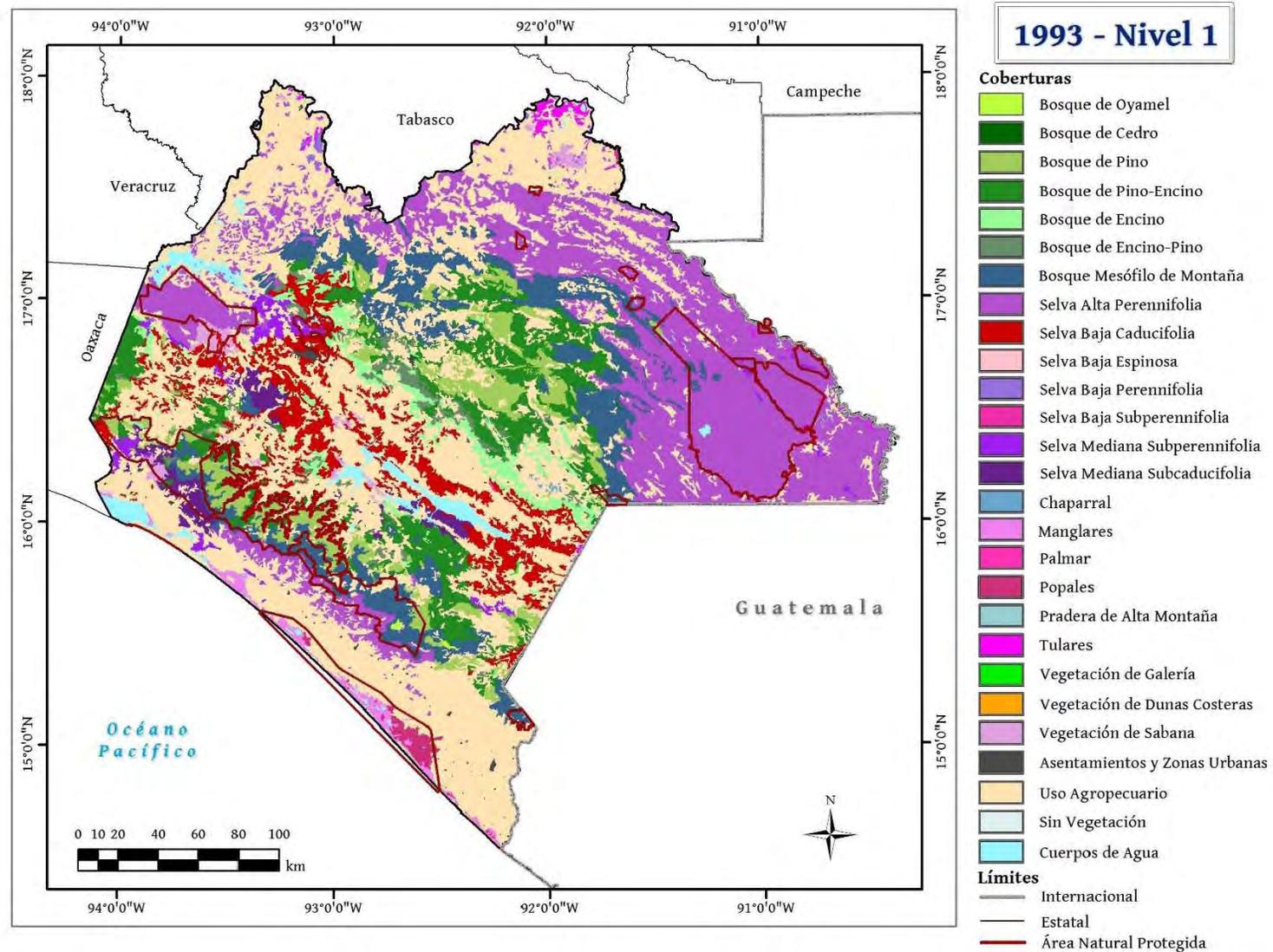


Figura 2. Uso de suelo y vegetación en Chiapas en 1993 con el primer nivel de agregación. Para facilitar la visualización, no se hace una distinción entre vegetación primaria y secundaria.

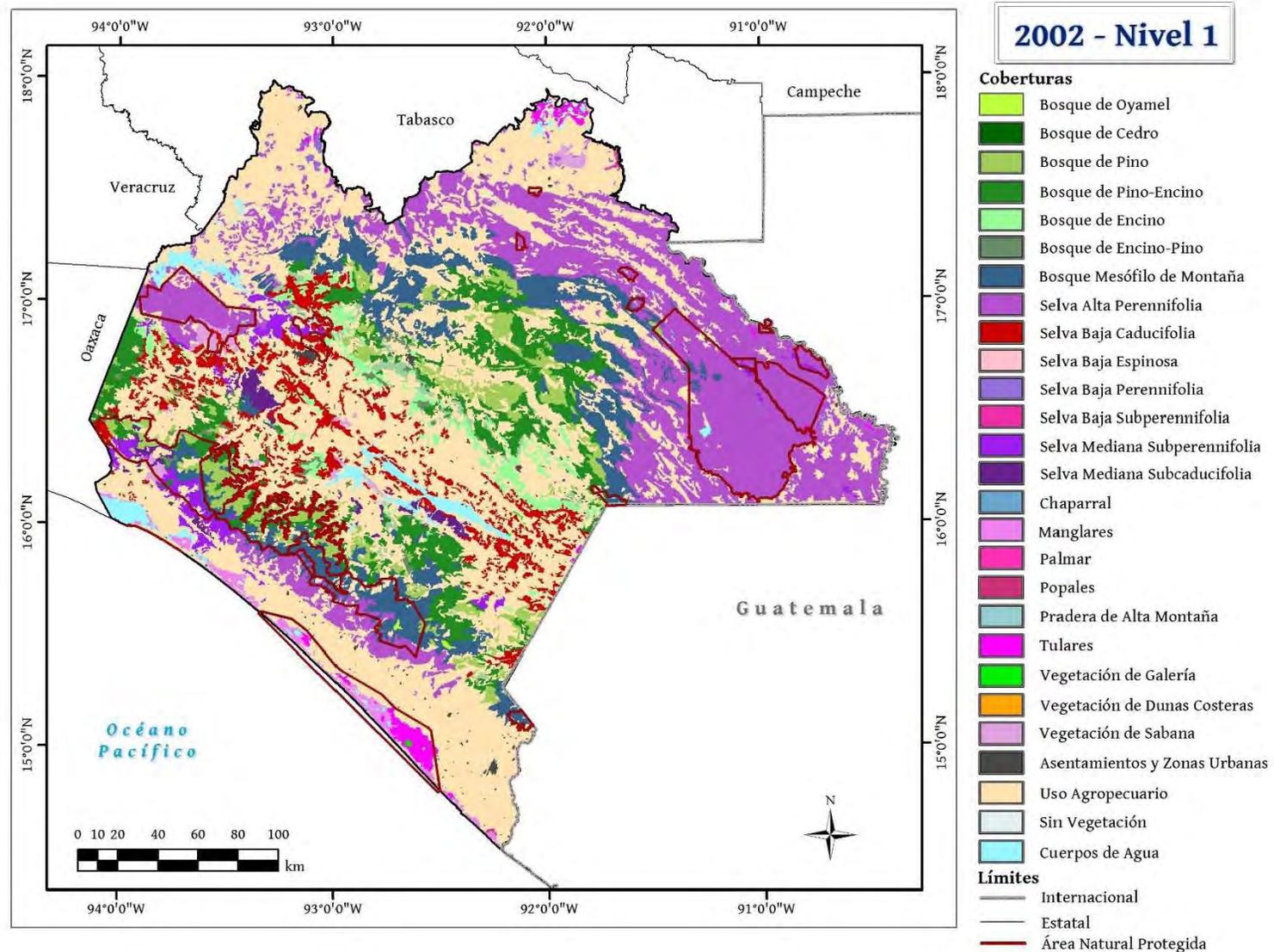


Figura 3. Uso de suelo y vegetación en Chiapas en 2002 con el primer nivel de agregación. Para facilitar la visualización, no se hace una distinción entre vegetación primaria y secundaria.

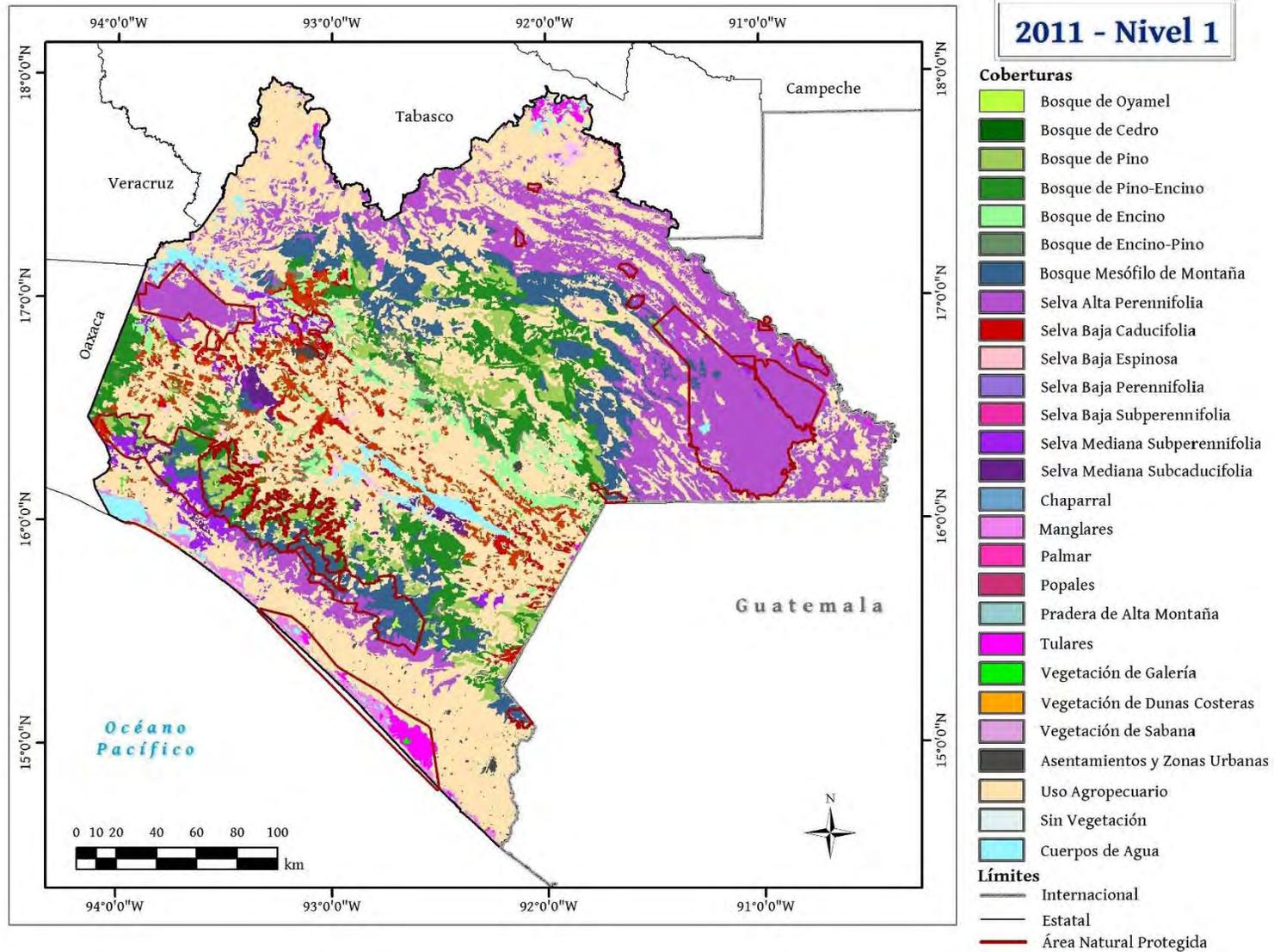


Figura 4. Uso de suelo y vegetación en Chiapas en 2011 con el primer nivel de agregación. Para facilitar la visualización, no se hace una distinción entre vegetación primaria y secundaria.

Cada RB tiene distintos tipos de vegetación y cobertura. La más diversa es La Sepultura, con 25 coberturas distintas en total, aunque cabe destacar que esto incluye los diferentes tipos de vegetación secundaria, pero únicamente por tipos de vegetación también tiene más diversidad, con nueve tipos de vegetación distintos (Figura 5).

Tomando en cuenta todas las RB en conjunto, la Selva Alta Perennifolia, los Popales y la vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia son las coberturas que más se redujeron en superficie, mientras que en tasa fueron la Vegetación Sabanoide, la Vegetación de Dunas Costeras y la vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia. Las coberturas que más aumentaron en superficie fueron la vegetación secundaria arbustiva de Selva Alta Perennifolia, los Tulares y la Vegetación Inducida, y en tasa fueron la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de Bosque de Pino-Encino y los Tulares (Cuadro 6; también se pueden consultar los datos por décadas separadas fuera de ANP en el Anexo II).

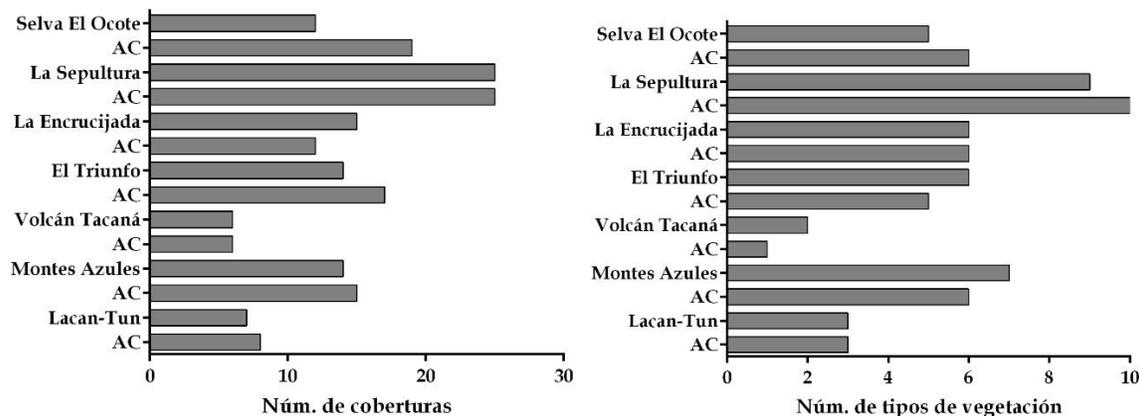


Figura 5. Número de coberturas y tipos de vegetación (primer nivel de agregación) en las RB y sus AC. Del lado izquierdo se muestra el número total de coberturas diferentes, esto incluye los Usos Antrópicos, así como los diferentes estados de vegetación secundaria. Del lado derecho se muestra únicamente el número de tipos de vegetación sin considerar sus posibles estados secundarios.

A partir de estos datos se obtuvo la superficie que presentó una cobertura distinta de la que tenía en el primer año de comparación. En el Cuadro 7 se puede observar que, a excepción de Lacan-Tun, durante la primera década de análisis los cambios fueron mayores que en la siguiente década. Además, se observa que en algunos casos se presentaron mayores cambios dentro de las RB que en sus AC (ver Figura 6).

Considerando el error de los mapas (sección II), Lacan-Tun tendría una transformación prácticamente nula en todos los períodos analizados. Mientras tanto, en el período 1993-2011, La Sepultura fue la RB con mayor dinámica, mientras que el AC con más cambios es El Triunfo. Se observa también que la dinámica de algunas RB es incluso mucho mayor que la del resto del estado que se encuentra fuera de cualquier ANP. Los valores cambian ligeramente al revisar las décadas por separado (Cuadro 7).

Cuadro 6. Cambio en superficie y porcentaje por cobertura en las RB en el período 1993-2011.

Cobertura	Lacan-Tun		Montes Azules		Volcán Tacaná		El Triunfo		La Encrucijada		La Sepultura		Selva El Ocote		Total	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%						
Agropecuario	-0.07	-100	115.97	318.7	-0.2	-1.87	-19.77	-16.25	-14.7	-3.16	-9.37	-16.01	0.6	0.64	72.38	9.16
Asentamientos y Zonas Urbanas			1.32	38.11			0.23	100	1.49	100	0.1	100			3.14	90.75
Bosque de Encino											-3.49	-33.68	-0.7	-18.37	-4.19	-29.56
Bosque de Encino (secundaria arbórea)													3.43	100	3.43	100
Bosque de Encino (secundaria arbustiva)											0.74	100			0.74	100
Bosque de Encino-Pino											-4.04	-24.77			-4.04	-24.77
Bosque de Encino-Pino (secundaria arbórea)											5.51	100			5.51	100
Bosque de Oyamel							-6.04	-35.08							-6.04	-35.08
Bosque de Pino			0.04	0.27			-33.61	-66.06			-208.2	-46.99			-241.7	-47.59
Bosque de Pino (secundaria arbustiva)							-5.34	-100			105.58	1254.13			100.24	728.47
Bosque de Pino (secundaria arbórea)							-15.02	-91.65	-0.24	-100	58.12	259.79			42.85	109.86
Bosque de Pino-Encino							1.12	1092.11	-3.48	-100	-95.11	-44.56			-97.47	-44.91
Bosque de Pino-Encino (secundaria arbórea)											44.15	1257.63			44.15	1257.63
Bosque de Pino-Encino (secundaria arbustiva)											59.67	2124.87			59.67	2124.87
Bosque Mesófilo de Montaña			-3.04	-3.88	-2.5	-7.39	-110.5	-17.7			-39.06	-15.57			-155.1	-15.71
Bosque Mesófilo de Montaña (secundaria arbórea)					2.11	17.12	154.95	162.44			43.37	100			200.43	186.13
Bosque Mesófilo de Montaña (secundaria arbustiva)			2.09	100	0.19	614.71	31.93	808.36							34.21	859.44
Cuerpos de Agua	0	-1.19	1.15	3.18					-4.01	-7.41	0.04	17.09	0.27	19.03	-2.56	-2.77
Manglares									-31.76	-9.34					-31.76	-9.34
Manglares (secundaria arbustiva)									7.77	100					7.77	100
Popales							-0.68	-100	-282.7	-100					-283.4	-100
Pradera de Alta Montaña					0.63	31.26									0.63	31.26
Selva Alta Perennifolia	-9.16	-1.59	-379.2	-13.82									-309.9	-53.66	-698	-17.92
Selva Alta Perennifolia (secundaria arbórea)	-2.15	-25.18	-93.38	-48.21			-50.63	-23.53	2.21	100			263.81	148.01	119.86	20.12
Selva Alta Perennifolia (secundaria arbustiva)	13.29	13426	321.98	263.13			41.99	311.8					63.63	302.79	440.88	280.92
Selva Baja Caducifolia											0.02	0.09			0.02	0.09

Cobertura	Lacan-Tun		Montes Azules		Volcán Tacaná		El Triunfo		La Encrucijada		La Sepultura		Selva El Ocote		Total	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Selva Baja Caducifolia (secundaria arbórea)											-0.07	-100	-3.76	-15.2	-3.83	-15.42
Selva Baja Caducifolia (secundaria arbustiva)											-7.13	-18.61	0.06	100	-7.07	-18.46
Selva Baja Perennifolia			0.01	0.11											0.01	0.11
Selva Mediana Subcaducifolia (secundaria arbórea)									6.23	100					6.23	100
Selva Mediana Subcaducifolia (secundaria arbustiva)											28.93	140.44			28.93	140.44
Selva Mediana Subperennifolia	0.03	0.43	-0.07	-0.22							-2.44	-8.7			-2.47	-3.76
Selva Mediana Subperennifolia (secundaria arbórea)											160.43	737.4			160.43	737.4
Selva Mediana Subperennifolia (secundaria arbórea)											-256.6	-88.63			-256.6	-88.63
Selva Mediana Subperennifolia (secundaria arbustiva)											23.76	68.2	-1.08	-34.34	22.68	59.68
Sin Vegetación									8.21	100					8.21	100
Tulares	-1.94	-20.5	1.98	21.56					309.79	100					309.83	1662.44
Vegetación de Dunas Costeras									-8.78	-93.43					-8.78	-93.43
Vegetación de Galería									8.51	100					8.51	100
Vegetación Inducida			29.64	100			11.44	42.51	1.54	199.53	157.05	128.05	64.41	226.5	264.09	147.73
Vegetación Sabanoide			1.56	877.16							-61.88	-100	-80.7	-100	-141	-98.79

Cuadro 7. Porcentaje de área que presentó un uso distinto del que tenía en el primer año de comparación.

Área	1993-2011		1993-2002		2002-2011	
	RB	AC	RB	AC	RB	AC
Lacan-Tun	2.64	40.10	0.99	16.87	1.71	26.29
Montes Azules	18.58	47.24	16.03	39.75	6.22	20.69
Volcán Tacaná	7.67	6.08	5.83	4.00	2.41	2.08
El Triunfo	47.49	47.65	45.30	43.54	3.59	8.62
La Encrucijada	36.41	5.81	35.61	5.42	3.91	1.29
La Sepultura	52.22	36.28	37.84	28.84	22.49	13.78
El Ocote	48.68	46.29	37.68	25.50	14.29	26.45
Promedio RB	30.52	32.78	25.61	23.42	7.80	14.17
Fuera de ANP	34.61		24.87		15.14	

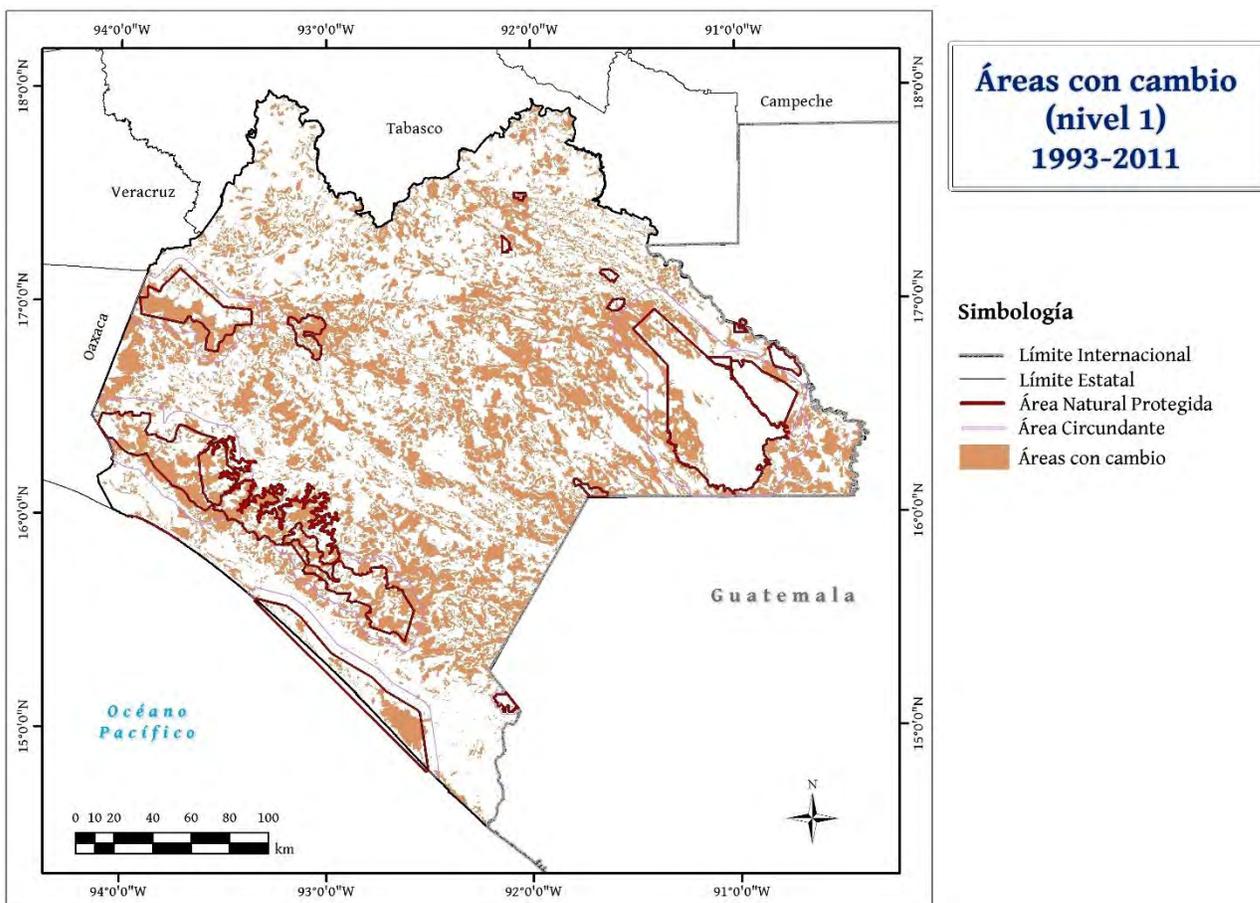


Figura 6. Áreas que en 2011 presentaron una cobertura distinta de la que tenían en 1993.

III.1.2. SEGUNDO NIVEL DE AGREGACIÓN

La mayor parte de la superficie del estado de Chiapas está cubierta por Usos Antrópicos. En segundo lugar están las Selvas Húmedas como el tipo de vegetación de mayor extensión, luego los Bosques Templados, después el Bosque Mesófilo de Montaña, seguido de las Selvas Secas. Al final se encuentran los Cuerpos de Agua y las zonas Sin Vegetación. Estas proporciones se mantienen en los tres períodos analizados y es notorio que los tipos de vegetación natural se reducen en extensión de un año a otro, mientras que los Usos Antrópicos incrementan su superficie (Figuras 7, 8, 9 y 10).

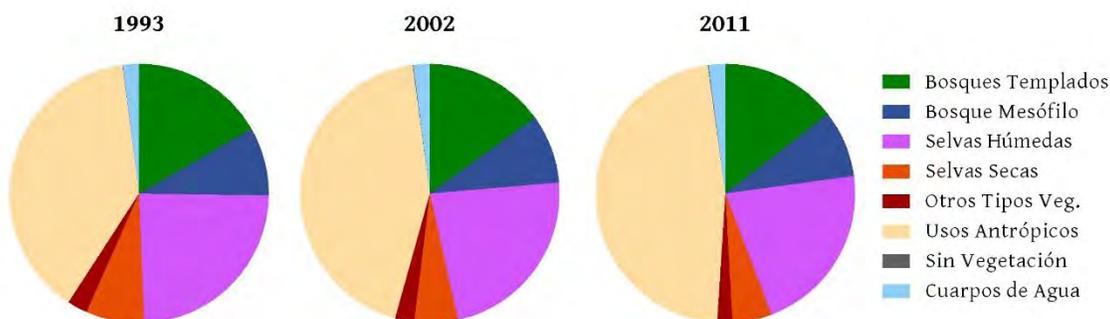


Figura 7. Composición del estado de Chiapas de acuerdo con las coberturas del segundo nivel de agregación en los tres períodos analizados.

Para todo el estado, las Selvas Húmedas presentaron la mayor pérdida en superficie, mientras que en tasa las Selvas Secas fueron las de mayor pérdida. Los Usos Antrópicos fueron los que mayor superficie ganaron, aunque las zonas Sin Vegetación fueron las que más se expandieron en cuanto a tasa de cambio. Se observa también que la superficie de Bosque Mesófilo es la de menor cambio de los tipos de vegetación natural (Cuadro 8).

Los ocho posibles tipos de coberturas, uso de suelo y vegetación se encuentran presentes tanto dentro como fuera de las RB. La Sepultura y su AC son las únicas que tuvieron todos los tipos, por lo que también en este nivel de agregación es la más diversa en cuanto a tipos de coberturas (Figura 11), y también tiene los 5 posibles tipos de vegetación.

En el Cuadro 9 se muestran los datos para las RB en todos los períodos analizados. En Lacan-Tun los cambios son mínimos. En Montes Azules la mayor pérdida es de Selvas Húmedas y el mayor aumento es de Usos Antrópicos. En El Triunfo la mayor disminución es la de los Bosques Templados y Otros Tipos de Vegetación. En La Sepultura los más afectados son Otros tipos de vegetación, lo mismo que en Selva El Ocote. La información de las AC y el resto del estado se puede consultar en el Anexo III.

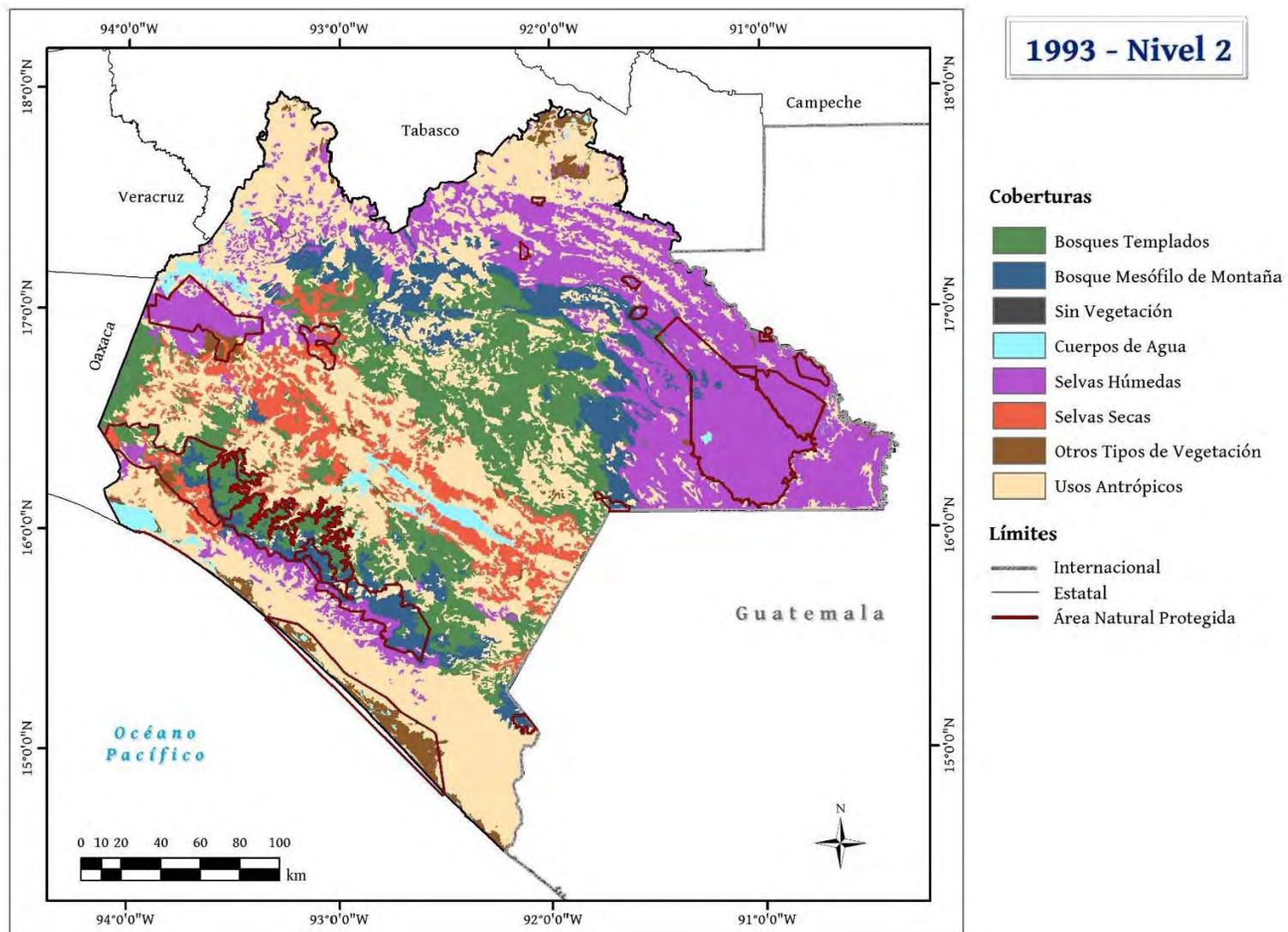


Figura 8. Uso de suelo y vegetación en Chiapas en 1993 con el segundo nivel de agregación.

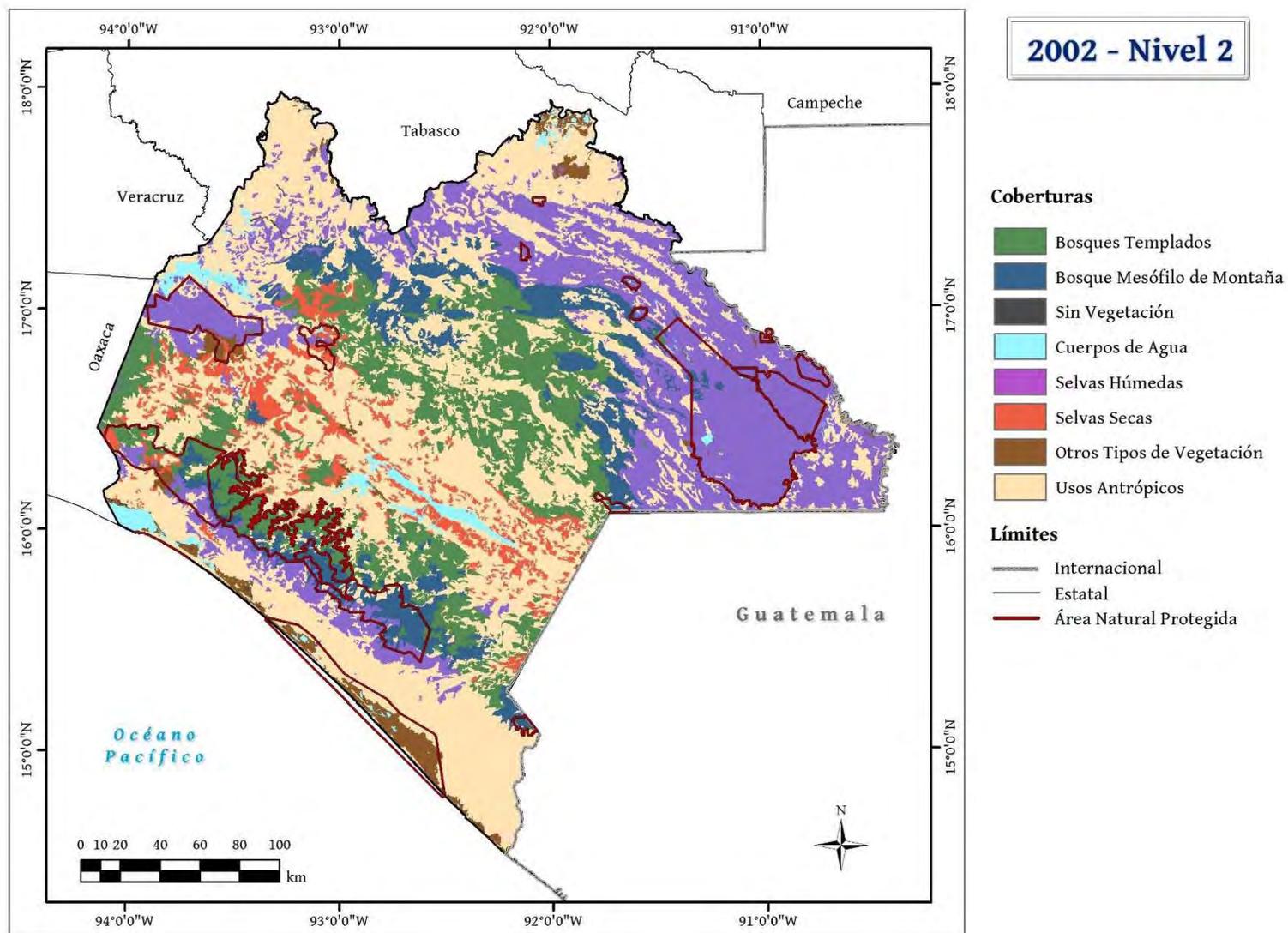


Figura 9. Uso de suelo y vegetación en Chiapas en 2002 con el segundo nivel de agregación.

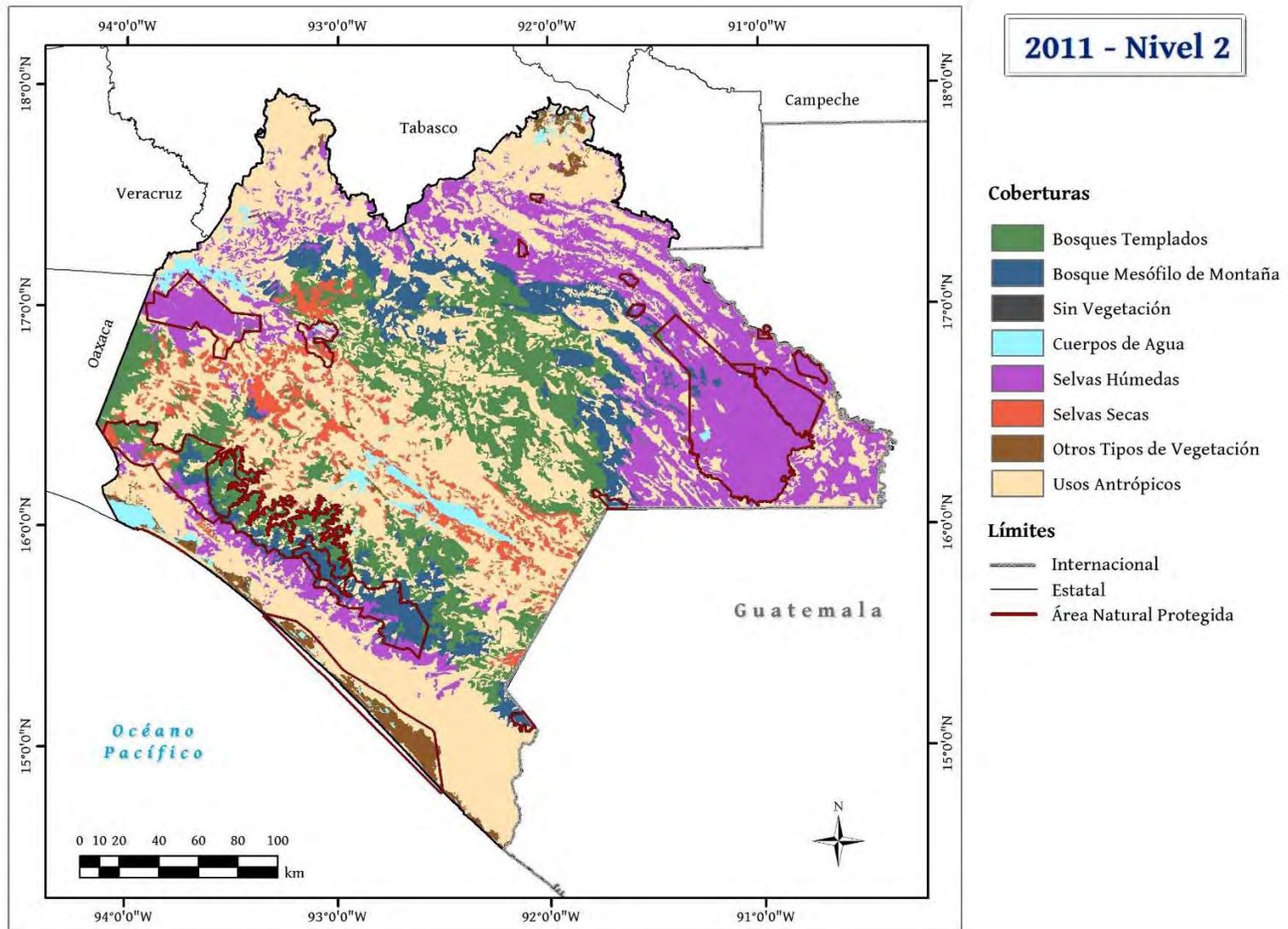


Figura 10. Uso de suelo y vegetación en Chiapas en 2011 con el segundo nivel de agregación.

Cuadro 8. Cambio en superficie (km²) y tasa anual (%) con el segundo nivel de agregación para todo el estado de Chiapas.

Cobertura	1993-2002		2002-2011		1993-2011	
	Superficie	Tasa	Superficie	Tasa	Superficie	Tasa
Bosques Templados	-1,208.63	-1.14	-395.54	-0.4	-1,604.17	-1.55
Bosque Mesófilo	42.05	0.07	-195.49	-0.34	-153.44	-0.27
Selvas Húmedas	-923.22	-0.59	-1,094.99	-0.74	-2,018.21	-1.33
Selvas Secas	-1,366.55	-3.23	-363.61	-1.06	-1,730.17	-4.26
Otros Tipos de Vegetación	-87.5	-0.53	-371.77	-2.61	-459.27	-3.13
Usos Antrópicos	3,482.51	1.29	2,387.38	0.8	5,869.9	2.1
Cuerpos de Agua	30.42	0.22	33.4	0.24	63.83	0.47
Sin Vegetación	30.72	7.77	7.29	1.23	38.01	9.1

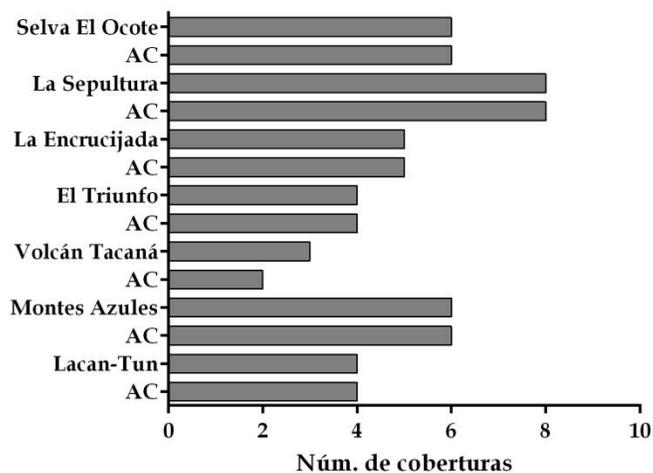


Figura 11. Número de tipos de cuberturas (segundo nivel de agregación) en las RB y sus AC.

Cuadro 9. Cambio en superficie (km²) y tasa anual (%) por tipo de vegetación (segundo nivel de agregación) en las RB de Chiapas en los tres períodos analizados. Se muestran espacios en blanco para las coberturas que nunca estuvieron en una determinada RB.

Período		Bosques Templados	Bosque Mesófilo	Selvas Húmedas	Selvas Secas	Otros Tipos de Veg.	Usos Antrópicos	Cuerpos de Agua	Sin Vegetación
Lacan-Tun									
1993-2002	Superficie			-0.078		0.082	-0.001	-0.003	
	Tasa			-0.01		0.09	-0.13	-0.13	
2002-2011	Superficie			2.096		-2.023	-0.072	0	
	Tasa			0.03		-2.61	-100	0	
1993-2011	Superficie			2.017		-1.94	-0.073	-0.003	
	Tasa			0.01		-1.26	-100	-0.06	
Montes Azules									
1993-2002	Superficie	0.037	0.014	-41.159		3.627	37.557	-0.077	
	Tasa	0.02	0	-0.14		3.7	7.65	-0.02	
2002-2011	Superficie	0	-0.963	-109.55		-0.089	109.375	1.23	
	Tasa	0	-0.13	-0.4		-0.07	10.28	0.37	
1993-2011	Superficie	0.037	-0.949	-150.71		3.537	146.933	1.152	
	Tasa	0.01	-0.06	-0.27		1.79	8.96	0.17	
Volcán Tacaná									
1993-2002	Superficie		-1			0.258	0.833		
	Tasa		-0.24			1.35	0.6		
2002-2011	Superficie		0.769			0.369	-1.11		
	Tasa		0.18			1.69	-0.81		
1993-2011	Superficie		-0.231			0.627	-0.277		
	Tasa		-0.02			1.52	-0.1		
El Triunfo									
1993-2002	Superficie	-59.442	77.642	-1.468		-0.684	-16.047		
	Tasa	-11.32	1.13	-0.07		-100	-1.26		

Período		Bosques Templados	Bosque Mesófilo	Selvas Húmedas	Selvas Secas	Otros Tipos de Veg.	Usos Antrópicos	Cuerpos de Agua	Sin Vegetación
2002-2011	Superficie	0.548	-1.313	-7.175			7.94		
	Tasa	0.19	-0.01	-0.35			0.64		
1993-2011	Superficie	-58.894	76.329	-8.644		-0.684	-8.106		
	Tasa	-5.73	0.55	-0.21		-100	-0.31		
La Encrucijada									
1993-2002	Superficie	-3.725		4.835		9.779	-18.548	0.726	6.931
	Tasa	-100		100		0.17	-0.45	0.14	100
2002-2011	Superficie			-2.627		-0.787	6.875	-4.738	1.278
	Tasa			-8.33		-0.01	0.16	-0.99	1.89
1993-2011	Superficie	-3.725		2.208		8.991	-11.673	-4.012	8.209
	Tasa	-100		100		0.07	-0.14	-0.42	100
La Sepultura									
1993-2002	Superficie	1.431	8.061	188.036	-232.12	-1.498	36.057	-0.006	0.042
	Tasa	0.02	0.35	13.88	-10.2	-0.27	2.03	-0.33	100
2002-2011	Superficie	-38.527	-3.746	-6.276	-2.796	-60.376	111.723	0.042	-0.042
	Tasa	-0.6	-0.16	-0.25	-0.22	-100	4.71	2.11	-100
1993-2011	Superficie	-37.096	4.314	181.759	-234.92	-61.875	147.78	0.036	
	Tasa	-0.29	0.09	6.57	-5.34	-100	3.36	0.88	
Selva El Ocote									
1993-2002	Superficie	-0.003		21.643	-2.4	-6.736	-12.771	0.269	
	Tasa	-0.01		0.3	-1.12	-0.96	-1.21	1.95	
2002-2011	Superficie	2.737		-5.26	-1.302	-73.959	77.784	0	
	Tasa	6.2		-0.07	-0.66	-100	6.14	0	
1993-2011	Superficie	2.734		16.382	-3.702	-80.695	65.013	0.269	
	Tasa	3.04		0.11	-0.89	-100	2.39	0.97	

III.1.3. TERCER NIVEL DE AGREGACIÓN

En general, en el estado de Chiapas, los Usos Antrópicos tuvieron la mayor superficie; en cuanto a la vegetación natural, la mayoría se encontraba en un estado secundario. El estado de la vegetación de las RB varía entre ellas. La que tuvo mayor proporción de Vegetación Primaria es Lacan-Tun, mientras que Selva el Ocote tuvo la menor proporción. En todos los casos la proporción de Vegetación Primaria dentro de las RB fue mayor que en sus respectivas AC (Figuras 12, 13, 14 y 15).

Para este nivel de agregación también se calculó el cambio en superficie y la tasa anual de cambio (Cuadro 10). Sólo la Vegetación Primaria, Secundaria y los Usos Antrópicos se encontraron en todas las RB en alguno de los períodos analizados. Los demás tipos de uso y vegetación sólo se encontraron en ciertas RB. Lacan-Tun fue la única en que no hubo Usos Antrópicos en 2011. En todo el período 1993-2011, la mayor pérdida en superficie de Vegetación Primaria fue en Montes Azules, mientras que la mayor tasa de cambio se observó en Selva El Ocote. En ningún caso se presentó una tasa positiva de Vegetación Primaria. La tasa de Vegetación Secundaria fue positiva en todas las RB. El mayor aumento en superficie fue en Selva El Ocote, mientras que la tasa más alta fue en La Encrucijada. Los Usos Antrópicos presentan tasas negativas y positivas. En términos de superficie la mayor disminución fue en La Encrucijada y el mayor aumento fue en La Sepultura. La tasa más baja (negativa) representa la desaparición de este uso en Lacan-Tun, y la tasa más alta se presentó en Montes Azules.

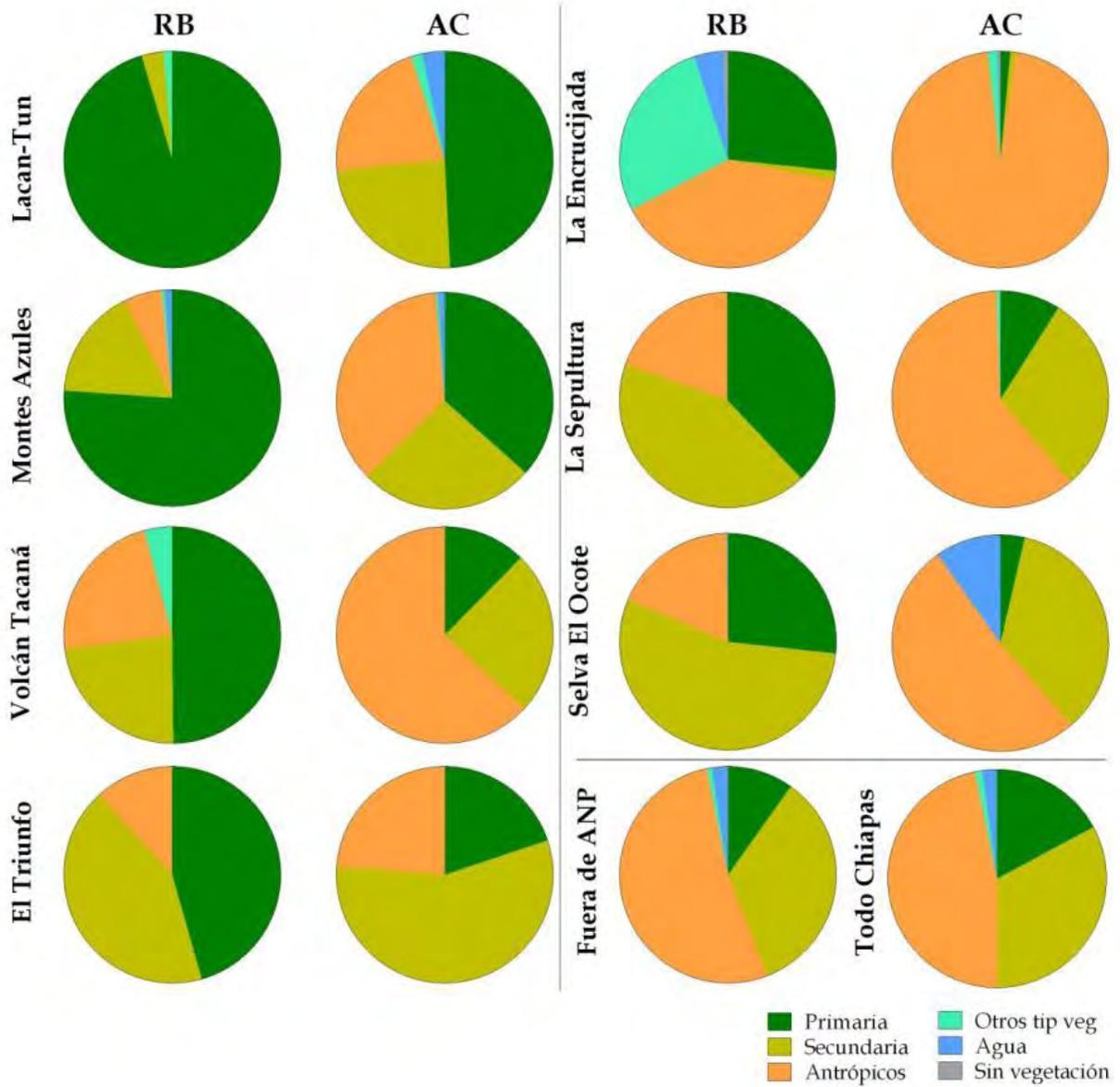


Figura 12. Proporción de las coberturas del tercer nivel de agregación en las RB, sus AC, fuera de ANP y Chiapas en su conjunto, para el año 2011.

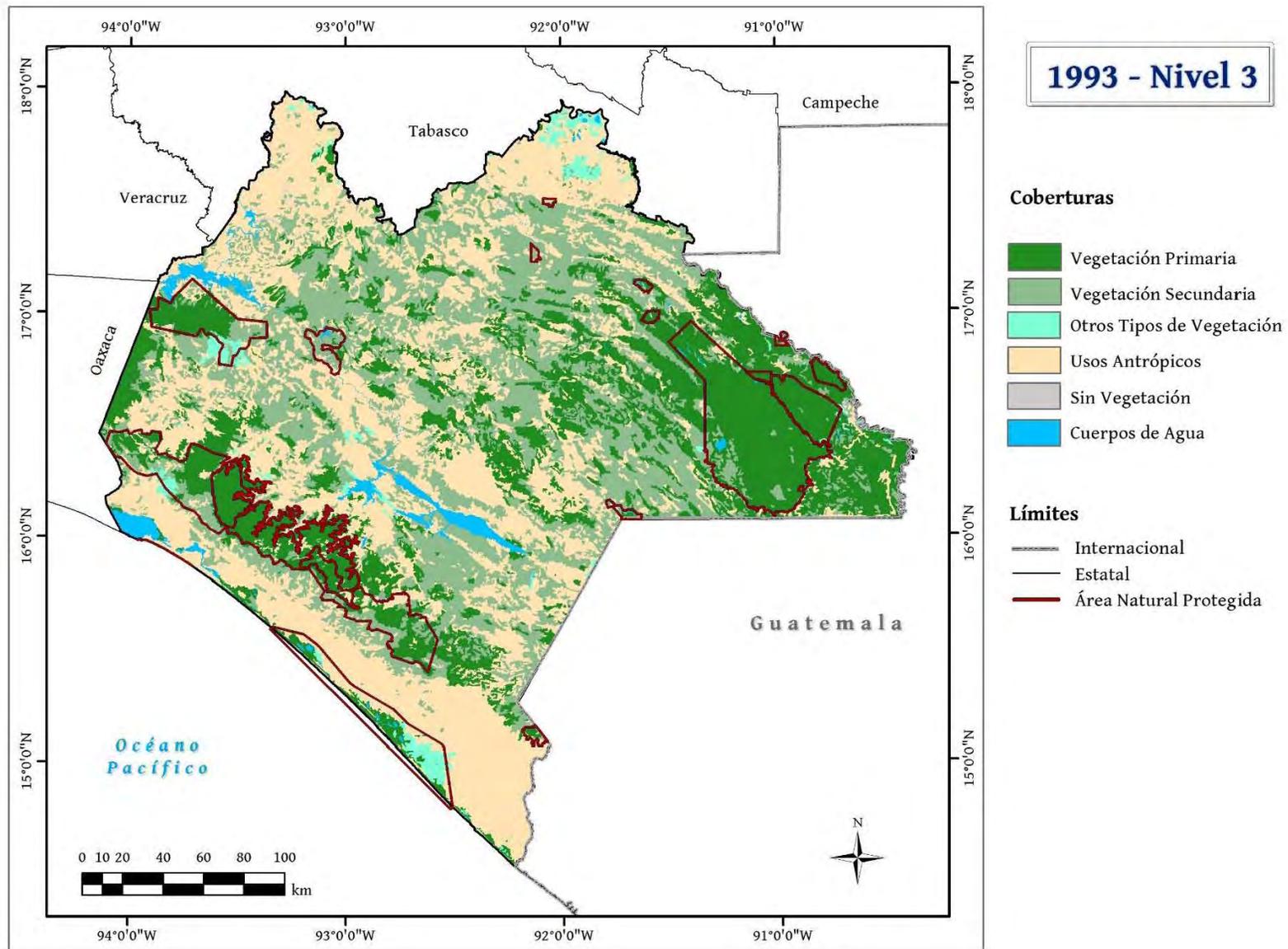


Figura 13. Uso de suelo y vegetación en Chiapas en 1993 con el tercer nivel de agregación.

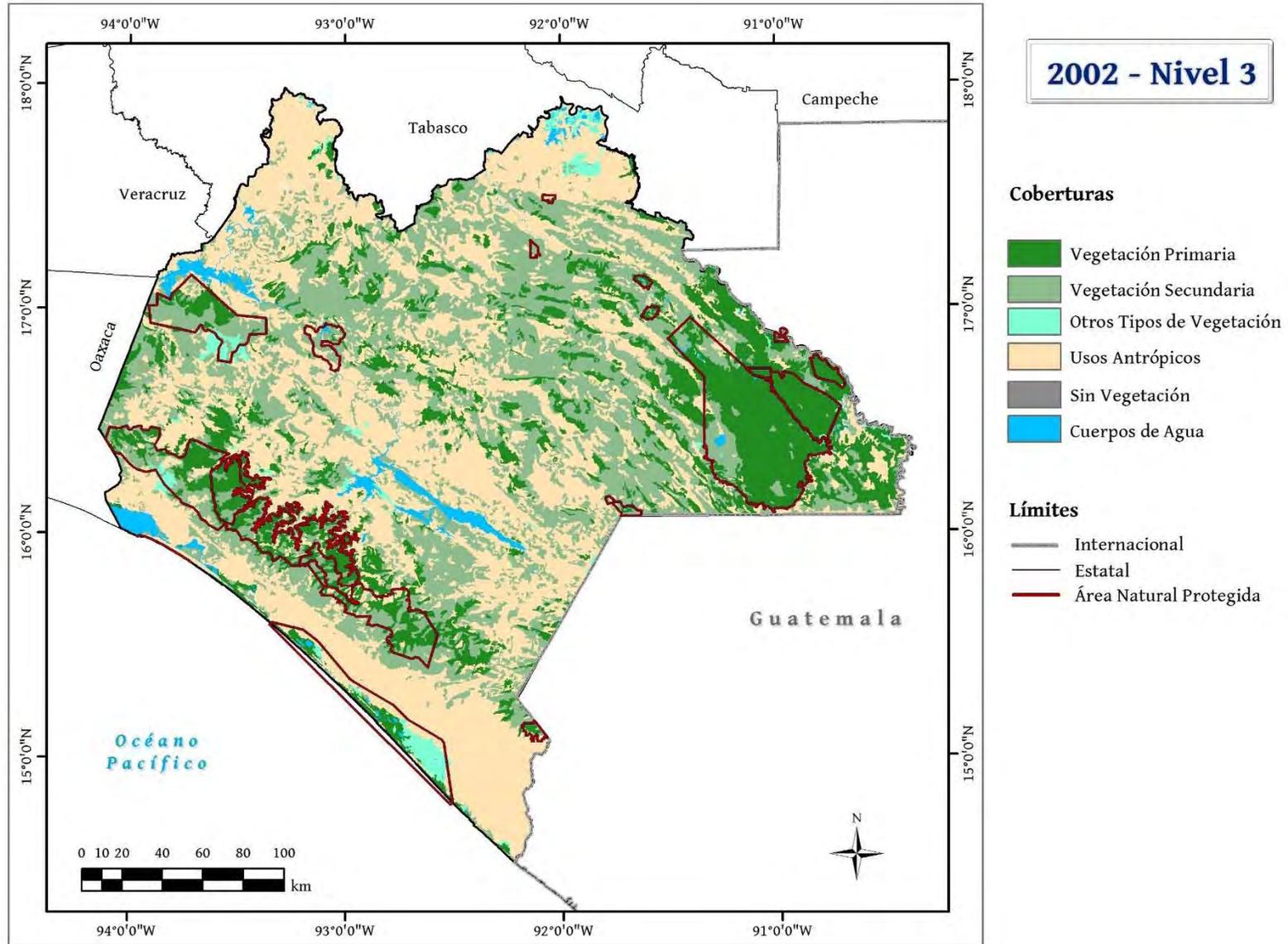


Figura 14. Uso de suelo y vegetación en Chiapas en 2002 con el tercer nivel de agregación.

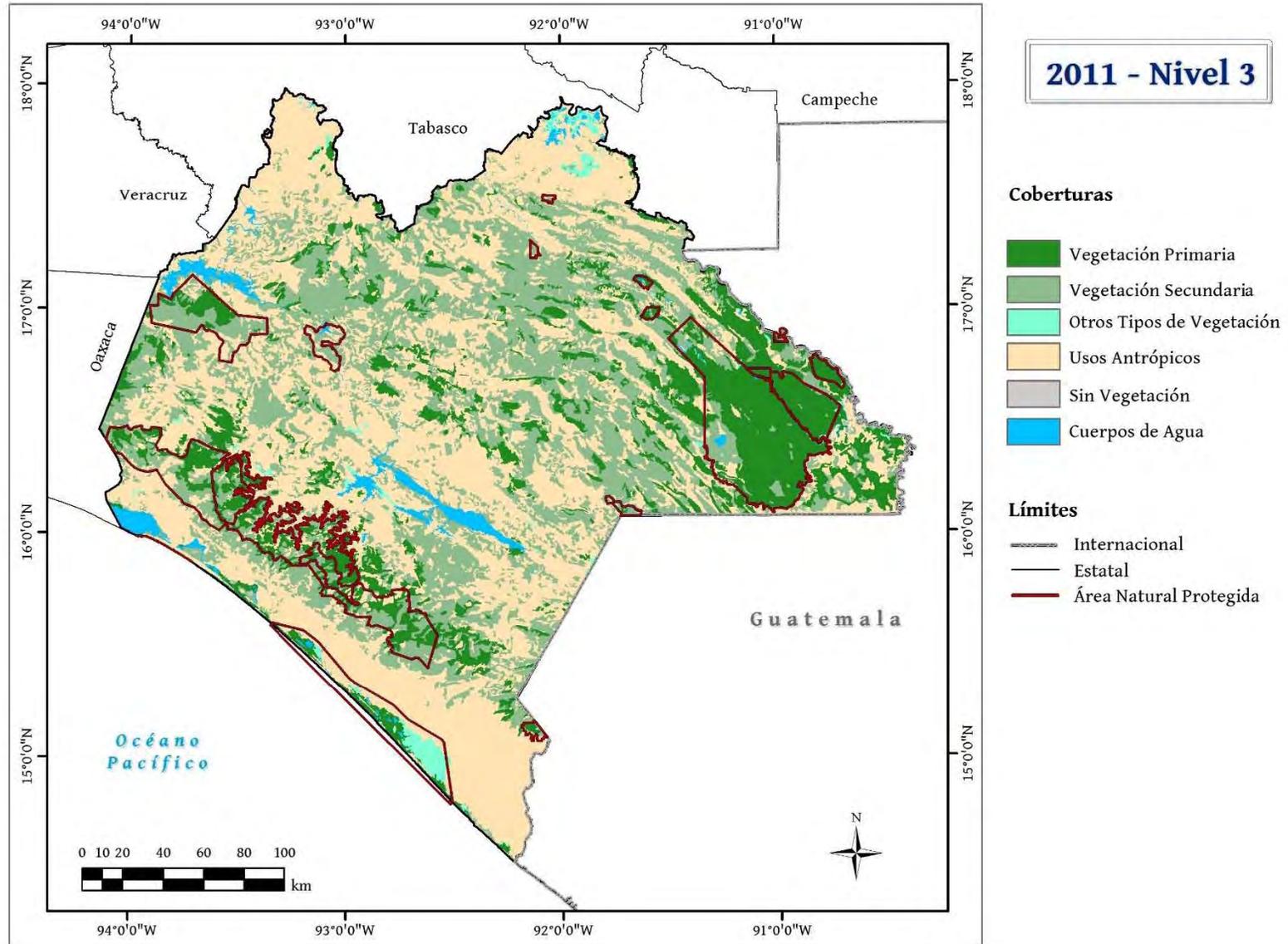


Figura 15. Uso de suelo y la vegetación en Chiapas en 2011 con el tercer nivel de agregación.

Cuadro 10. Cambio en superficie (km²) y tasa anual (%) para cada cobertura (tercer nivel de agregación) en las RB en los tres períodos analizados.

Período		Primaria	Secundaria	Usos Antrópicos	Otros Tipos de Veg.	Cuerpos de Agua	Sin Vegetación
Lacan-Tun							
1993-2002	Superficie	-3.473	3.395	-0.0001	0.082	-0.003	
	Tasa	-0.06	3.75	-0.13	0.09	-0.13	
2002-2011	Superficie	-5.652	7.748	-0.072	-2.023	0	
	Tasa	-0.1	5.68	-100	-2.61	0	
1993-2011	Superficie	-9.125	11.143	-0.073	-1.94	-0.003	
	Tasa	-0.08	4.71	-100	-1.26	-0.06	
Montes Azules							
1993-2002	Superficie	-372.01	330.904	37.557	3.627	-0.077	
	Tasa	-1.52	8.28	7.65	3.7	-0.02	
2002-2011	Superficie	-10.303	-100.21	109.375	-0.089	1.23	
	Tasa	-0.04	-1.85	10.28	-0.07	0.37	
1993-2011	Superficie	-382.32	230.692	146.933	3.537	1.152	
	Tasa	-0.78	3.09	8.96	1.79	0.17	
Volcán Tacaná							
1993-2002	Superficie	-2.155	1.154	0.833	0.258		
	Tasa	-0.72	1	0.6	1.35		
2002-2011	Superficie	-0.369	1.138	-1.11	0.369		
	Tasa	-0.12	0.9	-0.81	1.69		
1993-2011	Superficie	-2.524	2.293	-0.277	0.627		
	Tasa	-0.42	0.95	-0.1	1.52		
El Triunfo							
1993-2002	Superficie	-120.91	137.641	-16.047	-0.684		
	Tasa	-2.1	3.75	-1.26	-100		

Período		Primaria	Secundaria	Usos Antrópicos	Otros Tipos de Veg.	Cuerpos de Agua	Sin Vegetación
2002-2011	Superficie	-28.171	20.231	7.94			
	Tasa	-0.55	0.45	0.64			
1993-2011	Superficie	-149.08	157.872	-8.106	-0.684		
	Tasa	-1.33	2.09	-0.31	-100		
La Encrucijada							
1993-2002	Superficie	-36.423	18.526	-18.548	28.787	0.726	6.931
	Tasa	-1.23	62.15	-0.45	1.04	0.14	100
2002-2011	Superficie	1.179	-2.554	6.875	-2.04	-4.738	1.278
	Tasa	0.04	-1.61	0.16	-0.07	-0.99	1.89
1993-2011	Superficie	-35.244	15.972	-11.673	26.747	-4.012	8.209
	Tasa	-0.59	26.31	-0.14	0.48	-0.42	100
La Sepultura							
1993-2002	Superficie	-201.51	166.91	36.057	-1.498	-0.006	0.042
	Tasa	-2.5	3.62	2.03	-0.27	-0.33	100
2002-2011	Superficie	-150.83	99.483	111.723	-60.376	0.042	-0.042
	Tasa	-2.33	1.69	4.71	-100	2.11	-100
1993-2011	Superficie	-352.34	266.393	147.78	-61.875	0.036	
	Tasa	-2.42	2.65	3.36	-100	0.88	
Selva El Ocote							
1993-2002	Superficie	-310.06	329.3	-12.771	-6.736	0.269	
	Tasa	-8.11	10.46	-1.21	-0.96	1.95	
2002-2011	Superficie	-0.605	-3.219	77.784	-73.959	0	
	Tasa	-0.02	-0.06	6.14	-100	0	
1993-2011	Superficie	-310.67	326.08	65.013	-80.695	0.269	
	Tasa	-4.15	5.06	2.39	-100	0.97	

III.1.4. TRANSICIONES

Con base en el tercer nivel de agregación, a continuación se detalla qué tipo de uso o vegetación cambió y cuál fue la dirección del cambio, lo que muestra en qué se convirtió (Figura 16). En el Cuadro 11 se muestran las transiciones para todo el estado de Chiapas y para el área fuera de cualquier ANP. Lo que presenta mayor porcentaje de permanencia son los Cuerpos de Agua y después los Usos Antrópicos. Lo que menos permanencia tiene son la Vegetación Primaria y Otros tipos de Vegetación. Para consultar los datos por décadas separadas, ver el Anexo IV.

En la Figura 16 se aprecia claramente cómo es que los Usos Antrópicos se nutren al recibir superficie de casi todos los tipos de uso y vegetación. Lo mismo sucede con la Vegetación Secundaria, aunque generalmente en menor porcentaje.

Cuadro 11. Matriz de transición con el tercer nivel de agregación para todo el estado de Chiapas y la superficie que se encuentra fuera de cualquier ANP, de 1993 a 2011. En esta y las siguientes matrices de transición la lectura del cuadro es el tipo de uso o vegetación original (columna de la izquierda) que permaneció (diagonal de la esquina superior izquierda a la inferior derecha) o se transformó en un uso distinto (encabezado).

Cobertura	a— >	Primaria		Secundaria		Usos Antrópicos		Otros Tipos de Vegetación		Sin Vegetación		Agua	
		Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP
		Primaria	km ²	11,469.7	4,808.9	5,809.2	3,453.8	2,267.1	1,594.5	41.14	12.8	6.28	3.74
	%	58.51	48.68	29.63	34.96	11.56	16.14	0.2	0.12	0.03	0.03	0.03	0.04
Secundaria	km ²	692.86	393.09	15,118.4	12,923.8	6,621.3	5,691.6	25.7	20.81	14.93	6.5	7.94	7.34
	%	3.08	2.06	67.24	67.86	29.45	29.88	0.11	0.1	0.06	0.03	0.03	0.03
Usos Antrópicos	km ²	381.92	251.64	2,981.1	2,615.9	24,874.9	21,853.4	124.97	87.19	23.46	17.82	26.48	22.74
	%	1.34	1.01	10.49	10.52	87.54	87.94	0.43	0.35	0.08	0.07	0.09	0.09
Otros Tipos Veg.	km ²	25.36	9.51	80.77	47.21	486.21	211.44	597.29	294.06	2.88	0.47	66.31	64.89
	%	2.01	1.51	6.41	7.52	38.62	33.69	47.44	46.85	0.22	0.07	5.26	10.33
Sin Vegetación	km ²	0.08	0.08	4.77	4.77	5.13	5.12	0	0	21.91	21.88	0.03	0.03
	%	0.25	0.25	14.94	14.96	16.06	16.07	0	0	68.61	68.58	0.11	0.11
Agua	km ²	9.35	4.74	9.66	8.51	23.15	18.2	2.99	1.49	0.47	0.43	1,419.6	1,177.8
	%	0.63	0.39	0.65	0.7	1.58	1.5	0.2	0.12	0.03	0.03	96.84	97.2

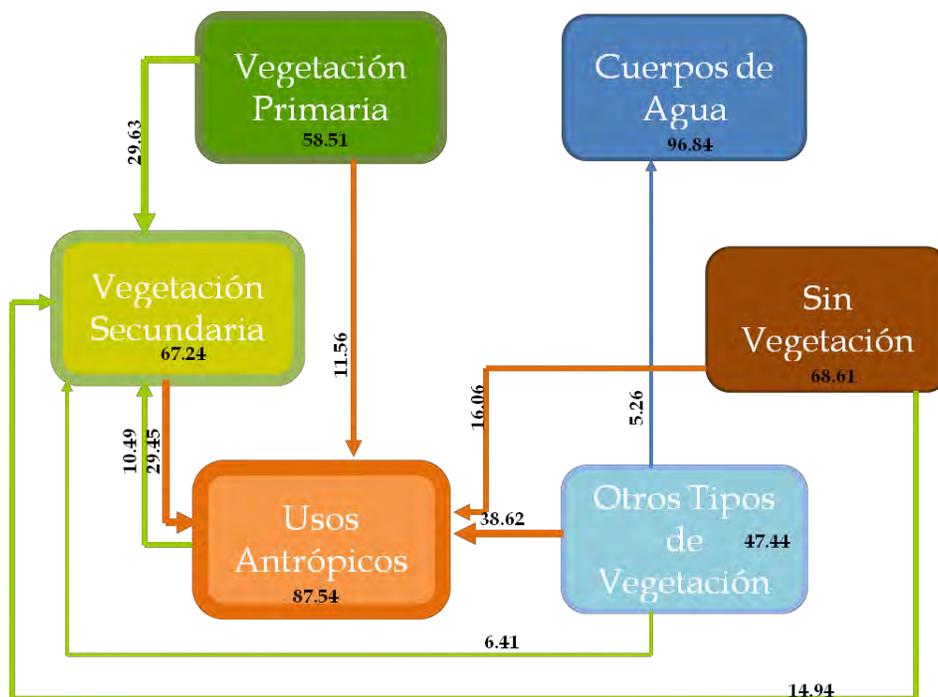


Figura 16. Diagrama de transición de uso de suelo y vegetación para todo el estado de Chiapas en el período de 1993 a 2011. Los números sobre las flechas indican el porcentaje de superficie de una cobertura que se transformó en otra. Sólo se muestran aquellas transiciones mayores a 4%, que es el error calculado en la sección II.

Los procesos de cambio en uso de suelo y vegetación varían en cada RB. Del Cuadro 12 al Cuadro 18 se muestran las matrices de transición para cada una de ellas y su respectiva AC en el período de 1993 a 2011. En el Anexo VI se pueden visualizar los diagramas de transición tales como el de la Figura 16.

Cuadro 12. Matriz de transición con el tercer nivel de agregación para la RB Lacan-Tun y su AC, de 1993 a 2011.

Uso/vegetación original	a→	Primaria		Secundaria		Usos Antrópicos		Otros Tipos Veg.		Agua	
		RB	AC	RB	AC	RB	AC	RB	AC	RB	AC
Primaria	km ²	571.1	162.3	11.143	60.039	0	26.008	0.252	0.931	0.002	0.136
	%	98.04	65.07	1.91	24.07	0	10.42	0.04	0.37	0.0004	0.05
Secundaria	km ²	0.023	2.536	8.608	21.37	0	24.658	0	0.096	0	0.077
	%	0.27	5.2	99.72	43.84	0	50.59	0	0.19	0	0.15
Usos Antrópicos	km ²	0.056	3.883	0.017	2.399	0	24.162	0	1.419	0	0.038
	%	76.82	12.17	23.17	7.52	0	75.73	0	4.44	0	0.12
Otros Tipos Veg.	km ²	2.192	2.332	0	0	0	0.483	7.253	3.276	0	0.007
	%	23.21	38.24	0	0	0	7.92	76.78	53.71	0	0.11
Agua	km ²	0	0.081	0.006	0.062	0	0.121	0	0.011	0.295	11.408
	%	0	0.69	2.08	0.53	0	1.03	0	0.1	97.91	97.63

Cuadro 13. Matriz de transición con el tercer nivel de agregación para la RB Montes Azules y su AC, de 1993 a 2011.

Uso/vegetación original	a→	Primaria		Secundaria		Usos Antrópicos		Otros Tipos Veg.		Agua	
		RB	AC	RB	AC	RB	AC	RB	AC	RB	AC
Primaria	km ²	2462.3	841.95	341.09	385.06	67.577	271.17	3.199	0.022	0.303	0.32
	%	85.66	56.18	11.86	25.69	2.35	18.09	0.11	0.001	0.01	0.02
Secundaria	km ²	26.271	37.937	198.2	223.46	88.894	322.31	2.543	0.144	0.132	0.023
	%	8.31	6.49	62.71	38.27	28.12	55.2	0.8	0.02	0.04	0.004
Usos Antrópicos	km ²	1.601	14.69	7.163	27.064	30.285	281.17	0	0.305	0.794	0.998
	%	4.01	4.53	17.97	8.34	76	86.71	0	0.09	1.99	0.3
Otros Tipos Veg.	km ²	1.756	0.011	0.177	3.632	0	2.269	7.162	7.89	0.272	0.006
	%	18.75	0.08	1.89	26.3	0	16.43	76.44	57.13	2.91	0.04
Agua	km ²	0.22	0.171	0.108	0.246	0.019	1.954	0	0.022	35.912	22.588
	%	0.6	0.68	0.3	0.98	0.05	7.82	0	0.09	99.03	90.41

Cuadro 14. Matriz de transición con el tercer nivel de agregación para la RB Volcán Tacaná y su AC, de 1993 a 2011.

Uso/vegetación original	a→	Primaria		Secundaria		Usos Antrópicos		Otros Tipos Veg.	
		RB	AC	RB	AC	RB	AC	RB	AC
Primaria	km ²	31.548	5.452	1.955	0.743	0.046	0.12	0.626	0
	%	92.3	86.32	5.72	11.76	0.13	1.9	1.83	0
Secundaria	km ²	0.028	0.039	11.425	10.423	0.87	0.105	0	0
	%	0.23	0.37	92.7	98.62	7.06	0.99	0	0
Usos Antrópicos	km ²	0.014	0.206	1.218	0.17	13.629	28.109	0	0
	%	0.09	0.72	8.19	0.59	91.7	98.67	0	0
Otros Tipos Veg.	km ²	0.005	NA	0	NA	0	NA	2.001	NA
	%	0.26	NA	0	NA	0	NA	99.73	NA

Cuadro 15. Matriz de transición con el tercer nivel de agregación para la RB El Triunfo y su AC, de 1993 a 2011.

Uso/vegetación original	a→	Primaria		Secundaria		Usos Antrópicos		Otros Tipos Veg.	
		RB	AC	RB	AC	RB	AC	RB	AC
Primaria	km ²	386.17	95.104	288.15	83.927	18.45	16.736	0	0
	%	55.74	48.58	41.59	42.87	2.66	8.54	0	0
Secundaria	km ²	127.05	0.039	200.82	376.229	21.88	0.105	0	0
	%	36.32	0.37	57.41	71.91	6.25	0.99	0	0
Usos Antrópicos	km ²	30.465	23.015	17.972	74.603	100.14	131.6	0	0
	%	20.5	10.04	12.09	32.54	67.4	57.41	0	0
Otros Tipos Veg.	km ²	0	NA	0.684	NA	0	NA	0	NA
	%	0	NA	100	NA	0	NA	0	NA

Cuadro 16. Matriz de transición con el tercer nivel de agregación para la RB La Encrucijada y su AC, de 1993 a 2011.

Uso/vegetación a→ original		Primaria		Secundaria		Usos Antrópicos		Otros Tipos de Vegetación		Sin Vegetación		Agua	
		RB	AC	RB	AC	RB	AC	RB	AC	RB	AC	RB	AC
Primaria	km ²	286.18	9.271	5.812	0.722	25.848	3.45	21.997	0.368	1.814	0.72	2.01	0.067
	%	83.27	63.5	1.69	4.94	7.52	23.63	6.4	2.52	0.52	4.93	0.58	0.46
Secundaria	km ²	0	0	0	1.026	0	2.759	0.203	1.188	0	0	0.038	0.058
	%	0	0	0	20.4	0	54.82	84.01	23.6	0	0	15.98	1.16
Usos Antrópicos	km ²	10.767	1.85	9.45	4.843	407.14	747.59	33.416	1.241	4.007	1.224	1.082	0
	%	2.31	0.24	2.02	0.64	87.39	98.78	7.17	0.16	0.86	0.16	0.23	0
Otros Tipos de Vegetación	km ²	7.398	0.629	0.938	0.009	19.004	11.721	262.24	8.121	2.387	0	0.205	0.117
	%	2.53	3.05	0.32	0.04	6.5	56.9	89.75	39.42	0.81	0	0.07	0.57
Agua	km ²	4.073	0	0.013	0	2.197	0	1.064	0.396	0	0	46.767	1.474
	%	7.52	0	0.02	0	4.06	0	1.96	21.21	0	0	86.41	78.78

Cuadro 17. Matriz de transición con el tercer nivel de agregación para la RB La Sepultura y su AC, de 1993 a 2011.

Uso/vegetación a→ original		Primaria		Secundaria		Usos Antrópicos		Otros Tipos de Vegetación		Agua	
		RB	AC	RB	AC	RB	AC	RB	AC	RB	AC
Primaria	km ²	610.56	108.77	312.37	115.95	64.674	22.987	0	0	0.0009	0
	%	61.82	43.91	31.62	46.8	6.54	9.28	0	0	9E-05	0
Secundaria	km ²	12.007	0.668	351.46	215.63	78.821	71.37	0	0.67	0	0
	%	2.71	0.23	79.46	74.78	17.82	24.75	0	0.23	0	0
Usos Antrópicos	km ²	12.702	8.425	37.22	57.828	131.24	670.84	0	1.379	0.043	0.141
	%	7.01	1.14	20.54	7.82	72.42	90.82	0	0.18	0.02	0.01
Otros Tipos Veg.	km ²	0	0	7.627	1.731	54.246	30.192	0	4.259	0	0
	%	0.001	0	12.32	4.78	87.67	83.44	0	11.77	0	0
Agua	km ²	0	0	0.003	0.017	0.004	0	0	0	0.202	0.862
	%	0	0	1.7	1.94	2.13	0.1	0	0	96.15	97.95

Cuadro 18. Matriz de transición con el tercer nivel de agregación para la RB Selva El Ocote y su AC, de 1993 a 2011.

Uso/vegetación original	a→	Primaria		Secundaria		Usos Antrópicos		Otros Tipos Veg.		Agua	
		RB	AC	RB	AC	RB	AC	RB	AC	RB	AC
Primaria	km ²	260.58	28.392	311.09	72.999	9.457	18.326	0	0	0.336	0.023
	%	44.81	23.71	53.5	60.96	1.62	15.3	0	0	0.05	0.01
Secundaria	km ²	4.704	3.266	197.3	197.33	25.15	134.4	0	0	0.005	0.047
	%	2.07	0.97	86.85	58.89	11.07	40.11	0	0	0.002	0.01
Usos Antrópicos	km ²	4.689	3.148	34.209	58.877	83.289	258.06	0	0	0	0.311
	%	3.83	0.98	27.99	18.37	68.16	80.54	0	0	0	0.09
Otros Tipos Veg.	km ²	0.775	0	10.623	7.715	69.296	86.214	0	0	0	0
	%	0.96	0	13.16	8.21	85.87	91.78	0	0	0	0
Agua	km ²	0.043	0.025	0.021	0.471	0.009	0.537	0	0	1.34	94.295
	%	3.05	0.02	1.52	0.49	0.63	0.56	0	0	94.78	98.91

Lacan-Tun es la RB que presentó mayores porcentajes de permanencia, excepto para los Usos Antrópicos. Esto no sucede con su AC. La Vegetación Primaria fue más afectada en la RB Selva El Ocote, lo mismo que su AC es la que menor permanencia tiene de esta vegetación; la RB con mayor permanencia de Vegetación Primaria es Lacan-Tun y la AC con más permanencia es la de Volcán Tacaná. Para la Vegetación Secundaria, la menor permanencia en las RB es en La Encrucijada y en su misma AC; la mayor permanencia en las RB es nuevamente en Lacan-Tun, y en las AC es en Volcán Tacaná. En cuanto a los Usos Antrópicos, la menor permanencia en las RB es en Lacan-Tun y en la AC de El Triunfo; la mayor en las RB es en Volcán Tacaná y el AC de La Encrucijada.

Con los datos del segundo nivel de agregación, se observaron cuáles fueron los tipos de vegetación más frecuentemente convertidos a Usos Antrópicos. Se puede observar que las Selvas Húmedas fueron las más afectadas, particularmente en la segunda década de análisis (Figura 17).

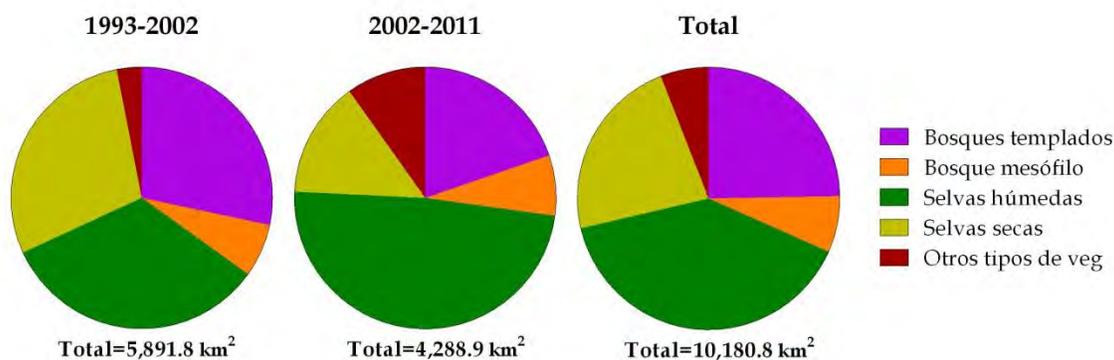


Figura 17. Proporción de cada tipo de vegetación del segundo nivel de agregación que se transformó a Usos Antrópicos en todo el estado de Chiapas.

III.2. EFECTIVIDAD DE LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA

III.2.1. LOS INDICADORES

El primer indicador de efectividad es el de integridad de la vegetación, que se refiere a la proporción o razón de Vegetación Primaria y Secundaria. Se puede observar por un lado que La Encrucijada es la RB que tenía en 1993 la mayor proporción de Vegetación Primara, pues la Vegetación Secundaria era casi nula, situación que cambió a partir de 2002. Después de este caso, Lacan-Tun es la que tuvo mayores proporciones de Vegetación Primaria en los tres períodos, sin embargo, también se aprecia que es la que sufrió mayores cambios de un período a otro (Cuadro 19). El valor final de cada indicador se presenta más adelante en el Cuadro 22.

Cuadro 19. Proporción o razón de vegetación primaria (P) y secundaria (S) en cada año, así como la diferencia (Δ) de esta proporción de un período a otro.

Año/período	Lacan-Tun	Montes Azules	Volcán Tacaná	El Triunfo	La Encrucijada	La Sepultura	Selva El Ocote
P:S							
1993	67.48	9.09	2.77	1.98	1419.49	2.23	2.55
2002	48.14	3.86	2.37	1.17	16.36	1.29	0.48
2011	28.99	4.55	2.16	1.07	19.02	0.89	0.48
ΔP:S							
1993-2002	-19.34	-5.23	-0.4	-0.81	-1403.13	-0.94	-2.07
2002-2011	-19.15	0.69	-0.21	-0.1	2.66	-0.4	0
1993-2011	-38.49	-4.54	-0.61	-0.91	-1400.47	-1.34	-2.07

El siguiente indicador fue el de antropización. Éste se calculó a partir de la superficie y porcentaje que cambió de vegetación natural (Vegetación Primaria, Secundaria u Otros Tipos de Vegetación) a Usos Antrópicos. Para el período completo de 1993 a 2011, la mayor superficie de este cambio en las RB fue en La Sepultura, y en las AC fue en Montes Azules. En cuanto a porcentaje, en las RB fue en La Sepultura y en las AC en Selva El Ocote, aunque es muy similar al de Montes Azules (Cuadro 20, Figura 18).

Con los mismos datos del Cuadro 20 se puede analizar el indicador de desplazamiento de cambio en uso de suelo. Para el período 1993-2002, el porcentaje de antropización más alto en las AC que en las RB y fuera de ANP se registró para Montes Azules, La Encrucijada y Selva El Ocote. Para 2002-2011 solamente en Volcán Tacaná y El Triunfo este proceso no ocurre. Si se considera todo el período 1993-2011, esto sucede en Montes Azules, La Encrucijada y Selva El Ocote. Por lo tanto estas RB podrían estar provocando procesos de desplazamiento del cambio en uso de suelo hacia sus AC.

Cuadro 20. Superficie y porcentaje de vegetación natural que se convirtió a Usos Antrópicos en las RB, sus AC y fuera de ANP para los tres períodos analizados

Área	1993-2002				2002-2011				1993-2011			
	RB		AC		RB		AC		RB		AC	
	km ²	%										
Lacan-Tun	0	0	0.74	0.24	0	0	50.57	16.65	0	0	51.14	16.812
Montes Azules	38.38	1.19	390.61	18.63	122.09	3.86	251.95	14.62	156.47	4.88	595.74	28.42
Volcán Tacaná	1.08	2.24	0.22	1.33	0	0	0	0	0.91	1.89	0.22	1.3379
El Triunfo	34.81	3.33	48.07	6.68	8.23	0.77	53.35	6.87	40.33	3.86	93.7	13.034
La Encrucijada	40.23	6.32	18.56	46.14	28.66	4.43	14.38	49.49	44.85	7.05	17.93	44.57
La Sepultura	83.03	5.56	43.42	7.58	115.99	7.96	91.44	15.66	197.74	13.25	124.55	21.766
Selva El Ocote	13.21	1.48	102.63	18.7	94.18	10.44	147.33	30.44	103.9	11.68	238.94	43.545
Fuera de ANP	4978.4	16.84			3249.1	12.26			7497.6	25.37		

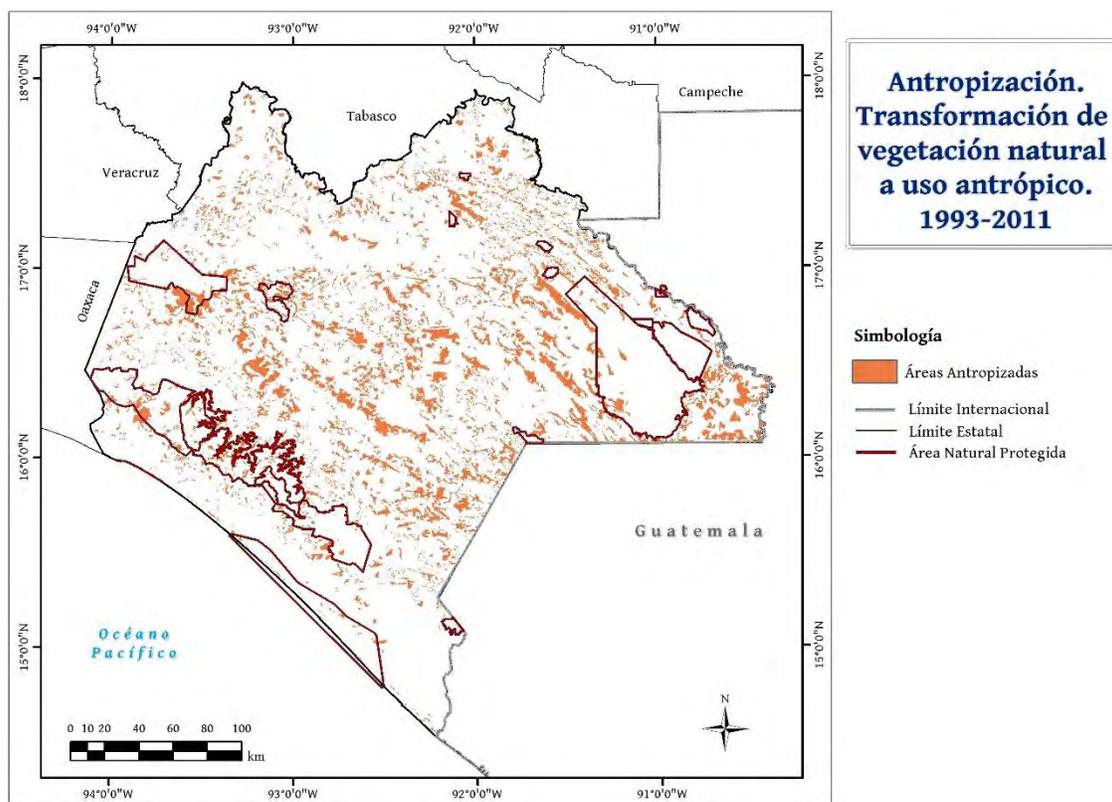


Figura 18. Cambio de vegetación natural a uso antrópico en Chiapas de 1993 a 2011.

Por otra parte, para el indicador de regeneración se calculó la superficie que pasó de tener un uso antrópico a una cobertura natural de vegetación. Se observa que para el período completo 1993-2011 esto pasa en mayor porcentaje dentro de las RB que en sus AC (Cuadro 21, Figura 19).

Cuadro 21. Superficie y porcentaje de uso antrópico que cambió a vegetación natural.

		Lacan-Tun	Montes Azules	Volcán Tacaná	El Triunfo	La Encrucijada	La Sepultura	Selva El Ocote	Fuera de ANP
1993-2002									
RB	km ²	0.0009	0.82	0.26	50.85	56.7	46.93	25.99	1994.3
	%	1.21	2.06	1.78	34.22	12.17	25.9	21.27	8.02
AC	km ²	0.13	17.35	0.37	105.27	8.05	54.85	37.67	
	%	0.42	5.35	1.32	45.92	1.06	7.42	11.75	
2002-2011									
RB	km ²	0.07	11.81	1.13	0.29	10.02	10.45	14.66	1636.7
	%	100	15.26	7.25	0.21	2.24	4.81	13.39	5.87
AC	km ²	7.68	0	0.07	3.2	22.03	37.52	71.42	
	%	23.62	0	0.26	1.86	2.87	5.16	18.51	
1993-2011									
RB	km ²	0.07	8.76	1.23	48.43	53.63	49.92	38.89	2954.8
	%	100	21.99	8.29	32.59	11.51	27.55	31.83	11.89
AC	km ²	7.7	42.06	0.37	97.61	7.93	67.63	62.02	
	%	24.14	12.97	1.32	42.58	1.04	9.15	19.35	

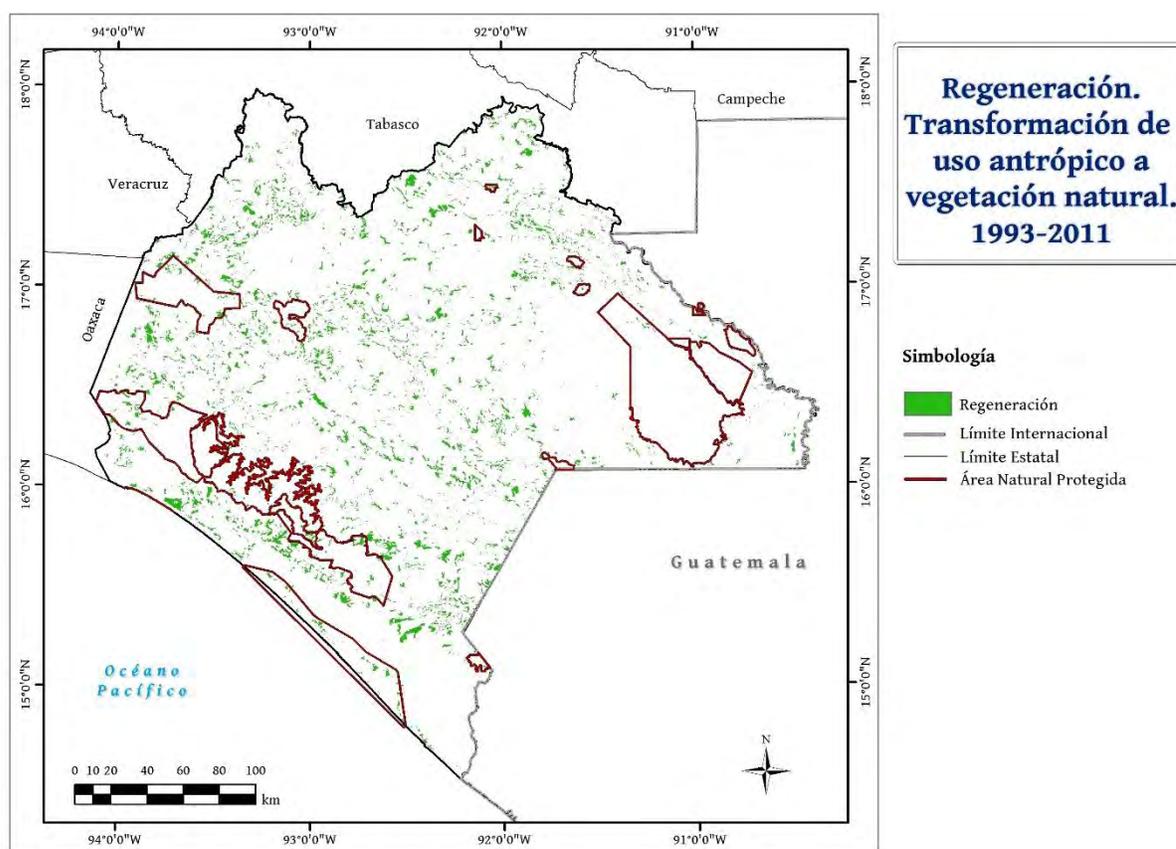


Figura 19. Cambio de Usos Antrópicos a cobertura de vegetación natural en Chiapas de 1993 a 2011.

III.2.2. EL ÍNDICE DE EFECTIVIDAD

El índice se compone de la suma de los cuatro indicadores. El desempeño o efectividad de cada RB varía de un período a otro (Cuadro 22).

Cuadro 22. Indicadores e índices de efectividad para cada RB en los tres períodos analizados.

Período	Lacan-Tun	Montes Azules	Volcán Tacaná	El Triunfo	La Encrucijada	La Sepultura	Selva El Ocote
Integridad							
1993-2002	0.71	0.42	0.85	0.59	0.01	0.57	0
2002-2011	0.60	1	0.91	0	1	0	1
1993-2011	0.42	0.50	0.77	0	0.01	0.39	0
Antropización							
1993-2002	1	0.88	0.77	0.66	0.36	0.44	0.85
2002-2011	1	0.61	1	0.92	0.55	0.20	0
1993-2011	1	0.51	0.81	0.61	0.29	0	0
Regeneración							
1993-2002	0.01	0.02	0.01	0.34	0.12	0.25	0.21
2002-2011	1	0.15	0.07	0	0.02	0.04	0.13
1993-2011	1	0.21	0.08	0.32	0.11	0.27	0.31
Desplazamiento							
1993-2002	0.75	0	1	0.75	0	0	0
2002-2011	0	0	1	0.75	0	0	0
1993-2011	0.75	0	1	0.75	0	0.75	0
Índice							
1993-2002	2.47	1.32	2.63	2.34	0.49	1.26	1.06
2002-2011	2.60	1.76	2.98	1.67	1.57	0.24	1.13
1993-2011	3.17	1.22	2.66	1.68	0.41	1.41	0.31

Lacan-Tun es la única RB que alcanza más de tres puntos para el período completo de 18 años, aunque ninguna lo logra en cualquiera de las dos décadas por separado. La RB mejor calificada en períodos de décadas separadas fue Volcán Tacaná; Lacan-Tun es la siguiente mejor posicionada para ambas décadas. Selva El Ocote, La Encrucijada y La Sepultura fueron las que obtuvieron los valores más bajos, menores a 1. Solamente Lacan-Tun y Volcán Tacaná tuvieron un índice mayor a 2 en los tres períodos; El Triunfo sólo en un período. Salvo Lacan-Tun y Volcán Tacaná, en general la efectividad de las RB de Chiapas fue baja, pues en la mayoría de los casos no alcanzan un índice de siquiera 2 puntos, de los 4 posibles.

III.3. DESCRIPCIÓN SOCIOECONÓMICA

A excepción de Montes Azules, en todas las RB el número de localidades disminuyó entre el año 2000 y 2010; sin embargo, la población total aumentó, excepto en La Sepultura. En sus AC, excepto en El Triunfo y El Ocote, el número de localidades aumentó, lo mismo que su población total, excepto en Volcán Tacaná (Cuadro 23, Figuras 20, 21 y 22). Montes Azules tuvo dentro de la RB y en su AC una tasa de crecimiento poblacional (y de localidades) superior a la del estado. En menor medida ocurrió lo mismo en la RB Volcán Tacaná. La Encrucijada es la RB que presenta la mayor densidad poblacional y de localidades, mientras que el AC de La Sepultura tiene densidades mayores que las del estado. Las localidades ubicadas dentro de las RB en su mayoría son pequeñas, con menos de 100 habitantes cada una (Figura 20).

Cuadro 23. Población total, densidad de habitantes y localidades (por km²) y tasa de crecimiento poblacional y de localidades (%) en las RB, AC y fuera de ANP en 2000 y 2010.

Área	Población total			Densidad poblacional		Localidades			Densidad localidades	
	2000	2010	Tasa	2000	2010	2000	2010	Tasa	2000	2010
Lacan-Tun										
RB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AC	378	320	-1.65	1.08	0.91	5	7	3.42	0.01	0.02
Montes Azules										
RB	13,940	19,921	3.63	4.25	6.08	39	51	2.71	0.01	0.01
AC	34,537	44,788	2.63	14.12	18.31	105	118	1.17	0.04	0.04
Volcán Tacaná										
RB	578	738	2.47	9.06	11.57	10	7	-3.5	0.15	0.1
AC	7,222	6,793	-0.61	159.17	149.72	34	37	0.84	0.74	0.81
El Triunfo										
RB	10,128	10,747	0.59	8.49	9.01	147	136	-0.77	0.12	0.11
AC	15,006	16,133	0.72	15.82	17.01	232	194	-1.77	0.24	0.2
La Encrucijada										
RB	16,291	16,667	0.22	14.11	14.44	326	290	-1.16	0.28	0.25
AC	39,238	42,965	0.91	49.11	53.78	486	522	0.71	0.6	0.65
La Sepultura										
RB	9,317	8,468	-0.95	5.56	5.06	260	251	-0.35	0.15	0.15
AC	84,485	92,982	0.96	64.4	70.88	625	628	0.04	0.47	0.47
Selva El Ocote										
RB	6,948	8,017	1.44	6.85	7.91	146	138	-0.56	0.14	0.13
AC	23,156	26,923	1.51	24	27.91	292	279	-0.45	0.3	0.28
Fuera ANP	3,643,359	4,437,340	1.99	65.45	79.71	16,283	16,985	0.42	0.29	0.3
Chiapas	3,918,267	4,796,560	2.04	53.47	65.46	19,422	20,045	0.31	0.26	0.27

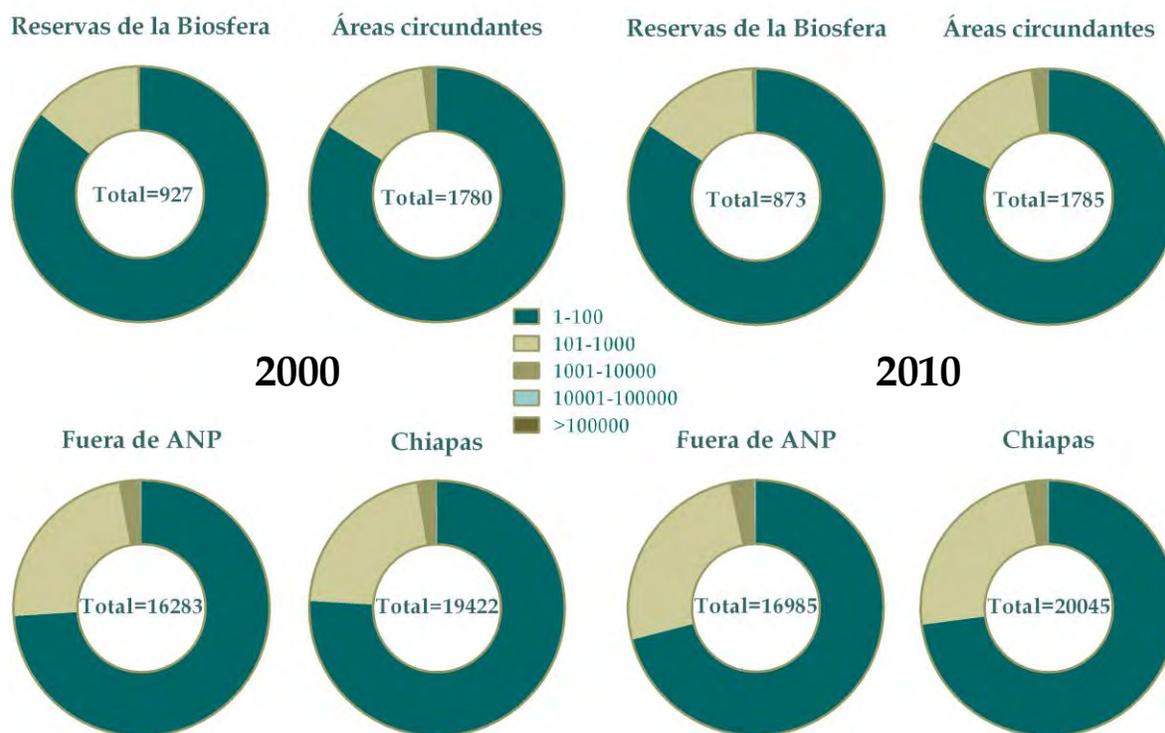


Figura 20. Número de localidades por tamaño poblacional en las RB, en las AC, fuera de ANP y en Chiapas.

En cuanto al grado de marginación, se observa que en todo el estado, así como dentro de las RB, una parte considerable de las localidades clasificadas con grado de marginación Muy alto se redujeron, y aquellas clasificadas como Alto aumentaron (Cuadro 23, Figuras 23, 24, 25 y 26). Cabe destacar que el índice del cual se deriva esta clasificación se calculó con algunas variaciones de un año a otro (CONAPO, 2012). Aun así, hay una mayor concentración de localidades con muy alta marginación dentro de las RB que en sus AC y el resto del estado.

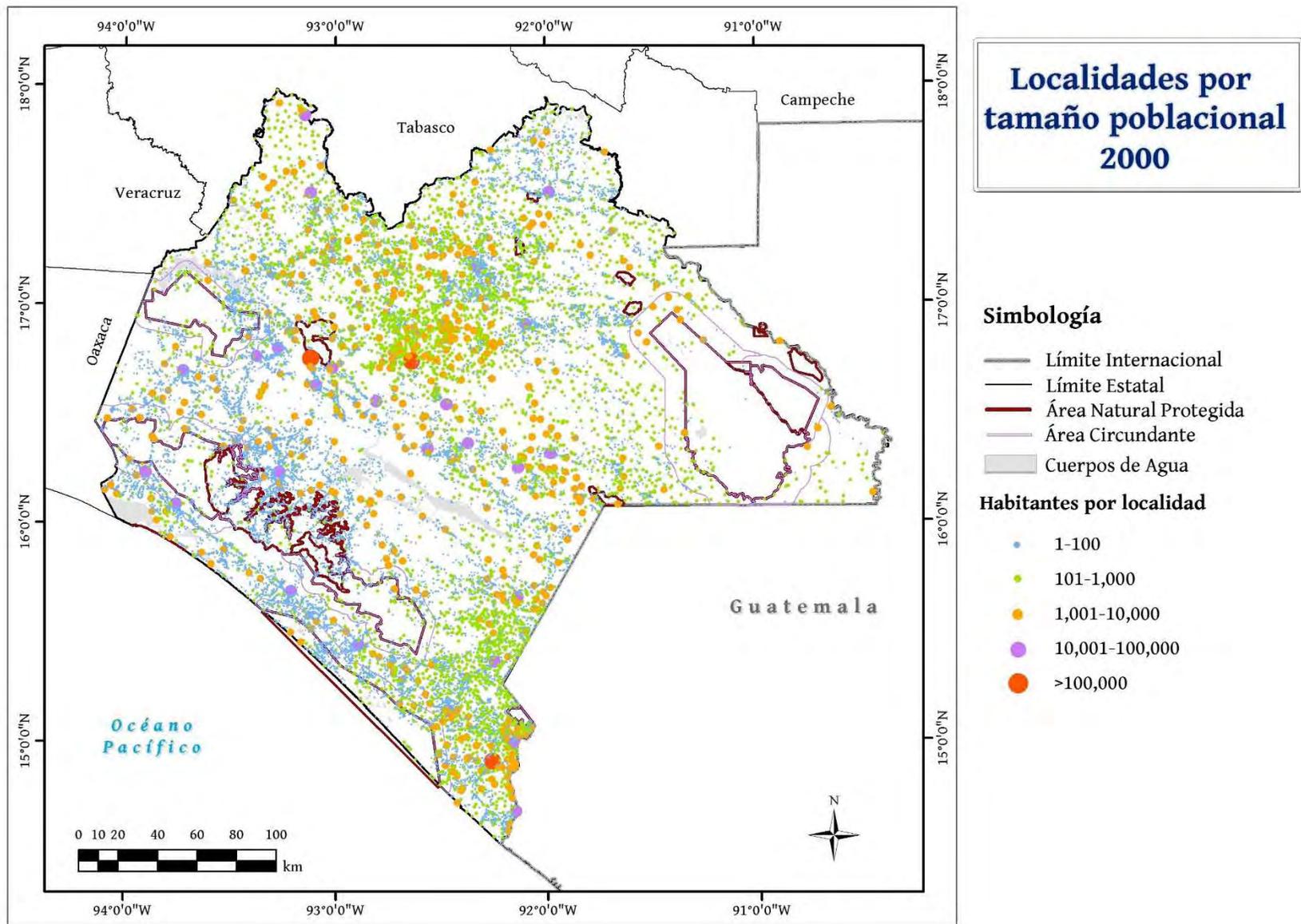


Figura 21. Localidades por tamaño poblacional en Chiapas en el año 2000.

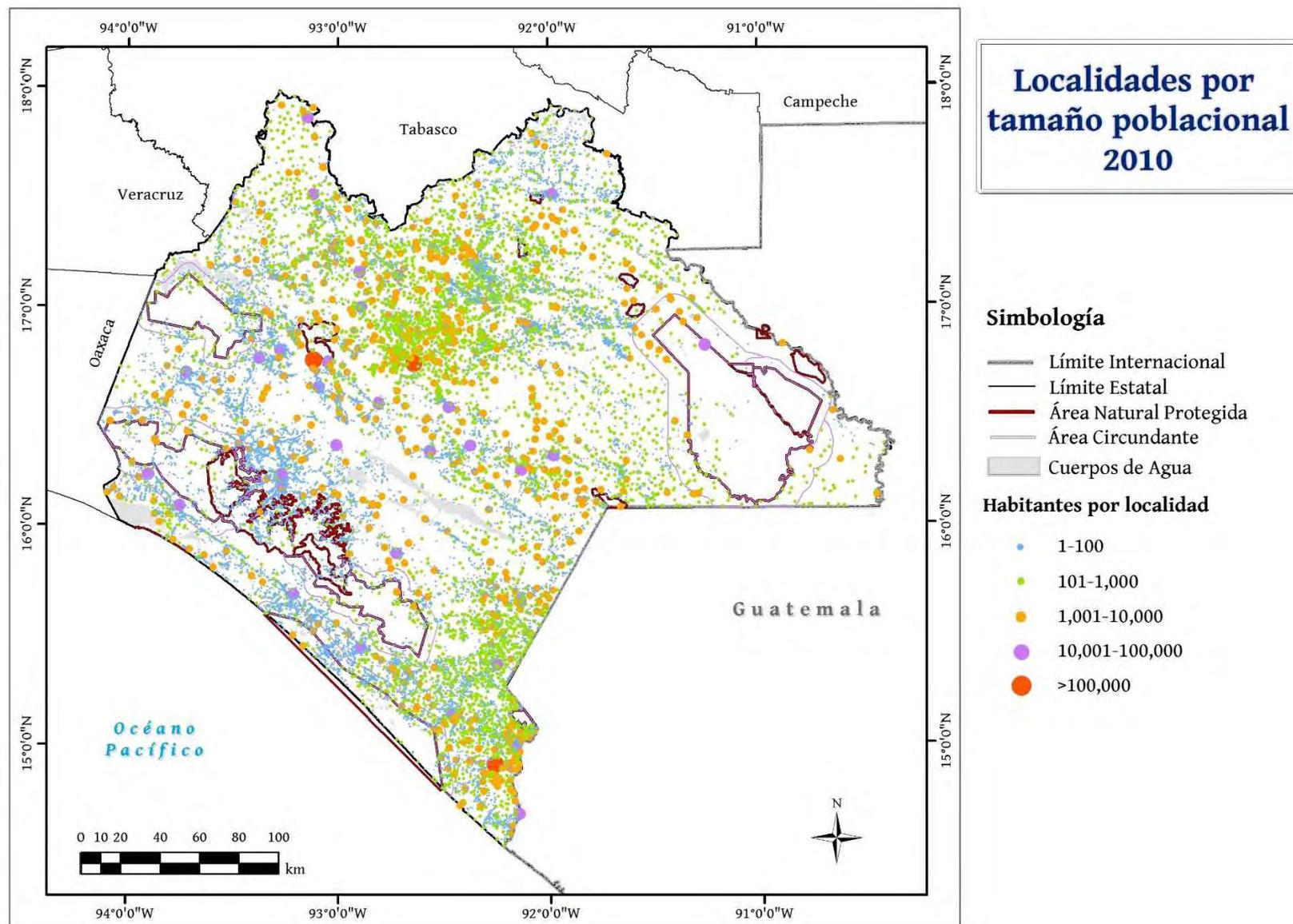


Figura 22. Localidades por tamaño poblacional en Chiapas en el año 2010.

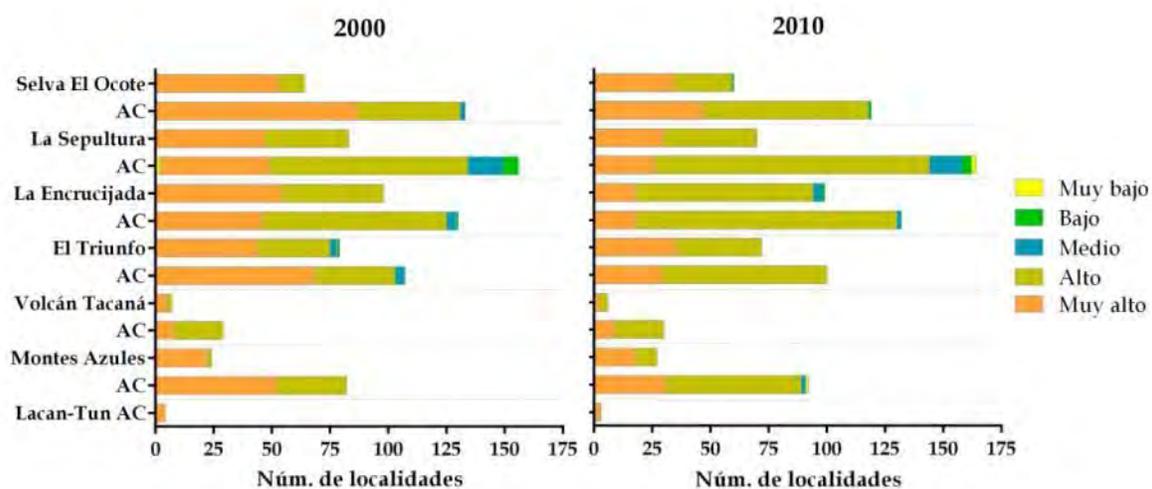


Figura 23. Número de localidades por grado de marginación para cada RB y su AC.

Cuadro 24. Número de localidades por grado de marginación en las RB, sus AC y fuera de ANP en 2000 y 2010.

Área	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Lacan-Tun										
RB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AC	0	0	0	0	0	0	0	1	4	2
Montes Azules										
RB	0	0	0	0	0	0	2	9	22	18
AC	0	1	0	0	0	2	30	58	52	31
Volcán Tacaná										
RB	0	0	0	0	0	0	2	4	5	2
AC	0	0	0	0	0	0	21	21	8	9
El Triunfo										
RB	0	0	1	0	3	0	31	37	44	35
AC	0	0	0	0	4	0	35	71	68	29
La Encrucijada										
RB	0	0	0	1	0	4	44	76	54	18
AC	0	0	1	0	4	2	79	112	46	18
La Sepultura										
RB	0	0	0	0	0	0	36	40	47	30
AC	2	2	7	4	15	14	85	118	47	26
Selva El Ocote										
RB	0	0	0	1	0	0	11	25	53	34
AC	0	0	0	1	2	0	44	71	87	47
Fuera ANP	22	36	52	56	250	190	3,319	5,765	4,797	3,639
Chiapas	24	40	62	64	281	215	3,779	6,466	5,440	4,023

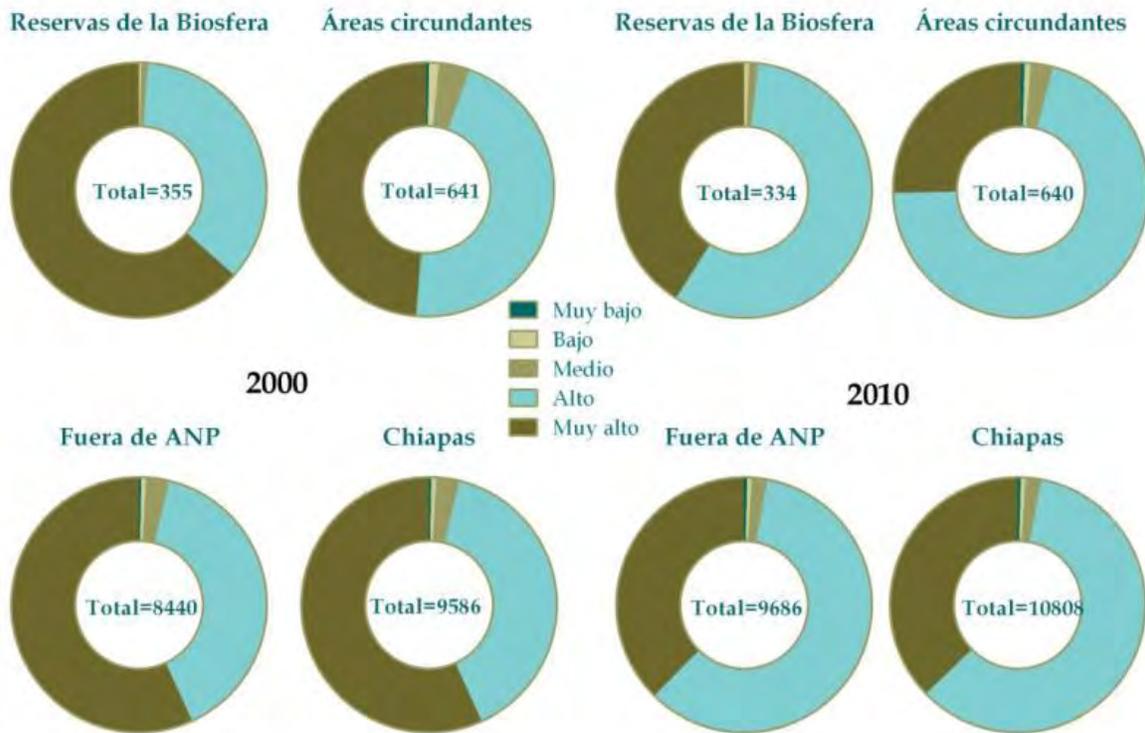


Figura 24. Localidades por grado de marginación en las RB, las AC y fuera de ANP.

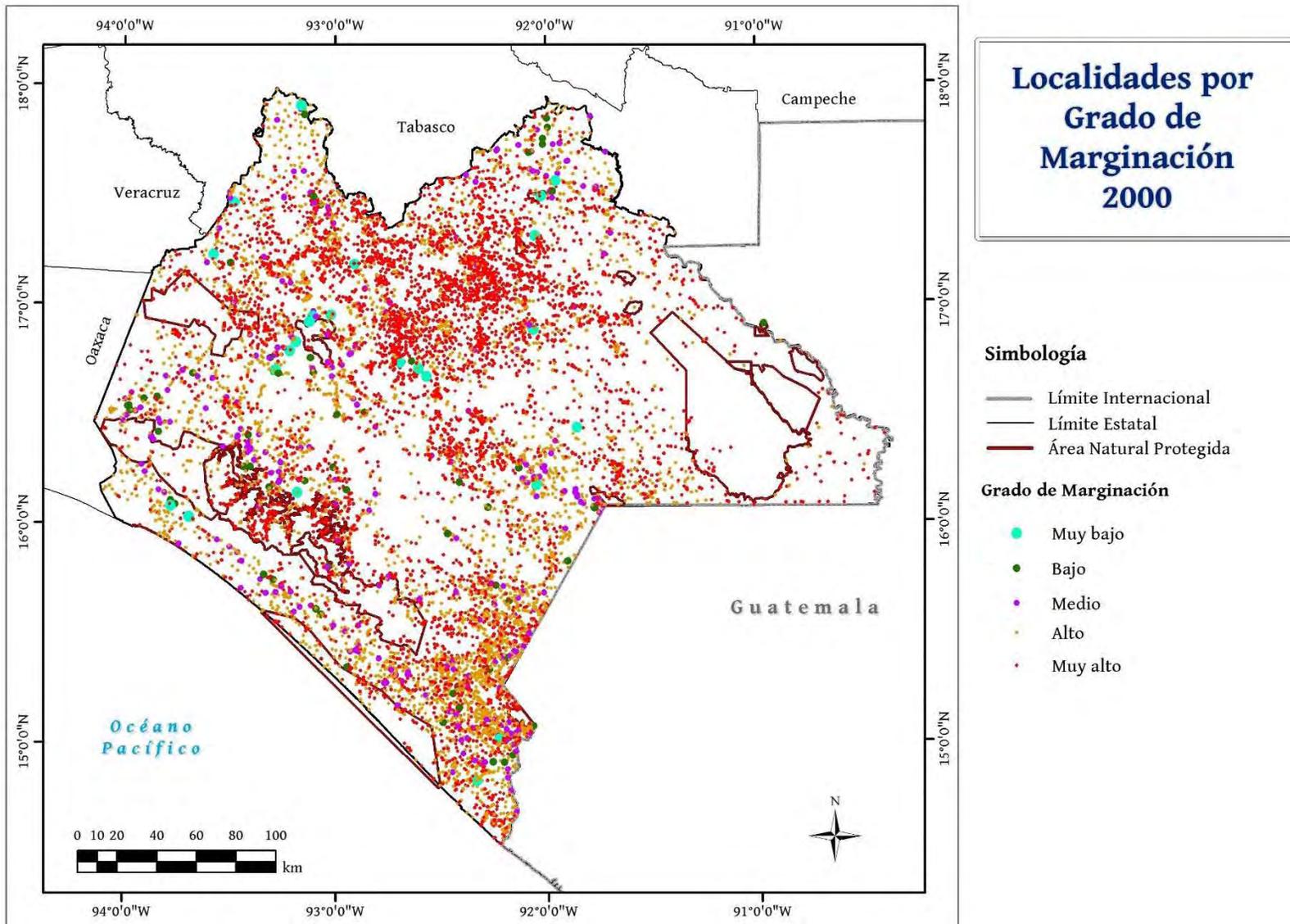


Figura 25. Localidades por grado de marginalización en Chiapas en el año 2000.

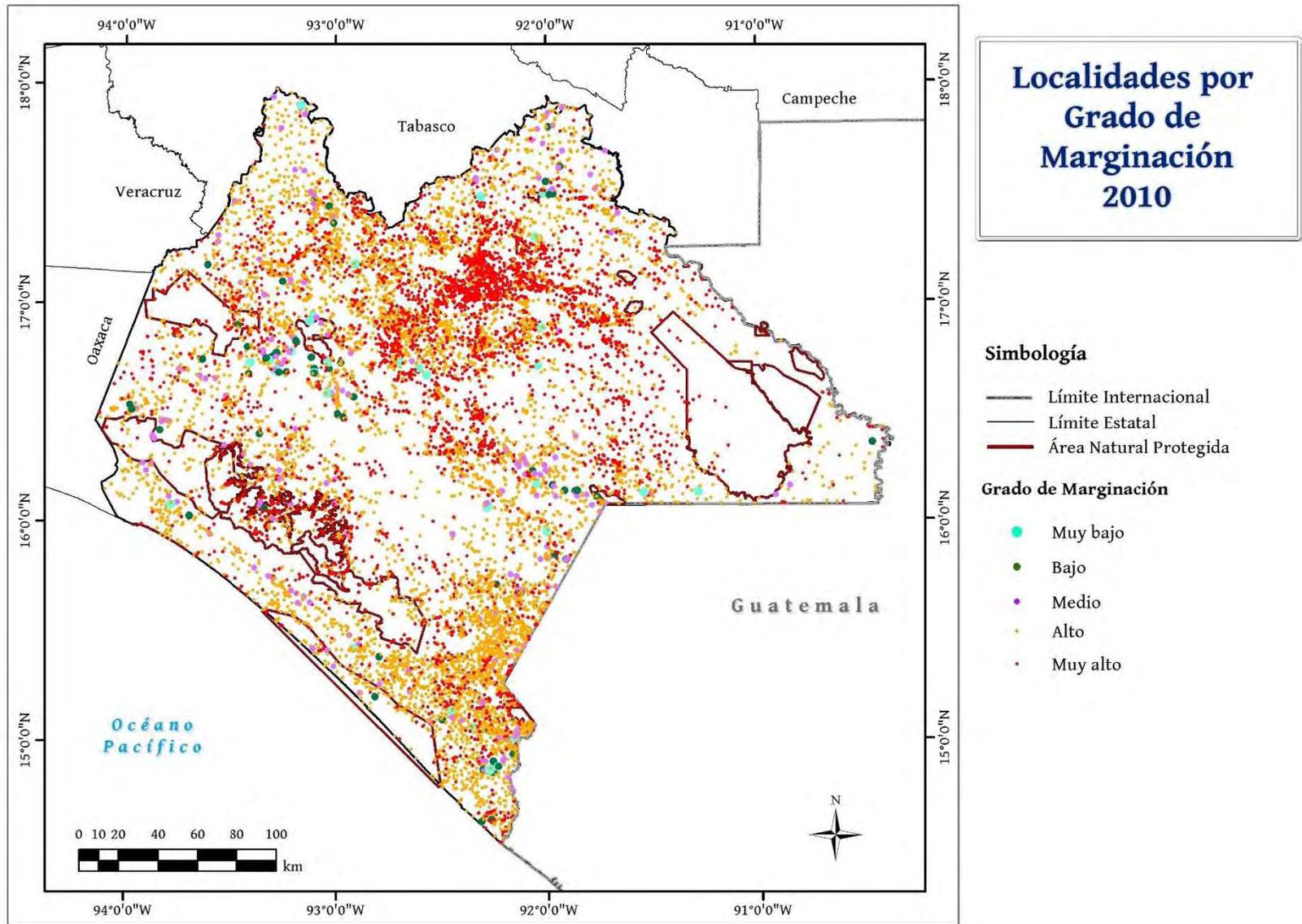


Figura 26. Localidades por grado de marginalización en Chiapas en el año 2010.

Posteriormente se analizó el índice de marginación como variable continua (Figura 27). Si bien con la media de las localidades se podría asignar un grado de marginación de acuerdo con los puntos de corte que establece el INEGI para categorizar el índice, se puede observar que existe variación en cada área.

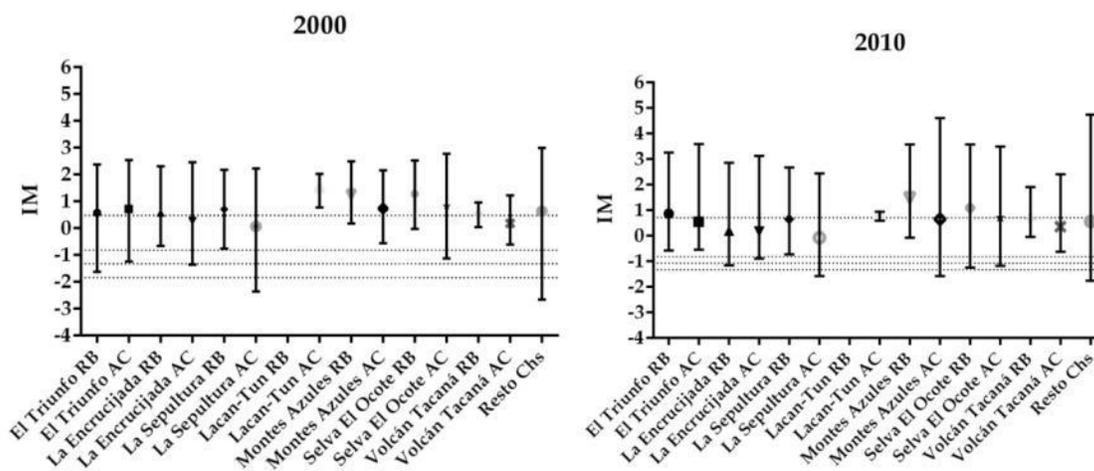


Figura 27. Valores del índice de marginación en las RB, sus AC y fuera de ANP. Las barras indican valores máximos y mínimos, el punto es la media. Las líneas punteadas son los puntos de corte para el grado de marginación.

Para el año 2000 se determinó que el índice de marginación es distinto entre las RB ($F_{5,349}=11.54$, $P < 0.001$). Particularmente, Montes Azules y Selva El Ocote presentan un índice comparativamente mayor que las demás RB. Para el año 2010, este índice también presenta diferencias entre las RB ($F_{5,328}=14.01$, $P < 0.001$).

Por otra parte, en el año 2000 se encontraron diferencias entre el territorio fuera de ANP con las RB ($F=8.8$, $P < 0.001$), en especial Montes Azules y Selva El Ocote tendrían un índice de marginación mayor que el resto del estado. En el año 2010 también hay diferencias ($F=11.82$, $P < 0.001$). En este caso, El Triunfo, Montes Azules y Selva El Ocote tienen un índice mayor, mientras que La Encrucijada tiene un índice menor que el territorio fuera de ANP (Figura 28a).

Al comparar las RB con sus AC también se encontraron diferencias ($F=17.42$, $P < 0.001$) en el año 2000, cuando a excepción de El Triunfo y Volcán Tacaná, el índice de marginación fue mayor dentro de las RB que en sus respectivas AC. En el año 2010 también se encontraron diferencias ($F=16.02$, $P < 0.001$); sólo La Sepultura, Montes Azules y Selva El Ocote tuvieron un índice mayor dentro de las RB que en sus AC (Figura 28b).

Finalmente, se encontraron diferencias entre el índice de marginación de las AC con el territorio fuera de ANP en el año 2000 ($F=16.02$, $P < 0.001$), particularmente las AC de La Encrucijada, La Sepultura y Volcán Tacaná presentaron un índice menor que

fuera de las ANP. En el año 2010 también hubo diferencias ($F=15.1, P < 0.001$), aunque sólo las AC de La Encrucijada y La Sepultura tuvieron un índice menor (Figura 28c).

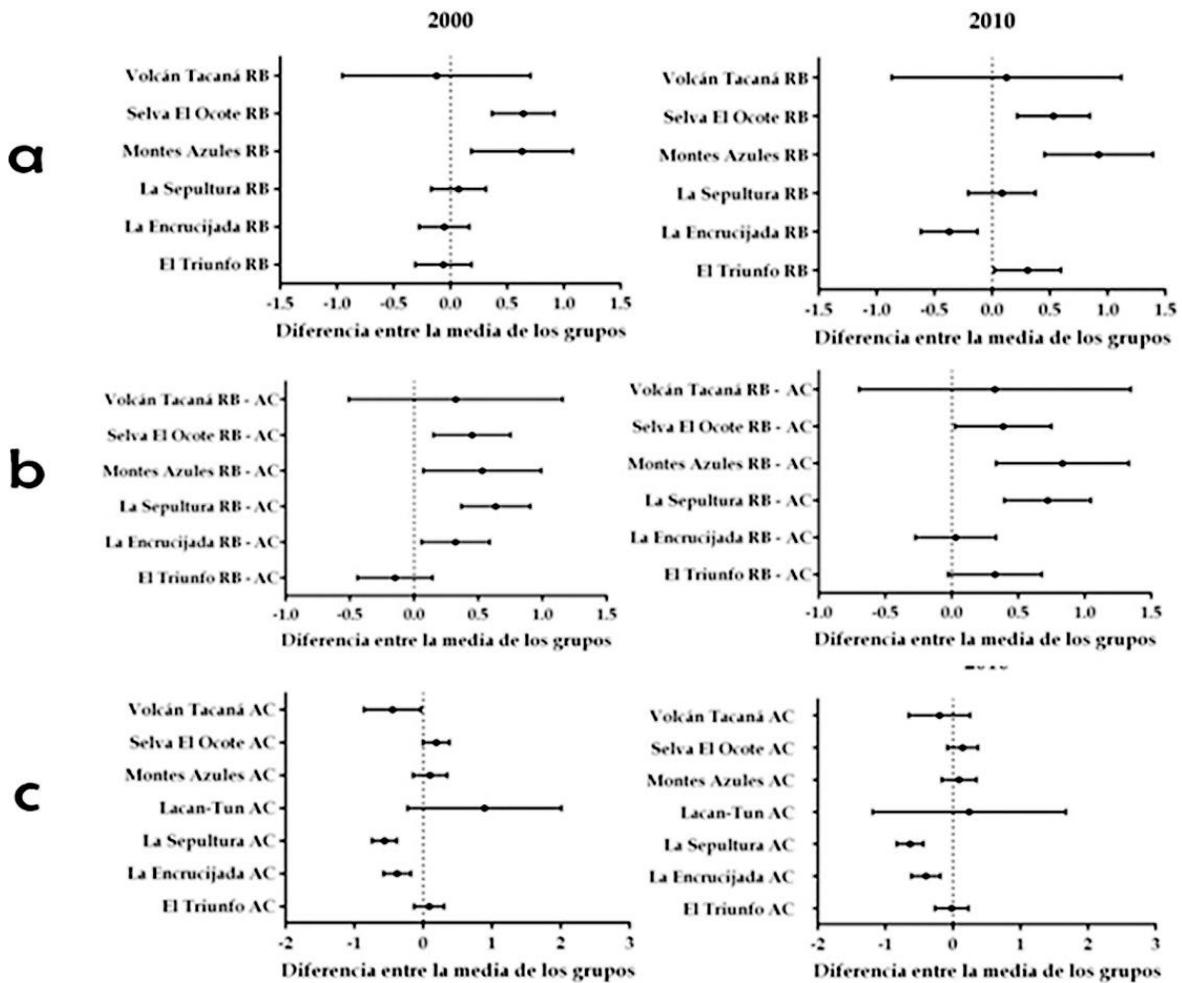


Figura 28. Diferencias en el índice de marginación de las RB, sus AC y el resto de Chiapas. a) Diferencia entre la media del índice de marginación de cada RB con el territorio fuera de ANP, b) Diferencia entre la media del índice de marginación de cada RB con sus respectivas AC, c) Diferencia entre la media del índice de marginación de cada AC con el territorio fuera de ANP. Las barras indican intervalos de confianza al 95%.

III.4. UBICACIÓN DE LA POBLACIÓN Y LA MARGINACIÓN EN LOS TIPOS DE VEGETACIÓN

En cada uno de los tipos de vegetación la mayoría de las localidades son de grado de marginación “Muy alto”, seguido de “Alto”. Además, son principalmente localidades pequeñas de menos de 100 habitantes. En las Selvas Secas y Otros Tipos de Vegetación parece haber menor proporción de localidades con “Muy alto” grado de marginación

respecto a los demás tipos de vegetación (Cuadros 25). En esos tipos de vegetación mismos hay una menor cantidad de localidades que en los otros tipos (Cuadro 26).

Cuadro 25. Porcentaje de localidades de Chiapas de acuerdo al Grado de marginación en 2000 y 2010 por cada tipo de vegetación del segundo nivel de agregación

Vegetación	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Bosques Templados	0.06	0.13	0.00	0.03	0.29	0.17	9.87	16.94	27.44	23.82
Bosque Mesófilo	0.00	0.03	0.06	0.00	0.13	0.00	5.24	10.65	18.58	16.06
Selvas Húmedas	0.00	0.03	0.00	0.13	0.26	0.07	7.22	11.86	21.10	13.00
Selvas Secas	0.00	0.00	0.06	0.03	0.23	0.13	3.04	3.23	3.82	2.05
Otros Tipos de Veg	0.03	0.03	0.00	0.07	0.10	0.17	1.13	0.84	1.33	0.50

Cuadro 26. Localidades de Chiapas de acuerdo a su tamaño poblacional en 2000 por cada tipo de vegetación del segundo nivel de agregación

Vegetación	1-100		101-1,000		1,001-10,000		10,001-100,000		>100,000		Total	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Bosques Templados	1,217	1,442	526	472	10	18	0	0	0	0	1,753	1,932
Bosque Mesófilo	675	742	366	356	19	19	0	0	0	0	1,060	1,117
Selvas Húmedas	805	1,030	362	436	9	14	0	0	0	0	1,176	1,480
Selvas Secas	410	604	43	60	6	5	0	0	0	0	459	669
Otros Tipos de Vegetación	88	162	13	28	0	0	0	0	0	0	101	190
Usos Antrópicos	11,382	1,0724	3,498	2,813	532	420	33	26	3	3	15,448	13,986
Sin Vegetación	2	2	3	3	0	1	0	0	0	0	5	6

IV. DISCUSIÓN

IV.1. CAMBIOS POR TIPOS DE VEGETACIÓN

La tendencia actual en todo el mundo es el aumento de la deforestación en zonas tropicales (Hansen *et al.*, 2013). De acuerdo con el segundo nivel de agregación, las Selvas Húmedas constituyen el conjunto que mayor superficie perdió. Particularmente, la Selva Alta Perennifolia (primer nivel de agregación) es la que presentó mayor reducción en superficie. Este patrón se repite tanto al analizar el estado de Chiapas en su conjunto, como al revisar las RB, donde la Selva Alta Perennifolia fue la de mayor pérdida en superficie. La tasa de deforestación reportada para las selvas húmedas en Latinoamérica fue de 0.29 % anual entre 1990 y 2000, y de 0.31 % para el período 2000-2010 (Achard *et al.*, 2014); en Chiapas la tasa es de 0.59 % para el período 1993-2002 y de 0.74 % para 2002-2011 (Cuadro 9). Esto significa que en Chiapas las Selvas Húmedas sufren cambios de una magnitud mayor de lo que ocurre en general en toda Latinoamérica, sobre todo a partir de la segunda década de análisis.

Sin embargo, las Selvas Secas perdieron superficie a una tasa porcentual mayor que las Selvas Húmedas. Trejo y Dirzo (2000) calcularon una tasa anual de 1.4 % de deforestación para las selvas secas en una región del centro de México en el período 1973-1989. Para todo el país se estimó una tasa de 1.9 % anual en la década de 1980 (Maser *et al.*, 1997). Achard *et al.* (2014) reportan para América Latina una tasa de deforestación de 0.62 % anual entre 1990 y 2010, y de 0.61 % entre 2000 y 2010. En el presente estudio, en Chiapas para el período 1993-2002 la tasa fue de 3.23 %, y de 1.06 % para 2002-2011 (Cuadro 9), lo que indica que las Selvas Secas han presentado cambios mucho mayores en Chiapas que en otras regiones del país y de toda América Latina. El 31 % de la superficie de las Selvas Secas en Chiapas se convirtió a Usos Antrópicos, y es el tipo de vegetación que menor permanencia presentó, en términos de porcentaje.

Esta tendencia coincide con los patrones globales de cambio para las selvas secas, que se han considerado como uno de los ecosistemas más amenazados, pues tan sólo en América alrededor del 60 % de su superficie ha sido deforestada, además de que los remanentes se encuentran altamente fragmentados (Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2014). De hecho, una de las mayores tasas de deforestación en el mundo es para una región de selvas secas en Bolivia, con una tasa anual de 6 % en la década de 1990 (Steininger *et al.*,

2001). Se considera que este tipo de vegetación está amenazado en alguna medida en todas las partes donde se distribuye (Miles *et al.*, 2006).

Las amenazas a este tipo de vegetación son mayores porque suele ubicarse en tierras que cuentan con condiciones más adecuadas para las actividades humanas como la agricultura, la ganadería o incluso el turismo (Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2005a). Otro factor que puede afectar el cambio en uso de suelo en este tipo de vegetación en Chiapas es su escasa representación en las RB, pues únicamente en La Sepultura y Selva El Ocote se encuentran pequeñas porciones. La mayor parte de este tipo de vegetación se encuentra fuera de ANP (Figuras 8, 9 y 10). Esto ocurre también en el resto del país, México tiene una de las mayores extensiones de Selvas Secas pero muy poca representación en ANP (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa, 2010). Este hecho refleja que las selvas secas han recibido menor atención en comparación con las selvas húmedas, tanto en investigación como en esfuerzos de conservación (Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2005b). Además, en este tipo de ecosistemas la sucesión y regeneración de la vegetación es más lenta y complicada que en las selvas húmedas (Quesada *et al.*, 2014).

Otro ecosistema que desde hace tiempo se considera fuertemente amenazado en es el bosque mesófilo de montaña o bosque de niebla (Scatena *et al.*, 2011). México es el país que ha perdido mayor superficie de bosque mesófilo, lo que representa una pérdida del 68.4 % de la superficie original de este tipo de vegetación en el país (Mulligan, 2011). En la década de 1990 la tasa de deforestación mundial para esta vegetación era de 1.1 % anual (Doumenge *et al.*, 1995). Para Chiapas, con el segundo nivel de agregación en el período 1993-2011, aparentemente este tipo de vegetación se redujo apenas 153 km², a una tasa de 0.27 % anual (Cuadro 9). Sin embargo, con el primer nivel de agregación se observa que la vegetación primaria de Bosque Mesófilo se redujo 1,115 km² a una tasa anual de 2.16 % (Cuadro 6). La vegetación secundaria ocupó casi toda esa superficie, por lo que aquí ocurrió probablemente un proceso de degradación (Ver sección IV.3.1). También es importante destacar que la presencia de cobertura arbórea puede ser engañosa en este tipo de vegetación. Es sabido que diferentes actividades de fuerte impacto son desarrolladas bajo un dosel aparentemente igual al original, como el cultivo de café de sombra, por lo que puede haber sobreestimaciones de la extensión de este tipo de vegetación (González-Espinosa *et al.*, 2012).

La deforestación en los bosques tropicales ha llamado la atención en todo el mundo, tanto que la mayoría de los estudios de deforestación se han realizado en estos bosques y poco se ha analizado en los bosques templados (Echeverría *et al.*, 2006). Éstos presentaron la segunda tasa de pérdida más alta, para el período 1993-2002 la tasa fue de -1.14 %, si bien la tasa no fue tan alta como se ha reportado en otros estudios. Por ejemplo, en un período similar en Chile, se estimó una tasa de deforestación de 3.64 % entre 1990 y 2000 (Echeverría *et al.*, 2006). Pero la tasa es mayor que en otras regiones, como en Oregon, Estados Unidos, donde se han reportado tasas que van de 0.5 % a 1.2 % (Cohen *et al.*, 2002). También es mayor que lo reportado para México entre 1976 y 2000,

donde Mas *et al.* (2005) reportan una tasa de deforestación de 0.25 % anual. En 1993 el 16.69 % de la superficie del estado estaba comprendida por Bosques Templados. Este resultado es similar al del estudio de Vásquez *et al.* (1996), que señala para el mismo año un porcentaje de 15.87 %.

Vásquez *et al.* (1996) establecen que las selvas cubrían 23.51 % de Chiapas, y si bien no especifican si se trata únicamente de selvas húmedas, es posible que así sea, pues aquí se estimó 24.13 % de la superficie para esa fecha. También estos mismos autores estiman que en la década de 1970 los bosques templados, los bosques mesófilos y las selvas comprendían 18.5, 8.9 y 38.5 % del estado, respectivamente. Así, se observa que probablemente las selvas húmedas han sido las que históricamente han perdido mayor superficie.

Independientemente del tipo de uso de suelo y vegetación (primer y segundo nivel de agregación), la cobertura más importante corresponde a los Usos Antrópicos. En la figura 16 y en el Anexo V se observa que casi todos los demás usos tuvieron transiciones importantes hacia los Usos Antrópicos, por lo que éstos son los que aumentaron más su superficie. Por ejemplo, entre 1980 y 2012 la tasa de cambio de bosques tropicales a zonas agrícolas fue de 0.4 % anual (Lewis *et al.*, 2015), mientras que en Chiapas, las Selvas Húmedas se convirtieron a Usos Antrópicos a una tasa de 1.2 % anual entre 1993 y 2011. Mas *et al.* (2004) señalan a Chiapas como uno de los estados del país donde se ha concentrado la deforestación, lo cual se ve reflejado en este estudio, con tasas de cambio mayores a otras regiones del país para los diferentes tipos de vegetación.

Por otra parte, de los más de 50 tipos de coberturas reconocidas por el INEGI para Chiapas, 13 no se encuentran protegidos dentro de las RB, si bien algunos de estos corresponden a vegetación secundaria, la cual también merece atención para su conservación (ver sección IV.3.1 para discutir este aspecto), además de que algunos de ellos no se encuentran como vegetación primaria en todo el estado, tal es el caso de la Selva Baja Espinosa (Selvas Secas). De este modo, es necesario complementar la red de ANP para asegurar la protección de todos los tipos de vegetación y la biodiversidad que albergan.

IV.2. DINAMISMO DEL CAMBIO EN USO DE SUELO

Es importante analizar datos de manera multitemporal, con períodos breves, que permitan distinguir en qué momento ocurren los principales cambios en el uso de suelo, para poder asociarlos con los efectos de políticas públicas, factores socioeconómicos o eventos ambientales, y este enfoque se recomienda y emplea en varios estudios (Sánchez-Azofeifa, 1999). Por ejemplo, al analizar los datos por décadas separadas, se puede observar que la mayor parte de los cambios ocurrieron durante la década de los noventa, lo cual no se habría percibido fácilmente si se hubiera analizado

únicamente el período completo 1993-2011. Ante esto, es trascendental contar con información periódica, como lo son la realización de las cartas de uso de suelo y los censos poblacionales, ambos desarrollados por el INEGI.

En el Cuadro 7 y la Figura 6 se aprecia que el cambio en uso de suelo es muy dinámico, es decir, prácticamente en todo el estado existen cambios de una cobertura a otra, incluyendo las superficies dentro de ANP. La dinámica no es solamente espacial, sino también temporal, pues la permanencia y el cambio son distintos de una década a otra. Salvo dentro de la RB Lacan-Tun, los cambios fueron mayores (o lo que es lo mismo: la permanencia es menor) en el período 1993-2002 que en el período 2002-2011. Esto también se aprecia con los cambios en la proporción de Vegetación Primaria y Secundaria (Cuadro 19).

En diferentes zonas se ha observado que las tasas de cambio en uso de suelo y la deforestación han disminuido en tiempos recientes en comparación con décadas anteriores. Es posible que no sean únicamente las políticas de conservación las causantes de este efecto, sino que operan además otras causas subyacentes, como el abandono de tierras y procesos de migración debido a cambios en la economía. Esta tendencia de algún modo puede beneficiar a las ANP, por ejemplo, se observa que El Triunfo, La Encrucijada, La Sepultura, Selva El Ocote, en el período 1993-2002, no sólo presentaron cambios mayores que en sus respectivas AC, sino que en el resto del estado; mientras que para la siguiente década esto sólo ocurrió en La Sepultura. En este mismo sentido, resulta interesante el caso de Selva El Ocote, pues ésta fue decretada como RB en el año 2000, por lo que se esperaría que a partir de entonces la antropización fuera menor que en tiempos anteriores, siendo que ocurre lo contrario, de tal manera que podría haber procesos locales que aceleraron su transformación al cambiar su modalidad de manejo.

IV.3. EFECTIVIDAD DE LAS RB CONTRA EL CAMBIO EN USO DE SUELO

IV.3.1. INTEGRIDAD, ANTROPIZACIÓN Y REGENERACIÓN

Salvo Lacan-Tun, en todas las RB se detectaron procesos de antropización, es decir, que hubo una pérdida de vegetación. En el extremo se encuentran La Sepultura y Selva El Ocote, las cuales presentan porcentajes mayores al 10 % de vegetación natural convertida a Usos Antrópicos (Cuadro 20). El cambio en uso de suelo y la antropización son fenómenos que se han observado en muchas ANP, tanto en México (Castillo *et al.*, 1998; Figueroa y Sánchez-Cordero, 2008; Vidal *et al.*, 2013) como en diferentes partes del mundo (Carey *et al.*, 2000).

El único caso donde la antropización es mayor dentro de la RB que en su AC fue el de Volcán Tacaná (1993-2002), si bien para la segunda década esto ya no ocurrió, probablemente debido a que el decreto como ANP federal se da a partir del año 2000. En

Selva El Ocote la antropización es menor dentro de la RB que en la AC, pero es muy similar a la del estado (2002-2011), por lo que aquí sí es necesario tomar medidas que reduzcan este fenómeno.

Aunado al hecho de la conversión de vegetación natural a Usos Antrópicos, existe un fenómeno de degradación de la vegetación remanente. Por ejemplo, se considera que entre los remanentes de bosques tropicales del mundo sólo 24 % se puede considerar intacto, mientras que el resto está fragmentado o degradado (Lewis *et al.*, 2015). Es importante destacar que todas y cada una de las RB presentaron una disminución de su Vegetación Primaria en algún momento. Por el contrario, en todas ellas la Vegetación Secundaria aumentó al menos en uno de los períodos (Cuadro 10). Es decir, en todas han ocurrido procesos de degradación.

A excepción de La Encrucijada (y su AC), las matrices de transición permiten observar que en las RB la superficie cubierta por Vegetación Primaria pasó a ser remplazada por Vegetación Secundaria, antes que en Usos Antrópicos directamente. Este patrón es el mismo que ocurre en todo el estado, pero es notoriamente más elevado en El Triunfo, La Sepultura y Selva El Ocote. Es por ello que casi todas las RB tienen un valor bajo en el indicador de integridad, sobre todo al contemplar el período completo de 1993 a 2011, al disminuir la proporción P:S (Primaria : Secundaria).

Este efecto se vería escondido si sólo se tomara en cuenta la conversión de vegetación natural a Usos Antrópicos, donde se observa que los porcentajes (Cuadro 20) no son tan altos como los de Vegetación Primaria convertida a Secundaria. Por ejemplo, al revisar el caso de Lacan-Tun, esta RB tendría un desempeño óptimo ya que no registra conversión de vegetación natural (Primaria y/o Secundaria) hacia Usos Antrópicos; sin embargo, es la que presenta prácticamente el mayor descenso en su proporción P:S (Cuadro 19), si bien no representa una gran superficie en kilómetros cuadrados. La disminución de la proporción P:S es preocupante dentro de las RB, porque este valor indica una degradación de los ecosistemas y que las RB contienen menos vegetación en buen estado de conservación.

Afortunadamente, también existen procesos de regeneración en los que las superficies de Usos Antrópicos son probablemente abandonadas y se convierten en vegetación natural. En Lacan-Tun desaparecen por completo los Usos Antrópicos, si bien representaban una superficie relativamente pequeña. Volcán Tacaná es la única RB que no presenta porcentajes de este tipo de conversión mayores a 10 %. Es curioso que las mismas RB que presentan los mayores porcentajes de antropización sean también las que presentan los mayores porcentajes de regeneración: La Sepultura y Selva El Ocote. Esto puede deberse al abandono de unas tierras para suplirlas por otras.

Sin embargo, la antropización y la regeneración no son compensatorias por completo, ya que la superficie antropizada es siempre mayor que la superficie regenerada. Por ejemplo, en el período 1993-2011 en Selva El Ocote el porcentaje de antropización fue de 11.68 %, y el de regeneración de 31.83 %; pero en superficie se observa que sólo 38.8 km² pasaron de Usos Antrópicos a vegetación natural (Primaria,

Secundaria u Otros Tipos de Vegetación), mientras que 103.8 km² pasaron de vegetación natural a Usos Antrópicos. En el caso de La Sepultura, el porcentaje de antropización fue de 13.2 %, y el de regeneración fue de 27.5 %, pero la superficie antropizada fue de 197.7 km² y la regenerada apenas de 49.9 km².

De este modo, la regeneración no es suficiente para compensar la antropización, lo cual refuerza la idea de que existen procesos de degradación. Además, es común que la vegetación secundaria se use como justificación por sí misma para promover cambios en uso de suelo y de antropización, al considerar que no se trata de ecosistemas prístinos, se facilitan proyectos de infraestructura que remueven la vegetación por completo, y es así como la vegetación primaria que se vuelve secundaria luego pasa a convertirse en usos antrópicos.

Por otra parte, que ocurra un poco de regeneración es un mejor escenario a que no ocurriera en absoluto. Tanto en la regeneración como en la degradación, el papel de la vegetación secundaria no debe menospreciarse. Se dice que los bosques secundarios serán más importantes mientras que las zonas degradadas sean abandonadas y la urbanización se intensifique, así es como los bosques secundarios han recuperado una de cada seis o siete hectáreas deforestadas en la década de 1990 (Wright, 2005) gracias a procesos de sucesión ecológica. De acuerdo con Lewis *et al.* (2015), en América Latina se han regenerado 35 millones de hectáreas de vegetación arbórea tropical entre 2001 y 2010, recuperándose también algunos servicios ecosistémicos. Sin embargo, a pesar de que los bosques secundarios pueden albergar igual o incluso mayor diversidad para algunos taxa, los bosques primarios son irremplazables y no son plenamente equiparables en la composición de las comunidades, además de los servicios ecosistémicos que proporcionan (Barlow *et al.*, 2007). Asimismo, es importante considerar que en la regeneración intervienen diferentes procesos ecológicos. Por ejemplo, las interacciones entre las especies son fundamentales, tales como la polinización. Para que las especies vegetales puedan extenderse y recuperarse necesitarán de sus polinizadores y dispersores (Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2014), por lo que el nivel de degradación y la extinción local de especies pueden dificultar la regeneración de la vegetación.

Es necesario frenar los procesos de antropización y desaparición de la vegetación primaria, particularmente en las ANP, para proteger la integridad de los ecosistemas y los servicios derivados de ellos. Pero tampoco se debe juzgar el valor de conservación de un área sólo por la presencia de vegetación primaria, ya que la mayoría de las RB de Chiapas tendrían un valor de conservación cuestionable, pues la superficie de 5 de las 7 RB está constituida en menos de 50 % por Vegetación Primaria (Figura 12).

IV.3.2. EL EFECTO DE DESPLAZAMIENTO DEL CAMBIO EN USO DE SUELO (*LEAKAGE* O *SPILLOVER*)

Para evaluar la efectividad de un ANP es común comparar lo que ocurre dentro de su polígono con lo que ocurre fuera, en un AC (Ewers y Rodrigues, 2008; Geldmann *et al.*, 2013). A diferencia del índice de efectividad empleado por Figueroa (2008), en este trabajo no se utiliza como indicador la comparación de las tasas de cambio de la RB con su AC para evaluar directamente a la RB, sino que la evaluación de la RB depende más de los procesos que ocurren dentro de ella, tomando en cuenta el contexto con lo que pasa fuera de sus límites. Se ha criticado que la comparación del ANP con un AC puede sobrevalorar la efectividad del ANP, en parte debido a las diferencias ambientales que puede haber entre una ANP y su AC (Mas, 2005), pero también debido a la existencia de efectos de desplazamiento del cambio en uso de suelo (*leakage* o *spillover*), en los que la presencia del ANP estimula una mayor tasa de cambio en uso de suelo en el AC (Andam *et al.*, 2008). Aquí se reduce este error al intentar percibir tal efecto, mediante la comparación del ANP, el AC y el territorio que está lejos de las zonas protegidas. Así, la posible presencia del efecto es un parámetro adicional que sirve como indicador de efectividad.

Este estudio mostró que el efecto de desplazamiento podría estar ocurriendo en Montes Azules, La Encrucijada y Selva El Ocote, así como en Lacan-Tun y La Sepultura, siendo las AC de estas dos últimas donde la antropización es casi el doble que la que ocurre en el resto del estado.

En el caso de Selva El Ocote, ésta se decretó como RB en el año 2000. Para entonces la antropización en su AC ya era mayor que en la RB y en el resto del estado. Sin embargo, una década después de haber sido establecida como RB, la antropización en el AC aumentó aún más (Cuadro 20), por lo que el establecimiento como RB pudo haber estado involucrado en el efecto de desplazamiento (aunque la antropización también aumentó dentro de la RB de una década a otra).

Un estudio reciente (Lui y Coomes, 2016) señala que este efecto se ha observado poco en las ANP tropicales del mundo, sin embargo, en su análisis sólo se contemplan dos ANP mexicanas, distintas a las de Chiapas. En contraparte, otras investigaciones indican que este fenómeno se ha observado en diferentes ANP del mundo. Por ejemplo, DeFries *et al.* (2005) encontraron que 66 % de 198 ANP de zonas tropicales han perdido los bosques de sus áreas circundantes desde 1980, con una tasa promedio de 5 % por década. Un caso similar se observó en el Amazonas peruano, donde Oliveira *et al.* (2007) encontraron que después del establecimiento de medidas forestales restrictivas en las ANP, los alrededores mostraron un incremento en la tasa de deforestación que ya existía antes de estas medidas.

Salvo Volcán Tacaná, al menos en uno de los períodos la tasa de antropización en las AC fue mayor al 5 % por década (nueve años). Si bien no necesariamente es mayor que lo que sucede en el resto del estado, los porcentajes sí hacen que de este modo las RB queden aisladas en una matriz de Usos Antrópicos. Por esta razón, la

mayoría de las RB fueron evaluadas con un valor bajo en el indicador de desplazamiento (Cuadro 22).

Es urgente atender este aspecto en todas las RB de Chiapas puesto que en la mayoría de ellas el efecto se presenta en al menos uno de los períodos evaluados. El cambio en uso de suelo tan extenso en sus AC puede alterar el funcionamiento mismo de las RB, al dejarlas sin conectividad con otras áreas boscosas, ya que muchas ANP no pueden funcionar adecuadamente como islas en una matriz dominada por usos antrópicos (Hansen y Rotella, 2001). Este efecto acelera la tasa a la cual las ANP se convierten en hábitats remanentes aislados en un paisaje altamente impactado y se reducen las posibilidades de conservación en otras zonas (Ewers y Rodrigues, 2008).

Es necesario disminuir el efecto de desplazamiento, pero considerando medidas socioeconómicas para evitar consecuencias negativas en las localidades de las AC, ya que este efecto se puede deber a que las personas utilizan las tierras para su desarrollo, mismo que ya fue restringido al establecerse el ANP, originando un costo social para las personas (West *et al.*, 2006; Bode *et al.*, 2015). También es necesario considerar que el desplazamiento ocurre a diferentes escalas, de locales a internacionales. Meyfroidt y Lambin (2009) encontraron que el 40 % de la regeneración de bosques en Vietnam que se dio debido a restricciones locales, fue opacado por el incremento en la deforestación en otros países que suplían madera al mercado vietnamita. Por lo tanto, se requieren evaluaciones ecológicas, económicas y sociales de lo que ocurre con la vegetación circundante a las ANP (Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2001).

IV.4. UN ACERCAMIENTO A LA DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA

El sureste de México constituye una región rica en recursos naturales y compleja en sus condiciones demográficas y socioeconómicas. A pesar de su riqueza natural, también vive profundas condiciones de pobreza e inequidad social que han sido escenario de múltiples conflictos sociopolíticos de carácter agrario, religioso y armado. Este es el contexto de sus ANP. En nuestro país, en el momento en que la mayor parte de las ANP fueron decretadas como tal, en ellas ya había grupos humanos habitando y usando legalmente los recursos. De hecho, más del 50 % de la superficie de las ANP del país tienen tenencia de la tierra por parte de ejidos, bienes comunales y propiedades privadas (Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009). Por ejemplo, la tenencia de la tierra en la RB el Triunfo es representada en 47 % por propiedad ejidal, 25 % son propiedad privada, el 21 % son propiedad federal (las zonas núcleo), 4 % de terrenos nacionales y 3% son bienes comunales (Arreola-Muñoz, 2004). Estas condiciones se repiten de manera similar en la mayoría de las RB; por ello es importante considerar los cambios en las condiciones socioeconómicas y demográficas a la par de los cambios en el uso de suelo.

Es curioso que en la mayoría de las RB se haya registrado una disminución en el número de localidades siendo que, a excepción de Lacan-Tun y La Sepultura, en todas ellas hubo crecimiento poblacional. Muchas casas aisladas son consideradas por el INEGI como una localidad individual, por lo que probablemente fueron abandonadas por las personas para asentarse en centros de población más grandes o por procesos de migración. La Sepultura es un caso en el que podría haber flujos migratorios hacia otras regiones, ya que se da una disminución importante de su población.

También es importante mencionar que en los censos no siempre se recolectan datos de todas las localidades. Por ejemplo, en 2010 el INEGI no incluyó al menos una docena de poblados de una región de la selva Lacandona debido a diferentes causas como el acceso o estatus agrarios irregulares (Trench, 2015).

El crecimiento poblacional en Montes Azules es de considerarse, ya que no sólo es mayor dentro de la RB que en su AC, sino que en el estado en general. Este fenómeno ha ocurrido desde hace varias décadas en la región Lacandona. Para el período 1975-1990 se estimó una tasa de crecimiento de 6.7 % anual (Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009). En la RB Volcán Tacaná, a pesar de reducirse el número de localidades, la tasa de crecimiento poblacional también es más alta que en el estado.

Si bien el crecimiento poblacional no es la única causa del cambio en uso de suelo, sí ejerce una presión importante en los ecosistemas. Por ejemplo, Montes Azules y Lacan-Tun, a pesar de estar juntas, contrastan en sus características demográficas, ya que la primera tiene la mayor tasa de crecimiento de todas las RB y es aún mayor que la del estado, mientras que la segunda no tiene crecimiento poblacional, en sí no hay población en su interior e incluso en su AC la población disminuyó. Esto se puede ver reflejado de algún modo en la presión sobre la vegetación, así, Montes Azules tiene altas tasas de antropización, mientras que en Lacan-Tun la vegetación se regenera.

De cualquier modo, es necesario estudiar los procesos demográficos para poder saber en qué grado se asocian o no con la deforestación y el cambio en uso de suelo, ya que el crecimiento poblacional se trata de un factor directo y no indirecto o último (Carr, 2004). Habría que entender mejor cuál es la dinámica social que ha intervenido para que los dueños de la tierra y otras personas no se hayan asentado en Lacan-Tun y si los recursos que utilizan tales dueños provienen de alguna zona de otra ANP, como Montes Azules, que es contigua. Además, no se puede generalizar la efectividad de las RB de Chiapas sólo por la presencia de asentamientos humanos. De hecho, en Volcán Tacaná sus valores de efectividad (Cuadro 22) son similares e incluso mejores que los de Lacan-Tun, a pesar de que tiene una tasa de crecimiento poblacional mayor que la del estado de Chiapas (Cuadro 23). Tal vez en Volcán Tacaná hay condiciones que permiten la coexistencia de las personas con los bosques.

Casi todas RB tienen poblados en su interior y dichas localidades se encuentran generalmente dispersas, siempre la densidad poblacional y de localidades es menor en la RB que en su AC y que en el estado. Esta dispersión de las localidades dificulta su atención en cuanto a servicios, por lo que en la mayoría de los casos se trata de

localidades con alta marginación. Esto se ve reflejado en el hecho de que ninguna RB contiene localidades clasificadas con un grado de marginación “Muy bajo” en ningún año y solamente en tres RB hay una localidad con grado “Bajo”, sólo en un año.

En el año 2000, Montes Azules y Selva El Ocote fueron las RB con mayores problemas de marginación, ya que son las que tienen más porcentaje de sus localidades clasificadas con grado de marginación “Muy alto” y tienen un índice de marginación comparativamente mayor que las demás RB. Incluso tienen un índice de marginación mayor que lo que ocurre en el resto del estado. Además, todas las RB tienden a tener un índice de marginación mayor que el de sus respectivas AC (Figura 28b).

La marginación ha sido siempre una generalidad en Chiapas. Según Martínez (2005), de 1990 a 2000 la categoría de muy alta marginación pasó de 22 % a 29 %, mientras que la categoría de muy bajo pasó de 10 % a 5 %. La categoría baja pasó de 15 % a 25 %, y la categoría alta pasó de 24 % a 16 %. Se considera socialmente un retroceso ya que se presentan en los extremos los mayores cambios.

Es notorio que las localidades con grado de marginación “Muy alto” parecieran concentrarse espacialmente en la zona centro-norte del estado (Figuras 25 y 26). Sin embargo, de acuerdo con los Cuadros 28 y 29, no parece haber una asociación clara entre los tipos de vegetación y el grado de marginación de las localidades, si bien en las Selvas Secas y Otros Tipos de Vegetación hubo una menor proporción de localidades con grado de marginación “Muy alto” respecto a los demás tipos de vegetación natural. En estos mismos tipos de vegetación también hubo menos localidades (Cuadro 25).

Las condiciones de marginación en Chiapas se hacen más evidentes que en otros estados. Probablemente las poblaciones que viven dentro de las RB en Chiapas sean más marginadas que las poblaciones que viven en otras ANPs del país, puesto que Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell (2009) reportan que en el año 2000 el 50 % de las localidades ubicadas en ANPs mexicanas (federales, estatales, municipales, sociales y privadas) tienen un grado de marginación “Alto” y sólo el 32 % tienen un grado “Muy Alto”, mientras que en este estudio el mayor porcentaje de localidades se encuentra en esta última categoría, para el mismo año, si bien en 2010 varía en algunas RB.

Todo esto evidencia que las condiciones socioeconómicas de las personas que viven dentro de las RB por lo general no son las mejores y que más bien son precarias. Este fenómeno se ha observado en muchas de las ANP del mundo, en las que las personas que viven en ellas están generalmente marginadas y en condiciones de pobreza (Scherl *et al.*, 2004). Cabe realizar la pregunta de que hasta qué punto las mismas ANP han influido en que las condiciones marginales de la población.

Si bien el principal objetivo de las ANP es la conservación de la biodiversidad, el tratamiento de la pobreza se hace necesario para que las ANP sean percibidas como una opción de uso de suelo que contribuya positivamente al desarrollo igual que lo hacen otros usos, además de que por ética se deben incorporar los derechos y desarrollo humano en las estrategias de conservación para alcanzar una justicia socioambiental (Scherl *et al.*, 2004). De este modo, las estrategias de conservación en México deben

contemplar el uso sustentable de los recursos naturales por las poblaciones humanas que habitan en las ANP o, de lo contrario, se verán destinadas al fracaso (Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009).

Otra razón por la que es necesario estudiar los factores demográficos y socioeconómicos, que tiene que ver con lo mencionado en el párrafo anterior, es que pueden estar involucrados directamente con el cambio en uso de suelo. Por ejemplo, Figueroa *et al.* (2009) encontraron que diversas variables socioeconómicas explican 87 % de la variación del cambio en uso de suelo ocurrido en diferentes RB mexicanas. Las condiciones de alta densidad poblacional, la pobreza y la falta de empleos dictan que las poblaciones humanas recaigan en recursos locales de las ANP para alimentación y otros usos (DeFries *et al.*, 2007). También la estructura agraria y la tenencia de la tierra de las ANP representa uno de los retos más fuertes para la definición de una estrategia de conservación y desarrollo, ya que los mecanismos de toma de decisiones necesitan ser adecuados para cada tipo de propietarios de la tierra (Arreola-Muñoz, 2004).

El objetivo de las Reservas de la Biosfera, a diferencia de otros modelos de ANP, es contribuir a la conservación de los ecosistemas integrando el desarrollo de las poblaciones locales, es decir que tienen un objetivo ambiental y social. Sin embargo, como se documenta a lo largo de este trabajo, el propósito de conservar los ecosistemas no siempre se cumple de manera efectiva. Tampoco parecen estar cumpliendo la meta social, ya que las personas continúan en condiciones de pobreza y marginación y probablemente el establecimiento de las RB ha limitado o contrariado su desarrollo económico al no tener alternativas sustentables viables y remuneradas de manera justa y suficiente (Durand y Figueroa, 2014). En términos de Ferraro *et al.* (2011), se trata de una situación “perder-perder”, que se da cuando se instauran medidas de protección ambiental, como un ANP, que resultan ineficaces en sus objetivos de conservación, y al mismo tiempo afectan los modos de vida y la situación social y económica de los pobladores. Es por ello que para que las Reservas de la Biosfera cumplan sus objetivos, es urgente encontrar soluciones en la conciliación de la conservación y el desarrollo social, económico y humano.

IV.4.1. CONSIDERACIONES SOBRE LOS CENSOS, LA ESCALA Y LA DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS

Los métodos para evaluar las estadísticas socioeconómicas suelen variar con los datos de un censo a otro. Por ejemplo, el índice de marginación de 2000 se calculó de manera distinta al de 2010, lo cual hace difícil una comparación directa del índice y, por lo tanto, de una evaluación del cambio en las condiciones socioeconómicas. Se observa que para el año 2010 en todo el país se reducen las localidades clasificadas con un grado de marginación muy alto; sin embargo, es posible que esto no se deba a una mejora real en las condiciones de la población, sino a que la forma de medir la marginación es distinta.

Otro problema es la disponibilidad de los datos a escalas apropiadas. Mucha de la información de producción agropecuaria se encuentra disponible únicamente a nivel municipal, por lo que no es posible ubicar qué parte de la producción se da dentro del polígono de un ANP, que a su vez generalmente se encuentra en más de un municipio, pero rara vez lo abarca completo. Es necesario contar con información a nivel localidad para dar seguimiento al objetivo social de las RB.

Un problema más es el tiempo en el que se generaron los datos. Por ejemplo, las bases de datos de las localidades de 1990 no cuentan con georreferencia, por lo que no fue posible ubicar si se encuentran dentro de un ANP o fuera de ella, particularmente para las localidades que no aparecen en los censos posteriores, de este modo no fue posible utilizar los datos censales del año 1990.

Por otra parte, en ocasiones operan factores que dificultan la obtención de datos en los censos, como los conflictos sociales de 1994 en Chiapas, por los que no se recolectó información para el conteo poblacional de 1995 en una región del estado. Por otra parte, no se llevó a cabo el conteo de 2015 por cuestión de presupuesto federal. La información generada durante los censos de población y vivienda es fundamental, por una parte para hacer un análisis de las condiciones de la población, pero también para generar políticas públicas basadas en las cifras. Ante esto, es necesario asegurar el constante monitoreo de las características socioeconómicas y demográficas, lo mismo que la actualización constante de la información sobre el uso de suelo y vegetación.

IV.5. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CADA RESERVA DE LA BIOSFERA

Los indicadores analizados en este estudio muestran que las Reservas de la Biosfera de Chiapas no están siendo del todo efectivas, si bien cada RB presenta una dinámica de cambio en uso de suelo distinta, por lo que no se puede generalizar el funcionamiento de las RB de Chiapas. Los factores que son cruciales para explicar el cambio en uso de suelo en un lugar pueden ser irrelevantes en otros lugares (Geist *et al.*, 2006). Por lo mismo, las acciones necesarias para la protección de los ecosistemas deben enfocarse en los problemas específicos que presenta cada RB. En un mundo ideal se deberían hacer esfuerzos de investigación reserva por reserva, para determinar cuáles son los factores de cambio y poder así señalar acciones concretas de conservación. De este modo, el presente trabajo ofrece una perspectiva global de las condiciones de las Reservas de la Biosfera que funciona como base para poder generar estos esfuerzos.

A continuación se resumen brevemente las características de efectividad para cada RB, además de mencionar algunas de las problemáticas y causas asociadas que se reportan en los programas de manejo y en la literatura.

IV.5.1. LACAN-TUN

Fue la RB más efectiva en el período completo 1993-2011. Sus principales problemas son la degradación por pérdida de vegetación primaria aunque no representa una gran extensión. También tiene un posible efecto de desplazamiento del cambio en uso de suelo hacia su AC. No hubo crecimiento de cobertura dedicada a Usos Antrópicos dentro de sus límites, y parece que existen procesos de regeneración de vegetación natural. Cabe destacar que a la fecha Lacan-Tun es la única RB de Chiapas que no cuenta con un plan de manejo en operación, pues se considera que no han existido las condiciones sociales para su consulta e implementación (Ramírez Carreño, 2012). Exactamente lo mismo ocurre para el Área de Protección de Flora y Fauna Chan-Kin, que fue una de las ANP mejor evaluadas por Figueroa (2008). El factor común entre estas dos ANP es la ausencia de asentamientos al interior de su polígono, por lo que ambas carecen de esta presión en su interior. En ese sentido, el aislamiento, más que la presencia y manejo del ANP, podría ser la causa de la efectividad de Lacan-Tun.

IV.5.2. MONTES AZULES

Sus puntos más débiles son el desplazamiento de la antropización hacia su AC, así como una escasa regeneración de vegetación natural. El mejor factor que tiene es el de integridad en cuanto a la proporción de vegetación primaria y secundaria, si bien sólo es para el período 2002-2011.

Entre los principales problemas que se reconoce en el programa de manejo (INE, 2000) están los asentamientos irregulares, la alta tasa de crecimiento poblacional mayor al promedio nacional y los conflictos sociales y políticos. En este estudio también se evidencia que el crecimiento poblacional es el mayor de todas las RB y que el estado de Chiapas.

Esta RB fue calificada por Figueroa (2008) como un ANP efectiva, mejor que Lacan-Tun, lo cual es un resultado no apoyado mediante la metodología del presente estudio.

IV.5.3. VOLCÁN TACANÁ

Sus mayores fortalezas son las relacionadas con la integridad y la antropización en ambas décadas, es de hecho la RB mejor calificada para ambas décadas por separado, su único punto débil es la poca regeneración de vegetación natural. Esta RB se decretó en el año 2003 y no contó con plan de manejo sino hasta 2013 (SEMARNAT, 2013), en el cual se reconocen problemas como el avance de la frontera agrícola, las visitas turísticas desorganizadas, el libre pastoreo, la erosión de los suelos y la falta de cooperación binacional con Guatemala. Es de observarse que presenta un mejor desempeño a partir de la segunda década de análisis, lo cual podría estar relacionado

con el decreto mismo de la RB, en el año 2003. El establecimiento de esta ANP pudo haber frenado la deforestación a partir de su creación.

En el trabajo de Figueroa *et al.* (2011) esta RB tiene uno de los índices de efectividad más bajos de todas las ANP evaluadas y es menor que el de cualquiera de las otras RB aquí estudiadas.

IV.5.4. EL TRIUNFO

Sus mejores aspectos son la ausencia de desplazamiento del cambio en uso de suelo hacia las AC, así como las tasas de antropización dentro de la RB, particularmente para la segunda década. Sus puntos críticos son la disminución de la proporción de la vegetación primaria y secundaria, así como la escasa regeneración. Cabe destacar que su desempeño fue mejor durante la primera década.

El cambio en uso de suelo está relacionado principalmente con las actividades agropecuarias, principalmente el café, la milpa y la ganadería (Arreola-Muñoz, 2004). Otros de sus problemas son los conflictos agrarios y sociopolíticos; también son frecuentes los incendios a causa de la quema de los terrenos agropecuarios (INE, 1999a). Figueroa (2008) califica a esta ANP como “poco efectiva”, con un índice de efectividad muy similar al de Lacan-Tun, siendo que en este trabajo presentan condiciones muy distintas.

IV.5.5. LA ENCRUCIJADA

Esta fue la reserva menos efectiva del período 1993-2002. Su puntaje más alto, sin llegar a ser realmente alto, es en cuanto a la antropización. En integridad, regeneración y desplazamiento, esta RB presenta niveles críticos que deberían ser atendidos. Las actividades agrícola y ganadera han modificado fuertemente la vegetación, dejando intactas sólo aquellas zonas salitrosas cercanas a los esteros y manglares (INE, 1999b).

Figueroa (2008) considera que esta RB es “efectiva”, lo cual contrasta ampliamente con este trabajo, pues es una de las RB con mayores cambios y tiene los valores más bajos en sus indicadores para el período 1993-2002. Es de hecho la RB con el mayor porcentaje de su superficie cubierta por Usos Antrópicos. Por otra parte, es la RB con algunas de las mejores condiciones socioeconómicas, ya que presenta un índice de marginación menor que el resto del estado.

IV.5.6. LA SEPULTURA

Esta fue la reserva evaluada con indicadores más bajos para el período 2002-2011; su desempeño fue mejor durante la primera década. Tiene evaluaciones bajas en todos los

indicadores, por lo que es importante el monitoreo de esta ANP para los años siguientes a 2011. En el programa de manejo se reconocen problemas como la contaminación del agua por la actividad ganadera y agrícola, los asentamientos humanos, la construcción de caminos y los incendios (INE, 1999c). Los modos de producción agropecuarios han ocasionado la erosión y acidificación de suelos, por lo que la gente se ha empobrecido y se ven en la necesidad de explotar ilegalmente los recursos forestales que quedan. Los resultados de Figueroa (2008) indican a esta RB como “no efectiva”, lo cual coincide con este estudio.

IV.5.7. SELVA EL OCOTE

Si bien esta ANP fue decretada como RB hasta el año 2000, previamente operaba como una reserva estatal, por lo que de cierto modo también se evalúa su efectividad como ANP para la primera década. Figueroa *et al.* (2011) la califican con un índice de efectividad elevado, muy similar al desempeño de Montes Azules, mientras que en este estudio son RB muy distintas y de hecho El Ocote tuvo la efectividad más baja de todas al considerar el período 1993-2011. Para el período 1993-2002 tuvo un buen desempeño únicamente en el indicador de antropización y, para el período 2002-2011, en integridad, pero en los demás indicadores tuvo valores de cero o muy bajos. Es la RB con un mayor porcentaje de degradación, ya que tiene menor porcentaje de vegetación primaria. Ya desde mediados de la década de 1990 se reconocía que el 40 % de la superficie del ANP estaba transformada (Vásquez *et al.*, 1996).

A diferencia de Volcán Tacaná, que fue decretada en un año cercano, Selva El Ocote no presenta una mejora sustancial de sus condiciones de vegetación a partir de la segunda década de análisis. Es probable que a pesar de su cambio de categoría como ANP, el contexto que regía la dinámica de uso de suelo siga siendo el mismo que antes de que fuera una ANP federal.

Aquí los problemas son los intereses forestales, las actividades vinculadas al narcotráfico y el conflicto por límites estatales, la inmigración y colonización permanente, obras de desarrollo sin planeación ambiental, agricultura migratoria, ganadería extensiva, deforestación, cacería furtiva, comercio ilegal de flora y fauna, incendios, apertura de caminos y aprovechamiento forestal sin manejo (Vásquez *et al.*, 1996; SEMARNAT, 2001). También ha tenido problemas de indefinición de su polígono en el pasado. Antes de ser clasificada como RB, el polígono de El Ocote estaba definido de un modo en el decreto, y con una menor superficie de acuerdo a la Secretaría de la Reforma Agraria (Vásquez *et al.*, 1996).

También es una de las RB con los índices de marginación más altos y, paradójicamente, la mayoría de las poblaciones asentadas a las orillas de la presa hidroeléctrica Nezahualcoyotl permanecieron muchos años sin energía eléctrica (Vásquez *et al.*, 1996).

IV.6. PERSPECTIVAS

El área disponible para propósitos de conservación es cada vez más reducida debido a la expansión de las presiones humanas en el ambiente. Por ello ahora es esencial que las ANP existentes sean manejadas efectivamente, y que las nuevas sean establecidas en los lugares adecuados (Watson *et al.*, 2015). Hansen y Rotella (2001) señalan que estos lugares adecuados hacen referencia a las características biofísicas en el paisaje y la dinámica de los ecosistemas que hacen que el ANP funcione adecuadamente. En el tratado de Aichi adoptado por la Convención sobre Diversidad Biológica se estableció como meta la protección del 17 % de la superficie terrestre para el año 2020. Sin embargo, dicha expansión no será suficiente si las ANP son amenazadas por procesos de cambio en uso de suelo (Montesino *et al.*, 2014). Es en ese sentido que se hace necesaria la evaluación de la efectividad de las ANP.

El estudio de la efectividad de las ANP es un tema que no se ha explorado ampliamente, si bien cada vez existe mayor interés. No existen metodologías universalmente aceptadas para la evaluación, además de que las evaluaciones se han centrado en diferentes temas como el análisis de vacíos y omisiones, o la representación de la biodiversidad, la efectividad del manejo o bien la integridad ecológica.

Los trabajos de Figueroa (2008), Figueroa *et al.* (2009) y Figueroa *et al.* (2011) tienen a la integridad ecológica como objeto de evaluación, pero su método se enfoca en el estudio de lo que denomina las “superficies transformadas”, que equivalen a lo que aquí se entiende como Usos Antrópicos. En el presente trabajo, también se analizaron los Usos Antrópicos como parámetro de efectividad, pero no por sí solos, sino al cuantificar la vegetación natural que se transformó en ellos. Además, si bien la superficie cubierta por Usos Antrópicos es central en el cambio en uso de suelo, existen otros factores y procesos importantes. Es por eso que aquí se incorporaron al análisis la integridad de la vegetación remanente, la regeneración y la posible influencia del ANP en los cambios de los alrededores de la misma. Además, considerando el análisis de los distintos tipos de vegetación y los niveles de agregación, en esta investigación se realizó una evaluación más fina que en estudios anteriores.

A pesar de que se parte de las mismas fuentes de datos (las cartas de uso de suelo de INEGI), las diferencias metodológicas entre el presente estudio y el trabajo de Figueroa (2008) y Figueroa *et al.* (2011) proporcionan resultados muy distintos en la calificación de las RB. Por la misma razón, los resultados no son plenamente comparables temporalmente, pero son enfoques complementarios. En ese sentido Figueroa *et al.* (2011) mencionan correctamente que el empleo de un índice de efectividad no es la única medida que debe considerarse para evaluar el desempeño de las ANP.

Por un lado, la integridad ecológica no se reduce únicamente a la estructura de la vegetación o su estado sucesional, si ésta es primaria o secundaria, sino que se define por la capacidad de los ecosistemas de mantener una comunidad de organismos con una determinada composición de especies, diversidad y organización funcional (Parrish *et al.*, 2003). Muchos estudios reportan que las ANP protegen efectivamente el hábitat o la vegetación, pero no está claro si las ANP funcionan para proteger a las especies y sus poblaciones (Geldmann *et al.*, 2013). Esto, sin embargo, requiere de estudios ecológicos detallados y monitoreo en campo, lo cual es difícil de realizar e integrar en un estudio a escala regional o de una red de ANP. Por otra parte, es necesario integrar al análisis de efectividad las características socioeconómicas de la población y los procesos sociales específicos que operan en cada ANP (Figueroa *et al.*, 2011). También deben ser considerados los efectos de las variables ambientales y los fenómenos naturales en el cambio en uso de suelo.

El futuro de los ecosistemas y el cambio en uso de suelo es incierto. En cuanto a los bosques tropicales a nivel mundial, existen tres tendencias: conversión a superficies antropizadas, degradación de los bosques remanentes y regeneración del bosque secundario (Lewis *et al.*, 2015). Dadas las complejas interacciones entre factores biofísicos, económicos, políticos y de comportamiento, la predicción del futuro del cambio en uso de suelo es cambiante. De acuerdo con la teoría de la transición de los bosques, habrá menor pérdida de cobertura forestal, incluso recuperación, en cuanto el producto interno bruto de un país aumente, y se abandonen las tierras agropecuarias marginales. Sin embargo, a nivel global esto no será posible, pues los recursos se tendrán que obtener de otros países, desplazando la deforestación y degradación a cualquier otro lugar (Lewis *et al.*, 2015). Además, se ha observado que la recuperación de cobertura forestal en distintos países tiene diferentes causas económicas, productivas, políticas, locales o globales (Lambin y Meyfroidt, 2010).

Bruinsma (2009) expone que de continuar las formas de alimentación mundial, para el año 2050 se requerirá 70 % más de producción de alimentos y se espera que la superficie cultivada aumente un 12.4 %. Esto representaría un dilema, puesto que una buena parte de las tierras con potencial agrícola se encuentran en zonas con bosques o humedales que deberían ser protegidos por diversas razones ambientales. También es necesario recalcar en este punto que este tipo de proyecciones a futuro implican el actual modo de producción, distribución y consumo de los alimentos, en el que en ciertas regiones las personas padecen hambre, mientras que en otras hay desperdicio de comida y personas que ingieren más alimentos de los adecuados para su salud (Perfecto y Vandermeer, 2012).

Las ANP deberán jugar un papel importante para detener el cambio en uso de suelo y deberán explorarse las medidas de manejo que ofrezcan mejores resultados en cada lugar. Así, se dice que las RB se han ajustado a las condiciones mexicanas (Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009). Si bien en este estudio no mostraron un desempeño óptimo en todos los casos, sería necesario comparar su efectividad respecto

a otro tipo de ANP con la misma metodología. Asimismo, es necesario evaluar otro tipo de alternativas distintas a las ANP. Por ejemplo, un análisis de 292 áreas protegidas en Brasil encontró que las reservas indígenas fueron las más efectivas para evitar la deforestación y un estudio en 10 países mostró que localidades con derechos colectivos mantenían mejor la cobertura forestal que otros sistemas de manejo (Lewis *et al.*, 2015). Más allá de una red nacional de áreas bien protegidas, se requerirá planeación a gran escala del paisaje para mantener las superficies de vegetación en buen estado de conservación (Lewis *et al.*, 2015).

Cada vez hay más superficie protegida en una ANP, pero su efectividad no es óptima. Por ejemplo, en Latinoamérica, 15 de 20 países tienen más del 10% de su superficie formalmente protegida e incluso 7 tienen más del 25%; sin embargo, Leisher *et al.* (2013) encontraron que 45% de las ANP analizadas en esta región presentaron degradación de sus bosques y que la tasa de degradación ha aumentado 250 % en la década de 2000. Las ANP han sido cuestionadas debido a que a pesar de que su número y superficie ha aumentado, las tendencias de pérdida de biodiversidad continúan y su representación ecológica y de diversidad es inadecuada (Rodrigues *et al.*, 2004; Butchart *et al.*, 2010; Hill *et al.*, 2015).

Desde una perspectiva optimista, Dudley *et al.* (2014) mencionan que el significado de las ANP ha evolucionado a lo largo del tiempo, si bien se han convertido en un concepto más complejo y su manejo es más complicado que hace unas décadas. Es necesario encaminar la evolución de las ANP hacia modelos más efectivos para que realmente protejan la biodiversidad, que necesitarán contemplar todo el contexto que les afecta, ambiental y social.

V. CONCLUSIONES

A pesar de que las Reservas de la Biosfera se han considerado como uno de los modelos de manejo que han dado mejores resultados de efectividad en México, éstas no se encuentran exentas de procesos de cambio en uso de suelo. De acuerdo con los resultados de este estudio, en Chiapas las RB tienen porcentajes de antropización menores que sus AC y el resto del estado, por lo que hasta cierto punto son efectivas. Sin embargo, la mayoría de las RB presentaron deficiencias ya sea por procesos de conversión de la vegetación natural a Usos Antrópicos (antropización), por degradación en la integridad de la vegetación remanente, una escasa regeneración, o bien por probablemente promover el cambio en uso de suelo en sus áreas circundantes. En algunos casos se presentan todos los problemas. De este modo, se resalta que para evaluar la efectividad de las ANP se deben tomar en cuenta varios parámetros.

Todos los tipos de vegetación experimentan pérdidas importantes en su extensión, pero particularmente las Selvas Secas tienen las tasas más altas de pérdida. Aunado a ello, este tipo de vegetación se encuentra pobremente representado en las Reservas de la Biosfera de Chiapas, de manera que su conservación se ve seriamente amenazada.

También es importante analizar no sólo la superficie cubierta de un tipo de vegetación, sino su estado de conservación, al dejar de ser vegetación primaria. Por otra parte, si bien la vegetación secundaria no es equivalente a la vegetación primaria, no debe menospreciarse como objeto de conservación. Afortunadamente, también ocurre regeneración de vegetación natural a partir de Usos Antrópicos, pero a pesar de ello las actuales tasas de regeneración no son suficientes para compensar la antropización que ocurre dentro de las RB.

Otro problema de las RB son las condiciones socioeconómicas y demográficas. En muchas de ellas la tasa de crecimiento poblacional es incluso más grande que la de todo el estado. En ocasiones aparecen nuevas localidades o centros de población. Esto de alguna manera incrementa la presión desde el interior de las RB por el uso de los recursos naturales y, si no hay un manejo cuidadoso, se podría intensificar el cambio en uso de suelo, aunque es necesario analizar las excepciones, como Volcán Tacaná, que tuvo una efectividad similar a Lacan-Tun, donde no hay localidades. Además, las poblaciones en las RB presentan condiciones de alta marginación, por lo general mayores que en su AC y en el resto del estado. La situación de estas personas debe atenderse con enfoques de un desarrollo económico compatible con la conservación de

los ecosistemas, de manera que se evite que la conservación sea contraria al bienestar social y económico y se cumplan objetivos ambientales y de justicia social. En este sentido, es necesaria una investigación que aborde las relaciones de los factores socioeconómicos y productivos que pudieran estar involucrados con el cambio en uso de suelo en las ANP para mejorar la efectividad de las Reservas de la Biosfera.

Quizá será necesario replantear el concepto de ANP. La definición de la CONANP señala que en éstas el ambiente original no ha sido “esencialmente alterado”, pero en la práctica, éste y otros estudios demuestran que hay ANP mexicanas con territorio bastamente alterado, de modo que no se ajustan a la definición de ANP.

Con este trabajo se describieron las condiciones socioeconómicas y de la vegetación y mediante la evaluación de diferentes parámetros se alerta que las RB de uno de los estados más biodiversos de México se encuentran en riesgo por presentar problemas importantes de cambio en uso de suelo. Esto se percibió gracias a un análisis más fino que en trabajos previos. Estudios de este tipo son necesarios para contextos como el de la realidad mexicana y otros países en desarrollo, que tienen la necesidad de atender a su población en condiciones de pobreza, y con los mismos pocos recursos deben afrontar la problemática ambiental. Las Reservas de la Biosfera buscan conjugar ambos objetivos y deberán mejorar su efectividad para alcanzarlos.

Finalmente, es probable que la vegetación pueda recuperarse algún día sin la necesidad de la intervención de la especie humana o si ésta desaparece, pues “los procesos evolutivos continuarán con o sin humanos (...), la naturaleza no necesita del desarrollo sustentable y siquiera humano, pero el desarrollo y bienestar humano sí necesitan a la naturaleza...” (Hernández, 2004).

VI. LITERATURA CITADA

- Achard, F., R. Beuchle, P. Mayaux, H. Stibig, C. Bodart, A. Brink, S. Carboni, B. Desclé, F. Donnay, H.D. Eva, A. Lupi, R. Rasi, R. Seliger y D. Simonetti. 2014. Determination of tropical deforestation rates and related carbon losses from 1990 to 2010. *Global Change Biology* 20: 2540–2554.
- Aguilar-Sierra, V. 2011. Recuento de la diversidad de especies de Chiapas registradas en el SNIB. En: Álvarez, F. (ed.). *Chiapas: Estudios sobre su Diversidad Biológica*. Instituto de Biología UNAM, México. Pp.: 29–34.
- Andam, K., P. Ferraro, A. Pfaff, A. Sánchez-Azofeifa y J. Robalino. 2008. Measuring the effectiveness of protected area networks in reducing deforestation. *PNAS* 105(42): 16089–16094.
- Arreola-Muñoz, A. 2004. Marginación y cambio en uso de suelo en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas. En: Pérez-Farrea, M.A., N. Martínez-Meléndez, A. Hernández-Yañez y A. Arreola-Muñoz (eds.). *La Reserva de la Biosfera El Triunfo, tras una década de conservación*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.
- Barlow, J., T.A. Gardner, I.S. Araujo, T.C. Ávila-Pires, A.B. Bonaldo, J.E. Costa, M.C. Esposito, L.V. Ferreira, J. Hawes, M.I.M. Hernandez, M.S. Hoogmoed, R.N. Leite, N-F- Lo-Man-Hung, J.R. Malcom, M.B. Martins, L.A.M. Mestre, R. Miranda-Santos, A.L. Nunes-Gutjahr, W.L. Overal, L. Parry, S.L. Peters, M.A. Ribeiro-Junior, M.N.F. da Silva y C.A. Peres. 2007. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forest. *PNAS* 104(47): 18555–18560.
- Bezaury-Creel, J. y D. Gutiérrez Carbonell. 2009. Áreas Naturales Protegidas y Desarrollo Social en México. En: *Capital Natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México. Pp.: 385–431.
- Binder, C., J. Hinkel, P. Bots y C. Pahl-Wostl. 2013. Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems. *Ecology and Society* 18(4): 26
- Bode, M., A.I.T. Tulloch, M. Mills, O. Venter y A.W. Ando. 2015. A conservation planning approach to mitigate the impacts of leakage from protected area networks. *Conservation Biology* 29(3): 765–774.
- Bruinsma, J. 2009. *The resource outlook to 2050: By how much do land, water and crop yields need to increase by 2050*. Expert meeting on how to feed the world in 2050, FAO, Roma. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/ResourceOutlookto2050.pdf>
- Brussard, P.F., J.M. Reed. Y C.R. Tracy. 1998. Ecosystem management: what is it really? *Landscape and Urban Planning* 40: 9–20.
- Butchart, S.H, M. Walpole, B. Collen, A. van Strien, J.P. Scharlemann, R.E. Almond, J.E.M. Baillie, B. Bomhard, C. Brown, J. Bruno, K.E. Carpenter, G.M. Carr, J. Chanson, A.M. Chenery, J. Csirke, N.C. Davidson, F. Dentener, M. Foster, A. Galli, J.N. Galloway, P. Genovesi, R.D.

- Gregory, M. Hockings, V. Kapos, J. Lamarque, F. Leverington, J. Loh, M.A. McGeoch, L. McRae, A. Minasyan, M. Hernández Morcillo, T. E. Oldfield, D. Pauly, S. Quader, C. Revenga, J.R. Sauer, B. Skolnik, D. Spear, D. Stanwell-Smith, S.N. Stuart, A. Symes, M. Tierney, T.D. Tyrrell, J. Vié y R. Watson. 2010. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* 328: 1164–1168.
- Cantú, C., R.G. Wright, J.M. Scott y E. Strand. 2004. Assessment of current and proposed nature reserves of Mexico based on their capacity to protect geophysical features and biodiversity. *Biological Conservation* 115: 411–417.
- Carey, C., N. Dudley y S. Stolton. 2000. *Threats to Protected Areas. Squandering Paradise?* WWF, Gland. 229 pp.
- Carr, D.L. 2004. Proximate population factors and deforestation in tropical agricultural frontiers. *Population and Environment* 25(6): 585–612.
- Castillo, M.A., G. García-Gil, I. March, J.C. Fernández, E. Valencia, M. Osorio y A. Flamenco. 1998. Diagnóstico geográfico y cambios de uso del suelo en la Selva El Ocote, Chiapas. Informe Final. El Colegio de la Frontera Sur – Fondo Mundial para la Naturaleza WWF México. San Cristóbal de las Casas. 121 pp.
- 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 B* 360: 443–455.
- Chhabra, A., H. Geist, R.A. Houghton, H. Haberl, A.K. Braimoh, P.L.G. Vlek, J. Patz, J. Xu, N. Ramankutty, O. Coomes y E.F. Lambin. 2006. Multiple impacts of Land-Use/Cover Change. En: Lambin, E.F. y H. Geist (eds.). *Land-Use and Land-Cover Change. Local Processes and Global Impacts*. Springer, Berlin. Pp.: 71–116.
- Clarence-Smith, W.G. 2005. El cacao en Chiapas durante “el largo siglo XIX”. En: Olivera, M. y M.D. Palomo (coord.). *Chiapas: de la Independencia a la Revolución*. CIESAS-COCYTECH. Pp.: 233–251.
- Cohen, W., T. Spies, R. Alig, D. Oetter, T. Maiersperger y M. Fiorella. 2002. Characterizing 23 years of stand replacement disturbance in western Oregon forest with Landsat imagery. *Ecosystems* 5: 122–137.
- CONABIO: Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, 2006. *Capital Natural y Bienestar Social*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 71 pp.
- CONABIO, 2012. *Desarrollo territorial sustentable: Programa especial de gestión en zonas de alta biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 43 pp.
- CONAPO: Consejo Nacional de Población, 2002. *Índices de marginación nivel localidad, 2000*. CONAPO, México. 235 pp.
- CONAPO, 2012. *Índice de marginación por localidad 2010*. CONAPO, México. 342 pp.
- Cruz, J. 2014. Desafíos para construir la democracia ambiental en la cuenca alta del río El Tablón, Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas. En: Legorreta, C., C. Márquez y T. Trench (coord.). *Paradojas de las tierras protegidas en Chiapas*. Universidad Nacional Autónoma de México – Universidad Autónoma Chapingo. Pp. 21–60.
- Dale, V.H., S. Brown, R.A. Haeuber, N.T. Hobbins, N.J. Huntly, R.J. Naiman, W.E. Riebsame, M.G. Turner y T.J. Valone. 2001. Ecological guidelines for land use and management. En: Dale,

- V.H. y R.A. Haeuber (eds). *Applying Ecological Principles to Land Management*. Springer, Nueva York. Pp.: 3–35.
- DeFries, R., A.J. Hansen, A.C. Newton y M.C. Hansen. 2005. Increasing isolation of Protected Areas in tropical forest over the past twenty years. *Ecological Applications* 15(1): 19–26.
- DeFries, R., A.J. Hansen, B.L. Turner, R. Reid y J. Liu. 2007. Land use change around protected areas: management to balance human needs and ecological function. *Ecological Applications* 17(4): 1031–1038.
- De Vos, J. 2002. *Una tierra para sembrar sueños. Historia reciente de la Selva Lacandona, 1950-2000*. Centro de Investigaciones en Antropología Social – Fondo de Cultura Económica. México. 505 pp.
- DOF: Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 30 de diciembre de 2010, segunda sección, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- DOF. 2014. Ley General de Equilibrio Ecológico. Texto vigente, última reforma publicada: 16 de enero de 2014.
- Doumenge, C., D. A. Gilmour, M. Ruiz-Perez, and J. Blockhus. 1995. Tropical montane cloud forests: conservation status and management issues. En: Hamilton, L.S., J.O. Juvik, y F.N. Scatena (eds.). *Tropical Montane Cloud Forests*. Springer-Verlag, Nueva York. Pp.: 24–37.
- Dudley, N., C. Groves, K.H. Redford y S. Stolton. 2014. Where now for protected areas? Setting the stage for the 2014 World Parks Congress. *Oryx* 48(4): 496–503.
- Durand, L. y F. Figueroa. 2014. Sobrevivir en una selva de proyectos. Relatos sobre la conservación en Nueva Palestina en la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas. En: Legorreta, C., C. Márquez y T. Trench (coords.). *Paradojas de las tierras protegidas en Chiapas*. Universidad Nacional Autónoma de México – Universidad Autónoma Chapingo. México. Pp.: 107 – 127.
- Durand, L., F. Figueroa y T. Trench. 2012. Inclusión, exclusión y estrategias de participación en Áreas Protegidas de La Selva Lacandona, Chiapas. En: Durand, L., F. Figueroa y M. Guzmán (eds.). *La naturaleza en contexto. Hacia una ecología política mexicana*. UNAM – El Colegio de San Luis, A. C. Pp.: 237–267.
- Durand, L., F. Figueroa y T. Trench. 2014. Inclusion and exclusion in participation strategies in the Montes Azules Biosphere Reserve, Chiapas, México. *Conservation and Society* 12(2): 175–189.
- Echeverría, C., D. Coomes, J. Salas, J.M. Rey-Benayas, A. Lara y A. Newton. 2006. Rapid deforestation and fragmentation of Chilean Temperate Forest. *Biological Conservation* 130: 481–494.
- Ervin, J. 2003. Protected Area assessments in perspectives. *Bioscience* 53: 819–822.
- Ewers, R.M. y A.S.L. Rodrigues. 2008. Estimates of reserve effectiveness are confounded by leakage. *Trends in Ecology and Evolution* 23(3): 113–116.
- FAO: Food and Agriculture Organization, 1995. *Forest Resources Assessment 1990*. FAO, Roma.
- FAO, 2009. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. FAO, Roma. 184 pp.
- Fernández Vargas, T. 2006. Estimación de la confiabilidad de mapas de cambio de uso de suelo y vegetación. Tesis de Licenciatura en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 103 pp.

- Ferraro P.J., M. Hanauer y K.R. Sims. 2011. Conditions associated with protected area success in conservation and poverty alleviation. *PNAS* 108(34): 13931–13918.
- Figueroa, F. 2008. El contexto socioeconómico y la efectividad de las Áreas Naturales Protegidas de México para contener procesos de cambio en el uso de suelo y la vegetación. Tesis de Doctorado. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 119 pp.
- Figueroa, F. 2014. Sistematización del conocimiento sobre las áreas protegidas de la región Lacandona. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto JN001. México. D.F.
- Figueroa, F. y V. Sánchez-Cordero. 2008. Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico. *Biodiversity Conservation* 17: 3223–3240.
- Figueroa, F., V. Sánchez-Cordero, P. Illoldi-Rangel y M. Linaje. 2011. Evaluación de la efectividad de las áreas protegidas para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación. ¿Un índice es suficiente? *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 951–963.
- Figueroa, F., V. Sánchez-Cordero, J.A. Meave e I. Trejo. 2009. Socioeconomic context of land use and land cover change in Mexican biosphere reserves. *Environmental Conservation* 36(3): 180–191.
- Flamenco-Sandoval, A., M. Martínez Ramos y O.R. Maser. 2007. Assessing implications of land-use and land-cover change dynamics for conservation of a highly diverse tropical rain forest. *Biological Conservation* 138: 131–145.
- Foley, J. A., R. DeFries, G.P. Asner, C. Barford, G. Bonan, S.R. Carpenter, F.S. Chapin, M.T. Coe, G.C. Daily, H.K. Gibbs, J.H. Helkowski, T. Holloway, E.A. Howard, C.J. Kucharik, C. Monfreda, J.A. Patz, I.C. Prentice, N. Ramankutty, y P.K. Snyder. 2005. Global consequences of land use. *Science* 309: 570–574.
- Fuller, T., V. Sánchez-Cordero, P. Illoldi-Rangel, M. Linaje y S. Sarkar. 2007. The cost of postponing conservation in Mexico. *Biological Conservation* 134: 593–600.
- García-Frapolli, E. 2012. Exclusión en Áreas Naturales Protegidas: una aproximación desde los programas de manejo. En: Durand, L., F. Figueroa y M. Guzmán (eds.). *La naturaleza en contexto. Hacia una ecología política mexicana*. UNAM – El Colegio de San Luis, A. C. Pp.: 221–263.
- García-Frapolli, E., G. Ramos-Fernández, E. Galicia y A. Serrano. 2009. The complex reality of biodiversity conservation through Natural Protected Area policy: Three cases from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Land Use Policy* 26: 715–722.
- Geist, H., W. McConnell, E.F. Lambin, E. Moran, D. Alves y T. Rudel. 2006. Causes and trajectories of Land-Use/Cover change. En: Lambin, E.F. y H. Geist (eds.). *Land-Use and Land-Cover Change*. Springer, Berlín. Pp.: 41–70.
- Geldmann J., M. Barnes, L. Coad, I.D. Craigie, M. Hockings y N.D. Burgess. 2013. Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. *Biological Conservation* 161: 230–238.
- González-Espinosa, M., J.A. Meave, N. Ramírez-Marcial, T. Toledo-Aceves, F.G. Lorea-Hernández y G. Ibarra Manríquez. 2012. Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas* 21: 36–52.
- Hansen. A.J. y J.J. Rotella. 2001. Nature reserves and land use: Implications of the “place” principle. En: Dale, V.H. y R.A. Haeuber (eds.). *Applying Ecological Principles to Land Management*. Springer, Nueva York. Pp.: 54–72.

- Hansen, A.J. y R. DeFries. 2007. Ecological mechanisms linking Protected Areas to surrounding lands. *Ecological Applications* 17(4): 974–988.
- Hansen, M.C., P.V. Potavov, R. Moore, M. Hancher, S.A. Turuvanov, A. Tyukavina, D. Thau, S.V. Stehman, S.J. Goetz, T.T. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C.O. Justice y J.R.G. Townsend. 2013. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* 342: 850–853.
- Hernández Castillo, R.A. 2012. *Sur profundo. Identidades indígenas en la frontera Chiapas-Guatemala*. CIESAS-CDI, México. 174 pp.
- Hernández Yáñez, A. 2004. Introducción. En: Pérez-Farrea, M.A., N. Martínez-Meléndez, A. Hernández Yáñez y A.V. Arreola-Muñoz (eds.). *La Reserva de la Biosfera El Triunfo, Tras una Década de Conservación*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez. Pp.: 15–17.
- Hill, R., C. Miller, B. Newell, M. Dunlop e I.J. Gordon. 2015. Why biodiversity declines as protected areas increase: the effect of the power of governance regimens on sustainable landscapes. *Sustainability Science* 10: 357–369.
- INE: Instituto Nacional de Ecología. 1999a. *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera El Triunfo*. Instituto Nacional de Ecología, México. 108 pp.
- INE. 1999b. *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada*. Instituto Nacional de Ecología, México. 184 pp.
- INE. 1999c. *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera La Sepultura*. Instituto Nacional de Ecología, México. 248 pp.
- INE. 2000. *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Montes Azules*. Instituto Nacional de Ecología, México. 256 pp.
- INEGI: Instituto Nacional de Geografía y Estadística. 2009. *Diccionario de datos de uso de suelo y vegetación 1:250 000 (vectoriales)*. INEGI, México. 50 pp.
- Lambin, E.F. y P. Meyfroidt. 2010. Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. *Land Use Policy* 27: 108–118.
- Lambin, E.F., B.L. Turner, H.J. Geist, 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.
- Leisher, C., J. Touvar, S.H. Hess, T. M. Boucher y L. Reymondin. 2013. Land and forest degradation inside Protected Areas in Latin America. *Diversity* 5: 779–795.
- Legorreta Díaz, C., C. Márquez Rosano y T. Trench. 2014. *Paradojas de las tierras protegidas en Chiapas*. Universidad Nacional Autónoma de México – Universidad Autónoma Chapingo, México. 240 pp.
- Lewis, S.L., D.P. Edwards y D. Galbraith. 2015. Increasing human dominance of tropical forest. *Science* 349: 827–832.
- Leyva Solano, X. y G. Ascencio Franco. 1996. *Lacandonia al filo del agua*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social – Centro de Investigaciones Humanísticas de Mesoamérica y el Estado de Chiapas, UNAM – Universidad de Ciencias y Artes del Estado de Chiapas – Fondo de Cultura Económica. México. 210 pp.
- Lui, G.V. y D.A. Coomes. 2016. Tropical nature reserves are losing their buffer zones, but leakage is not to blame. *Environmental Research* 147: 580–589.

- Martínez, G. 2005. Dinámica de la marginación en Chiapas, 1990-2000: Contrastes a partir de un enfoque metodológico. En: Ángeles, H., L. Huicochea, A. Saldívar y E. Tuñón (eds.). *Actores y Realidades en la Frontera Sur de México*. ECOSUR-COESP. Pp. 135-151.
- Mas, J.F., A. Velázquez, J. R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, C. Alcántara, G. Bocco, R. Castro, T. Fernández y A. Pérez-Vega. 2005. Assessing land use/cover changes: a nationwide multirate spatial database for Mexico. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 5: 249-261.
- Masera, O., M.J. Ordóñez y R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from Mexican forests: current situation and long-term scenarios. *Climate Change* 35: 265-295.
- Mendoza, E. y R. Dirzo. 1999. Deforestation in Lacandonia (southeast Mexico): evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot. *Biodiversity and Conservation* 8: 1621-1641.
- Meyfroidt P. y E.F. Lambin. 2009. Forest transition in Vietnam and displacement of deforestation abroad. *PNAS* 106(38): 16139-16144.
- Miles, L. A.C. Newton, R.S. DeRies, C. Ravilious, I. May, S. Blyth, V. Kapos y J.E. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forest. *Journal of Biogeography* 33: 491-505.
- Montesino, F., T. Toivonen, E. Di Minin, A.S. Kukkala, P. Kullberg, J. Kuustera, J. Lehtomäki, H. Tenkanen, P.H. Verburg y A. Moilanen. 2014. Global protected area expansion is compromised by projected land-use and parochialism. *Nature* 516: 383-386.
- Mulligan, M. 2011. Modeling the tropics-wide extent and distribution of cloud forest and cloud forest loss, with implications for conservation priority. En: Brujnzeel, L.A., F.N. Scatena y L.S. Hamilton (eds.). *Tropical Montane Cloud Forest*. Cambridge University Press, Pp: 14-38.
- Núñez, I. E. González Gaudino y A. Barahoa. 2003. La biodiversidad: Historia y contexto de un concepto. *Interciencia* 28(7): 387-393.
- Olivera, M. y M.D. Palomo. 2005. Introducción. En: Olivera, M. y M.D. Palomo (coord.). *Chiapas: de la Independencia a la Revolución*. CIESAS-COCYTECH. Pp.: 11-29.
- Oliveira, P.J.C., G.P. Asner, D. E. Knapp, A. Almeyda, R. Galván-Gildemeister, S. Keene, R.F. Raybin y R.C. Smith. 2007. Land-use allocation protects the Peruvian Amazon. *Science* 317: 1233-1236.
- ONU: Organización de las Naciones Unidas, 1992. *Convenio sobre la Diversidad Biológica*.
- 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(9): 851-860.
- Pérez-Farrea, M.A. 2004. Pasado, presente y futuro de la Reserva de la Biosfera El Triunfo. En: Pérez-Farrea, M.A., N. Martínez-Meléndez, A. Hernández Yáñez y A.V. Arreola-Muñoz (eds.). *La Reserva de la Biosfera El Triunfo, Tras una Década de Conservación*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez. Pp.: 21-25.
- Perfecto, I. y J. Vandermeer. 2012. Separación o integración para la conservación de la biodiversidad: la ideología detrás del debate “land-sharing” frente a “land-sparing”. *Ecosistemas* 21: 180-191.
- Portillo-Quintero, C.A. y A. Sánchez-Azofeifa. 2010. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation* 143(1): 144-155.
- Pressey, R.L., M. Cabeza, M. Watts, R. Cowling y K.A. Wilson. 2007. Conservation planning in a changing world. *Trends in Ecology and Evolution* 22(11): 583-592.

- Quesada, M. M. Álvarez-Añorve, L. Ávila-Cabadilla, A. Castillo, M. Lopezaraiza-Mikel, S. Martén-Rodríguez, V. Rosas-Guerrero, R. Sáyo, G. Sánchez-Montoya, J.M. Contreras-Sánchez, F. Balbino-Olvera, S.R. Olvera-García, S. López-Valencia y N. Valdespino-Vázquez. 2014. Tropical Dry Forest Ecological Succession in Mexico: Synthesis of a Long-Term study. En: Sánchez Azofeifa, A., J.S Powers, G.W. Fernandes y M. Quesada (eds.). *Tropical Dry Forest in the Americas. Ecology, Conservation and Management*. CRC Press, Boca Raton. Pp.: 17–33.
- Ramankutty N., A.T. Evan, C. Monfreda y J.A. Foley. 2008. Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. *Global Biogeochemical Cycles* 22. doi:10.1029/2007GB002952
- Ramankutty, N., L. Graumlich, F. Achard, D. Alves, A. Chhabra, R.S. DeFries, J.A. Foley, H. Geist, R.A. Houghton, K. Goldewijk, E.F. Lambin, A. Millington, K. Rasmussen, R.S. Reid y B.L. Turner II. 2006. Global land-cover change: recent progress, remaining challenges. En: Lambin, E.F. y H. Geist (eds.). *Land-Use and Land-Cover Change. Local Processes and Global Impacts*. Springer, Berlin. Pp.: 9–39.
- Ramírez Carreño, G.M. 2012. Elaboración de Programas de Conservación y Manejo para la Región Frontera Sur ANPs de carácter federal. Ecobiosfera El Triunfo S.C. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. DQ014. México, D.F.
- Rodrigues, A.S., S.J. Andelman, M.I. Bakan, L. Boitani, T.M. Brooks, R.M. Cowling, L.D. Fishpool, G.A. 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. Watts y X. Yan. 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* 428 640–643.
- Román-Cuesta R. Y J. Martínez-Vilalta. 2006. Effectiveness of Protected Areas in mitigating fire within their boundaries: A case study in Chiapas, Mexico. *Conservation Biology* 20(4): 1074–1086.
- Sala, O. F. Chapin, J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. Huenneke, R. Jackson, A. Kinzing, R. Leemans, D. Lodge, H. Mooney, M. Oesterheld, L. Poff, m. Sykes, B. Walker, M. Walker y D. Wall. 2000. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science* 287(5459): 1770–1774.
- Sánchez-Azofeifa, A. J. Calvo-Alvarado, M. Marcos do Espítito-Santo, G. W. Fernandes, J.S. Powers y M. Quesada. 2014. Tropical Dry Forest in the Americas: The Tropi-Dry Endeavor. En: Sánchez Azofeifa, A., J.S Powers, G.W. Fernandes y M. Quesada (eds.). *Tropical Dry Forest in the Americas. Ecology, Conservation and Management*. CRC Press, Boca Raton. Pp.: 1–15.
- Sánchez-Azofeifa, A., C. Quesada-Mateo, P. González-Quesada, S. Dayanandan y K. Bawa. 1999. Protected Areas and Conservation of Biodiversity in the Tropics. *Conservation Biology* 13(2): 407–411.
- Sánchez-Azofeifa, A., M. Quesada, J.P. Rodríguez, J.M. Nassar, K.E. Stoner, A. Castillo, T. Garvin, E.L. Zent, J.C. Calvo-Alvarado, M.E.R. Kalacska, L. Fajardo, J.A. Gamony P. Cuevas-Reyes. 2005a. Research priorities for Neotropical dry forests. *Biotropica* 37(4): 477–485.
- Sánchez-Azofeifa, A., M. Kalacska, M. Quesada, J.C. Calvo-Alvarado, J.M. Nassar, K.E. Stoner y J.P. Rodríguez. 2005b. Need for Integrated Research for a Sustainable Future in Tropical Dry Forests. *Conservation Biology* 19(2): 285–286.
- Sarkar, S. 2012. *Environmental philosophy: From theory to practice*. Wiley-Blackwell, Oxford. 226 pp.

- Scatena, F.N., L.A. Brujnzeel, P. Bubb y S. Das. 2011. Setting the stage. En: Brujnzeel, L.A., F.N. Scatena y L.S. Hamilton (eds.). *Tropical Montane Cloud Forest*. Cambridge University Press, Pp.: 3–13.
- Scherl, L., A. Wilson, R. Wild, J. Blockhus, P. Franks, J.A. McNeely y T.O. McShane. 2004. *Can Protected Areas Contribute to Poverty Reduction? Opportunities and Limitations*. IUCN, Gland-Cambridge. 60 pp.
- SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2001. *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote*. SEMARNAT-CONANP, México. 151 pp.
- SEMARNAT. 2013. *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná*. SEMARNAT-CONANP, México. 202 pp.
- Smith, T.M. y R.L. Smith. 2009. *Elements of Ecology*. Benjamin Cummings, San Francisco. P 182 (648 pp).
- Steininger. M.K., C.J. Tucker, P.Ersts, T.J. Killeen, Z. Villegas y S.B. Hecht. 2001. Clearance and fragmentation of Tropical Deciduous Forest in the Tierras Bajas, Santa Cruz, Bolivia. *Conservation Biology* 15(4): 856–866.
- Téllez-Valdés, O. y P. Dávila-Aranda. 2003. Protected Areas and climate change: a case study of the cacti in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, México. *Conservation Biology* 17(3): 946–853.
- Townsend, C.R., M. Begon y J. Harper. 2008. *Essentials of Ecology*. Blackwell Publishing, Oxford. p. 58 (510 pp).
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94: 133–142.
- Trench, T. 2015. ¿Ganando terreno?: La COANP en la subregión Miramar de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas. En: Legorreta, C., C. Márquez y T. Trench (coords.). *Paradojas de las tierras protegidas en Chiapas*. Universidad Nacional Autónoma de México – Universidad Autónoma Chapingo. México. Pp.: 61–105.
- IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2015. *2014 IUCN Annual Report*. IUCN, Gland, Suiza. 31 pp.
- Urquiza-Haas, E. 2009. Análisis de capacidades nacionales para la conservación *in situ*. En: CONABIO-PNUD. *México: capacidades para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad*. CONABIO – PNUD, México. Pp.: 51–94.
- Vásquez Olivera, M. 2005. Chiapas, Centroamérica y México (1821-1824). Nuevos elementos sobre una antigua discusión. En: Olivera, M. y M.D. Palomo (coord.). *Chiapas: de la Independencia a la Revolución*. CIESAS-COCYTECH. Pp.: 53–72.
- Vásquez Sánchez, M.A. 1996. La reserva El Ocote: retrospectiva y reflexiones para su futuro. En: Vásquez Sánchez, M.A. e I. March Mifsut (eds.). *Conservación y Desarrollo Sustentable en la Selva El Ocote, Chiapas*. ECOSUR-CONABIO-ECOSFERA, San Cristóbal de las Casas. Pp.: 1–25.
- Vásquez Sánchez, M.A., I.J. March Mifsut, M. Ramos Martínez y A. Gutiérrez C. 1996. Características socioeconómicas de la Selva El Ocote. En: Vásquez Sánchez, M.A. e I. March Mifsut (eds.). *Conservación y Desarrollo Sustentable en la Selva El Ocote, Chiapas*. ECOSUR-CONABIO-ECOSFERA, San Cristóbal de las Casas. Pp.: 263–306.
- Vidal, O., J. López-García y E. Rendón-Salinas. 2013. Trends in Deforestation and Forest Degradation after a Decade of Monitoring in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve in Mexico. *Conservation Biology* 28(1): 177–186.

- Villafuente Solís, D. 2009. Cambio y continuidad en la economía chiapaneca. En: Estrada, M. (ed.). *Chiapas después de la tormenta. Estudios sobre economía, sociedad y política*. El Colegio de México, Gobierno del Estado de Chiapas, Cámara de Diputados LX legislatura. Pp.: 25–94.
- Watson, J.E.M., E.S. Drling, O. Venter, M. Maron, J. Walston, H.P. Possingham, N. Dudley, M. Hockings, M. Barnes y T.M. Brooks. 2015. Bolder science needed now for protected areas. *Conservation Biology* doi: 10.1111/cobi.12645
- West, P., J. Igoe y D. Brockington. 2006. Parks and peoples: The social impact of Protected Areas. *Annual Review of Anthropology* 35: 251–277.
- Wilkie, D.S., G.A. Morelli, J. Demmer, M. Starkey, P. Telfer y M. Steil. 2006. Parks and people: Assessing the human welfare effects of establishing Protected Areas for Biodiversity Conservation. *Conservation Biology* 20(1): 247–249.
- Wright, S.J. 2005. Tropical forest in a changing environment. *Trends in Ecology and Evolution* 20(10): 553–560.
- Zebadúa, E. 2011. *Chiapas. Historia Breve*. El Colegio de México y Fondo de Cultura Económica. 205 pp.

VII. Anexos

ANEXO I. NIVELES DE AGREGACIÓN DE LOS TIPOS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

Claves INEGI	Primer nivel de agregación	Segundo nivel de agregación	Tercer nivel de agregación
IAPF*	Áreas de Actividad Agropecuaria y Forestal	Usos Antrópicos	Usos Antrópicos
ADV, DV	Áreas Desprovistas de Vegetación, Sin Vegetación Aparente	Sin Vegetación	Sin Vegetación
AH, ZU	Asentamientos Humanos, Zonas Urbanas	Usos Antrópicos	Usos Antrópicos
BB	Bosque de Cedro	Bosques Templados	Vegetación Primaria
BQ	Bosque de Encino	Bosques Templados	Vegetación Primaria
VSA_BQ	Bosque de Encino, vegetación secundaria arbórea	Bosques Templados	Vegetación Secundaria
VS_BQ**	Bosque de Encino, vegetación secundaria arbustiva	Bosques Templados	Vegetación Secundaria
BQP	Bosque de Encino-Pino	Bosques Templados	Vegetación Primaria
VSA_BQP	Bosque de Encino-Pino, vegetación secundaria arbórea	Bosques Templados	Vegetación Secundaria
VS_BQP**	Bosque de Encino-Pino, vegetación secundaria arbustiva	Bosques Templados	Vegetación Secundaria
BA	Bosque de Oyamel	Bosques Templados	Vegetación Primaria
BP	Bosque de Pino	Bosques Templados	Vegetación Primaria
VSA_BP	Bosque de Pino, vegetación secundaria arbórea	Bosques Templados	Vegetación Secundaria
VS_BP**	Bosque de Pino, vegetación secundaria arbustiva	Bosques Templados	Vegetación Secundaria
BPQ	Bosque de Pino-Encino	Bosques Templados	Vegetación Primaria
VSA_BPQ	Bosque de Pino-Encino, vegetación secundaria arbórea	Bosques Templados	Vegetación Secundaria
VS_BPQ**	Bosque de Pino-Encino, Vegetación secundaria arbustiva	Bosques Templados	Vegetación Secundaria
VSH_BPQ	Bosque de Pino-Encino, Vegetación secundaria herbácea	Bosques Templados	Vegetación Secundaria

Claves INEGI	Primer nivel de agregación	Segundo nivel de agregación	Tercer nivel de agregación
VSH_BQ	Bosque Encino, vegetación secundaria herbácea	Bosques Templados	Vegetación Secundaria
BM	Bosque Mesófilo de Montaña	Bosque Mesófilo de Montaña	Vegetación Primaria
VSA_BM	Bosque Mesófilo de Montaña, vegetación secundaria arbórea	Bosque Mesófilo de Montaña	Vegetación Secundaria
VSH_BM	Bosque Mesófilo de Montaña, vegetación secundaria herbácea	Bosque Mesófilo de Montaña	Vegetación Secundaria
VS_BM**	Bosque Mesófilo, vegetación secundaria arbustiva	Bosque Mesófilo de Montaña	Vegetación Secundaria
ML	Chaparral	Otros Tipos de Vegetación	Vegetación Primaria
ML_VSB**	Chaparral, vegetación secundaria arbustiva	Otros Tipos de Vegetación	Vegetación Secundaria
H2O	Cuerpos de Agua	Cuerpos de Agua	Cuerpos de Agua
VM	Manglares	Otros Tipos de Vegetación	Vegetación Primaria
VSA_VM	Manglares, vegetación secundaria arbórea	Otros Tipos de Vegetación	Vegetación Secundaria
VS_VM**	Manglares, vegetación secundaria arbórea	Otros Tipos de Vegetación	Vegetación Secundaria
VP	Palmar	Otros Tipos de Vegetación	Vegetación Primaria
VP_VSA	Palmar, vegetación secundaria arbórea	Otros Tipos de Vegetación	Vegetación Secundaria
VA	Popales	Otros Tipos de Vegetación	Otros Tipos de Vegetación
SAP	Selva Alta Perennifolia	Selvas Húmedas	Vegetación Primaria
VSA_SAP	Selva Alta Perennifolia, vegetación secundaria arbórea	Selvas Húmedas	Vegetación Secundaria
VS_SAP**	Selva Alta Perennifolia, vegetación secundaria arbustiva	Selvas Húmedas	Vegetación Secundaria
SBC	Selva Baja Caducifolia	Selvas Secas	Vegetación Primaria
VSA_SBC	Selva Baja Caducifolia, vegetación secundaria arbórea	Selvas Secas	Vegetación Secundaria
VS_SBC**	Selva Baja Caducifolia, vegetación secundaria arbustiva	Selvas Secas	Vegetación Secundaria
VSH_SBC	Selva Baja Caducifolia, vegetación secundaria herbácea	Selvas Secas	Vegetación Secundaria
VSA_SBK	Selva Baja Espinosa, vegetación secundaria arbórea	Selvas Secas	Vegetación Secundaria
VSA_SBK	Selva Baja Espinosa, vegetación secundaria arbórea	Selvas Secas	Vegetación Secundaria

Claves INEGI	Primer nivel de agregación	Segundo nivel de agregación	Tercer nivel de agregación
VS _B _SBK**	Selva Baja Espinosa, vegetación secundaria arbustiva	Selvas Secas	Vegetación Secundaria
SBP	Selva Baja Perennifolia	Selvas Húmedas	Vegetación Primaria
SBQ	Selva Baja Subperennifolia	Selvas Húmedas	Vegetación Primaria
VS _B _SBQ**	Selva Baja Subperennifolia, vegetación secundaria arbustiva	Selvas Húmedas	Vegetación Secundaria
VSA_SMS	Selva Mediana Subcaducifolia, Vegetación secundaria arbórea	Selvas Secas	Vegetación Secundaria
VS _B _SMS**	Selva Mediana Subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva	Selvas Secas	Vegetación Secundaria
SMQ	Selva Mediana Subperennifolia	Selvas Húmedas	Vegetación Primaria
VSA_SMQ	Selva Mediana Subperennifolia, vegetación secundaria arbórea	Selvas Húmedas	Vegetación Secundaria
VS _B _SMQ**	Selva Mediana Subperennifolia, vegetación secundaria arbustiva	Selvas Húmedas	Vegetación Secundaria
SBQ_VSA	Selva Saja Subperennifolia, vegetación secundaria arbórea	Selvas Húmedas	Vegetación Secundaria
VT	Tulares	Otros Tipos de Vegetación	Otros Tipos de Vegetación
VU	Vegetación de Dunas Costeras	Otros Tipos de Vegetación	Otros Tipos de Vegetación
SG, VG	Vegetación de Galería	Otros Tipos de Vegetación	Otros Tipos de Vegetación
PI, VPI, VSI	Vegetación Inducida	Usos Antrópicos	Usos Antrópicos
VS	Vegetación Sabanoide	Otros Tipos de Vegetación	Otros Tipos de Vegetación

* En la serie II, dentro del mismo archivo las categorías agropecuarias se encuentran desglosadas por tipo de riego y otros factores. Para las series III y V éstas se encuentran generalizadas en una sola categoría (IAFP) en el archivo principal y se cuenta con un archivo independiente para las subcategorías, mismo que no fue analizado en este estudio.

**En las bases de datos originales para designar a la vegetación secundaria se distingue a la arbórea con la letra “A” mayúscula y a la arbustiva con la “a” minúscula. Debido a que el SIG no reconoció la diferencia entre mayúsculas y minúsculas, se sustituyó “a” con la letra “B”.

ANEXO II. CAMBIOS CON EL PRIMER NIVEL DE AGREGACIÓN

1993-2002

Cobertura	Lacan-Tun		Montes Azules		Volcán Tacaná		El Triunfo		La Encrucijada		La Sepultura		Selva El Ocote	
	km ²	Tasa	km ²	Tasa	km ²	Tasa	km ²	Tasa						
ADV_DV									6.93	100	0.04	100		
AH_ZU			0.04	0.13					0.77	100				
BA							-6.04	-4.68						
BM			-3.04	-0.43	-2.15	-0.72	-81.93	-1.55			2.76	0.12		
BP			0.03	0.02			-33.6	-11.31			-154.5	-4.65		
BPQ							0.66	25.14	-3.48	-100	-46.96	-2.72		
BQ											-3.49	-4.46	0	-0.01
BQP											1.46	0.96		
H2O	0	-0.13	-0.07	-0.02					0.72	0.14	0	-0.33	0.26	1.95
IAPF	0	-0.13	37.51	8.19	0.83	0.6	-21.71	-2.16	-18.54	-0.45	-15.12	-3.26	-5.82	-0.7
PI_VPI_VSI							5.67	2.14	-0.77	-100	51.17	3.95	-6.95	-3.06
SAP	-3.5	-0.06	-368.9	-1.59									-310.1	-8.19
SBC											0.02	0.01		
SBP			0	0.01										
SG_VG									9.21	100				
SMQ	0.03	0.04	-0.06	-0.02							-0.77	-0.31		
VM									-32.94	-1.12				
VS			1.55	28.82							-1.49	-0.27	-6.73	-0.96
VSA_BM					0.96	0.84	132.04	10.13			5.29	100		
VSB_BM			3.05	100	0.18	24.42	27.52	25.93						
VSA_BP							-15.12	-24.72	-0.24	-100	26.72	9.12		
VSB_BP							-5.34	-100			121.01	35.47		
VSA_BPQ											7.22	13.22		
VSB_BPQ											49.25	38.32		
VSB_BQ											0.73	100		
VSA_SAP	-2.14	-3.16	-97.42	-7.47			-47.57	-2.73	2.76	100			255.51	10.38
VSB_SAP	5.54	56.7	425.27	18.11			46.1	17.96	2.06	100			77.27	18.69
VSA_SBC											0	-0.3	-2.45	-1.15
VSB_SBC											-5.74	-1.78	0.05	100
VSA_SMQ											162.56	26.79		
VSB_SMQ											26.24	6.43	-1.08	-4.56
VSA_SMS											-256	-21.27		
VSB_SMS											29.55	10.39		
VSA_VM									12.21	100				
VSB_VM									1.71	100				
VT	0.08	0.09	2.07	2.28					311.48	100				
VU									-9.12	-32.66				
VW					0.25	1.35								
VA							-0.68	-100	-282.8	-100				

2002-2011

Uso / Vegetación	Lacan-Tun		Montes Azules		Volcán Tacaná		El Triunfo		La Encrucijada		La Sepultura		Selva El Ocote	
	km ²	Tasa												
ADV_DV									1.27	1.89	-0.04	-100		
AH_ZU			1.27	3.51			0.22	100	0.71	7.52	0.1	100		
BA							0	0						
BM			0	0	-0.36	-0.12	-28.62	-0.6			-41.82	-1.98		
BP			0	0			0	0			-53.69	-2.26		
BPQ							0.45	5.24			-48.14	-3.72		
BQ											0	0	-0.69	-2.21
BQP											-5.5	-4.03		
H2O	0	0	1.23	0.37					-4.73	-0.99	0.04	2.11	0	0
IAPF	-0.07	-100	78.45	8.37	-1.11	-0.81	1.94	0.21	3.84	0.09	5.74	1.39	6.41	0.78
PI_VPI_VSI			29.64	100			5.76	1.82	2.31	100	105.87	5.42	71.36	17.65
SAP	-5.65	-0.11	-10.3	-0.04									0.09	0
SBC											0	0		
SBP			0	0										
SG_VG									-0.69	-0.87				
SMQ	0	0	0	0							-1.65	-0.69		
VM									1.17	0.04				
VS			0	0							-60.37	-100	-73.95	-100
VSA_BM					1.13	0.91	22.9	1.07			38.08	26.32		
VSB_BM			-0.96	-4.12	0	0	4.4	1.46						
VSA_BP							0.09	0.82			31.39	5.64		
VSB_BP											-15.43	-1.4		
VSA_BPQ											36.92	18.01		
VSB_BPQ											10.41	2.04		
VSB_BQ											0	0		
VSA_SAP	0	0	4.05	0.45			-3.05	-0.2	-0.56	-2.48			8.29	0.21
VSB_SAP	7.74	10.07	-103.29	-2.29			-4.12	-0.79	-2.06	-100			-13.64	-1.64
VSA_SBC											-0.06	-100	-1.3	-0.66
VSB_SBC											-1.38	-0.48	0	0
VSA_SMQ											-2.13	-0.12		
VSB_SMQ											-2.48	-0.45	0	0
VSA_SMS											-0.71	-0.23		
VSB_SMS											-0.62	-0.13		
VSA_VM									-5.98	-7.2				
VSB_VM									6.05	18.27				
VT	-2.02	-2.61	-0.08	-0.08					-1.69	-0.06				
VU									0.35	9.74				
VW					0.36	1.69								
VSA_BQ													3.43	100
VSA_BQP											5.5	100		

ANEXO III. CAMBIO EN LAS AC Y EL RESTO DEL ESTADO FUERA DE ANP CON EL SEGUNDO NIVEL DE AGREGACIÓN

Áreas Circundantes

Período		Bosques Templados	Bosque Mesófilo	Selvas Húmedas	Selvas Secas	Otros tipos de veg	Usos Antrópicos	Cuerpos de agua	Sin vegetación
Lacan-Tun									
1993-	km ²			-0.35		-0.26	0.63	-0.01	
2002	Tasa			-0.01		-0.48	0.21	-0.01	
2002-	km ²			295.37		1.66	-32.53	-11.37	
2011	Tasa			7.95		2.83	-100	-33.47	
1993-	km ²			295.01		1.4	-31.9	-11.38	
2011	Tasa			3.89		1.15	-11.11	-18.44	
Montes Azules									
1993-	km ²	0.01	-0.62	-370.69		-1.95	373.69	-0.43	
2002	Tasa	0.01	-0.06	-2.3		-1.68	8.89	-0.19	
2002-	km ²	4.62	-35.3	1358.46		1.04	-511.14	12.86	
2011	Tasa	4.51	-4.08	7.1		0.94	-13.62	4.79	
1993-	km ²	4.63	-35.93	987.77		-0.9	-137.44	12.43	
2011	Tasa	2.24	-2.09	2.29		-0.37	-3.01	2.26	
Volcán Tacaná									
1993-	km ²		0.18	0			-0.14		
2002	Tasa		0.11	0			-0.05		
2002-	km ²		29.2	0		2.63	-13.75		
2011	Tasa		11.71	0		11.11	-7.11		
1993-	km ²		29.38	0		2.63	-13.9		
2011	Tasa		5.76	0		11.11	-3.65		
El Triunfo									
1993-	km ²	-52.11	80.8	28.5			-57.19		
2002	Tasa	-4.49	4.4	0.77			-3.13		
2002-	km ²	-70.71	549.02	-203.08			-31.54		
2011	Tasa	-12.35	13.73	-7			-2.22		
1993-	km ²	-122.82	629.82	-174.57			-88.74		
2011	Tasa	-8.5	8.97	-3.19		-11.11	-2.68		
La Encrucijada									
1993-	km ²	-0.48		-0.93		-9.75	9.32	0.03	1.81
2002	Tasa	-11.11		-2.55		-3.53	0.13	0.19	11.11
2002-	km ²			-1.35		615.85	-311.88	48.2	6.39
2011	Tasa			-5.17		43.09	-5.64	43.81	18.24
1993-	km ²	-0.48		-2.28		606.09	-302.55	48.23	8.2
2011	Tasa	-11.11		-3.87		17.48	-2.79	20.03	11.11

Período		Bosques Templados	Bosque Mesófilo	Selvas Húmedas	Selvas Secas	Otros tipos de veg	Usos Antrópicos	Cuerpos de agua	Sin vegetación
La Sepultura									
1993-2002	km ²	1.16	-22.19	129.38	-94.74	-2.16	-11.56	0	0.12
	Tasa	0.05	-13.94	17.42	-5.55	-0.68	-0.17	0.03	11.11
2002-2011	km ²	451.32	247.43	97.13	-1.6	-34.01	-398.06	-0.63	-0.12
	Tasa	12.75	47.44	5.16	-0.12	-11.11	-8.43	-13.21	-11.11
1993-2011	km ²	452.49	225.24	226.51	-96.34	-36.18	-409.63	-0.63	
	Tasa	6.21	12.64	11.12	-2.88	-11.11	-4.39	-6.82	
Selva El Ocote									
1993-2002	km ²	-3.84		-54.23	-2.64	-3.97	65.36	-0.65	
	Tasa	-1.68		-1.85	-0.38	-0.47	2.08	-0.07	
2002-2011	km ²	-16.72		500.54	-53.84	-89.95	-198.55	-92.99	
	Tasa	-13.14		11.62	-13.15	-11.11	-7.71	-36.09	
1993-2011	km ²	-20.57		446.3	-56.48	-93.93	-133.19	-93.64	
	Tasa	-7.59		4.67	-6.98	-11.11	-2.94	-20.08	

Fuera de ANP

Cobertura	1993-2002		2002-2011		1993-2011	
	km ²	tasa	km ²	tasa	km ²	tasa
Bosques Templados	-1041.8	-1.19	-302.32	-0.37	-1344.13	-0.78
Bosque Mesófilo	-112.13	-0.28	-170.79	-0.44	-282.92	-0.36
Selvas Húmedas	-813.74	-0.98	-700.3	-0.92	-1514.04	-0.95
Selvas Secas	-1015.85	-2.81	-267.2	-0.88	-1283.06	-1.85
Otros tipos de veg	-72.36	-0.97	-113.33	-1.72	-185.69	-1.34
Usos Antrópicos	3010.2	1.27	1519.37	0.59	4529.58	0.93
Cuerpos de agua	29.19	0.26	37.48	0.33	66.68	0.29
Sin vegetación	16.15	4.65	2.81	0.63	18.96	2.62

ANEXO IV. MATRICES DE TRANSICIÓN CON EL TERCER NIVEL DE AGREGACIÓN

Chiapas 1993-2002

Uso/ vegetación original	a— >	Primaria		Secundaria		Usos Antrópicos		Otros tipos veg.		Sin vegetación		Agua	
		Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP
Primaria	km ²	13,049.4	5,857.45	5,204.5	2,985.5	1,300.5	1,019.9	37.23	10.62	3.87	1.42	5.67	2.93
	%	66.57	59.29	26.55	30.22	6.63	10.32	0.18	0.1	0.01	0.01	0.02	0.02
Secundaria	km ²	656.55	390.48	17,290.4	14,737.6	4,481.7	3,885.5	32.79	15.94	14.27	8.61	5.34	4.96
	%	2.92	2.05	76.91	77.38	19.93	20.4	0.14	0.08	0.06	0.04	0.02	0.02
Usos Antrópicos	km ²	372.96	241.79	1,978.08	1,706.02	25,948	22,826.7	81.55	46.46	12.01	8.73	21.3	19.77
	%	1.31	0.97	6.96	6.86	91.32	91.85	0.28	0.18	0.04	0.03	0.07	0.07
Otros tipos veg.	km ²	23.77	12.99	59.97	34.99	109.53	72.92	996.93	442.22	3.15	0	65.45	64.47
	%	1.88	2.07	4.76	5.57	8.7	11.61	79.19	70.46	0.25	0	5.19	10.27
Sin vegetación	km ²	0.08	0.08	1.07	1.07	1.44	1.44	0	0	29.3	29.26	0.03	0.03
	%	0.25	0.25	3.34	3.35	4.53	4.54	0	0	91.73	91.72	0.11	0.11
Agua	km ²	3.74	2.45	6.59	5.68	55.36	53.31	1.59	1.43	0.03	0.01	1,397.5	1,148.5
	%	0.25	0.2	0.45	0.46	3.77	4.4	0.1	0.11	0	0	95.38	94.78

Chiapas 2002-2011

Uso/ vegetación original	a— >	Primaria		Secundaria		Usos Antrópicos		Otros tipos veg.		Sin vegetación		Agua	
		Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP	Chiapas	Fuera ANP
Primaria	km ²	12,127.3	5,231.7	1,443.61	928.15	522.68	337.47	10.95	6.63	0.35	0.25	1.68	1
	%	85.96	80.42	10.23	14.26	3.7	5.18	0.07	0.1	0	0	0.01	0.01
Secundaria	km ²	268.95	117.86	20,888.8	16,633.6	3363.5	2707.1	9.12	6.4	9.48	5.29	0.88	0.63
	%	1.09	0.6	85.11	85.42	13.7	13.9	0.03	0.03	0.03	0.02	0	0
Usos Antrópicos	km ²	164.53	111.4	1,639.0	1,471.1	29,979.7	26,174.8	60.51	54.1	10.4	8.42	41.31	38.77
	%	0.51	0.39	5.13	5.28	93.98	93.95	0.18	0.19	0.03	0.03	0.12	0.13
Otros tipos veg.	km ²	12.67	4.48	24.71	14.46	402.77	148.67	708.59	349.01	0.93	0	0.42	0.04
	%	1.1	0.86	2.14	2.8	35.02	28.77	61.61	67.54	0.08	0	0.03	0
Sin vegetación	km ²	0	0	5.13	4.12	5.04	4.86	1.36	0	48.61	36.73	2.49	2.33
	%	0	0	8.19	8.57	8.05	10.12	2.18	0	77.57	76.43	3.98	4.86
Agua	km ²	5.95	2.5	2.78	2.6	4.05	0.94	1.53	0.2	0.16	0.15	1,480.9	1,234.3
	%	0.39	0.2	0.18	0.2	0.27	0.07	0.1	0.01	0.01	0.01	99.01	99.46

ANEXO V. MATRICES DE TRANSICIÓN CON EL SEGUNDO NIVEL DE AGREGACIÓN

Chiapas 1993-2002

Tipo de vegetación		Bosques Templados	Bosque Mesófilo	Selvas Húmedas	Selvas Secas	Otros tipos veg	Usos Antrópicos	Sin vegetación	Agua
Bosques Templados	km ²	10,137.03	296.71	40.05	77.74	6.02	1,669.18	0	0.28
	%	82.9	2.42	0.32	0.63	0.04	13.65	0	0
Bosque Mesófilo	km ²	107.34	5,578.04	176.97	2.33	2.34	387.61	0	0.13
	%	1.71	89.18	2.82	0.03	0.03	6.19	0	0
Selvas Húmedas	km ²	14.1	187.12	15,488.32	4.57	21.37	1,957.35	2.18	6.64
	%	0.07	1.05	87.59	0.02	0.12	11.06	0.01	0.03
Selvas Secas	km ²	47.92	2.54	296.74	3,266.41	18.65	1,695.81	6.46	0.86
	%	0.89	0.04	5.56	61.22	0.34	31.78	0.12	0.01
Otros tipos de veg	km ²	14.1	0.7	29.18	31.44	1,503.83	181.83	12.65	68.54
	%	0.76	0.03	1.58	1.7	81.62	9.86	0.68	3.72
Usos Antrópicos	km ²	697.75	231.53	722.68	582.89	197.73	25,948.09	12.01	21.3
	%	2.45	0.81	2.54	2.05	0.69	91.32	0.04	0.07
Sin vegetación	km ²	0	0	0.12	0	1.02	1.44	29.3	0.03
	%	0	0	0.4	0	3.2	4.53	91.73	0.11
Agua	km ²	0.23	0.09	4.3	3.5	3.8	55.36	0.03	1,397.55
	%	0.01	0	0.29	0.23	0.25	3.77	0	95.4

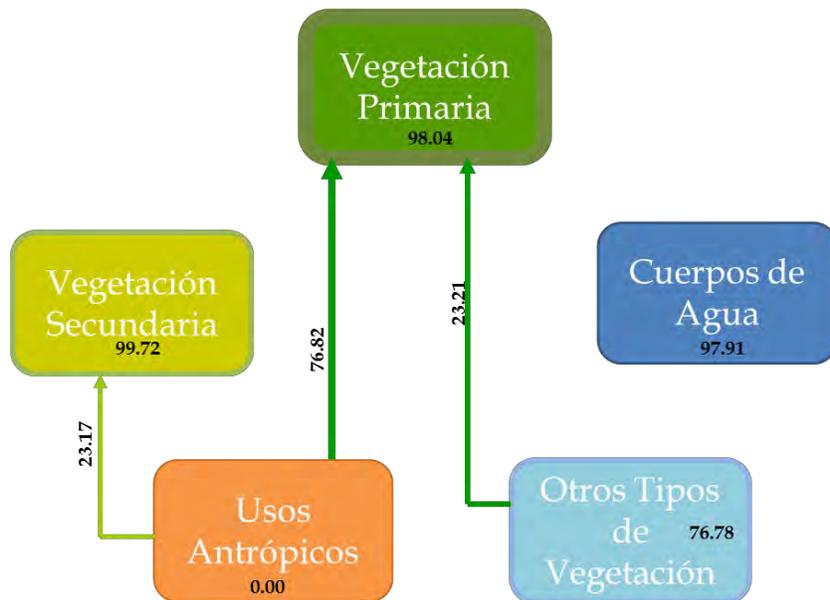
Chiapas 2002-2011

Tipo de vegetación		Bosques Templados	Bosque Mesófilo	Selvas Húmedas	Selvas Secas	Otros tipos veg	Usos Antrópicos	Sin vegetación	Agua
Bosques Templados	km ²	10,086.55	37.6	9.17	38.97	0	845.94	0.25	0
	%	91.54	0.34	0.08	0.35	0	7.67	0	0
Bosque Mesófilo	km ²	44.4	5,907.13	21.86	3.36	0.36	319.72	0	0
	%	0.7	93.81	0.34	0.05	0	5.07	0	0
Selvas Húmedas	km ²	14.06	5.79	14,637.03	2.92	12.81	2,083.89	1.88	0.06
	%	0.08	0.03	87.34	0.01	0.07	12.43	0.01	0
Selvas Secas	km ²	76.32	1.79	56.59	3,211.2	3.84	617.11	2.04	0
	%	1.92	0.04	1.42	80.9	0.09	15.54	0.05	0
Otros tipos de veg	km ²	0	0	26.21	14.09	1,282.67	422.3	6.58	2.92
	%	0	0	1.49	0.8	73.09	24.06	0.37	0.16
Usos Antrópicos	km ²	401.48	149.04	905.19	334.73	73.64	29,979.76	10.4	41.31
	%	1.25	0.46	2.83	1.04	0.23	93.99	0.03	0.12
Sin vegetación	km ²	0.12	0	4.54	0	1.83	5.04	48.61	2.49
	%	0.2	0	7.24	0	2.92	8.05	77.57	3.98
Agua	km ²	0	0	2.42	0	7.84	4.05	0.16	1,480.94
	%	0	0	0.16	0	0.52	0.27	0.01	99.03

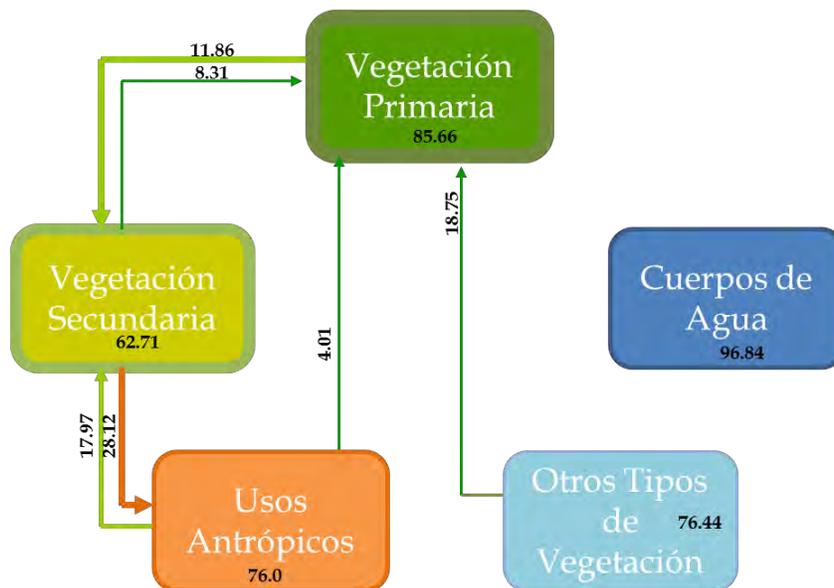
ANEXO VI. DIAGRAMAS DE TRANSICIÓN

Se presentan los diagramas de transición con el tercer nivel de agregación para cada RB, en el período 1993-2011. Al igual que en la Figura 16, los números al interior de las cajas indican el porcentaje de permanencia, mientras que los números sobre las flechas indican el porcentaje de superficie que pasó por esa transición.

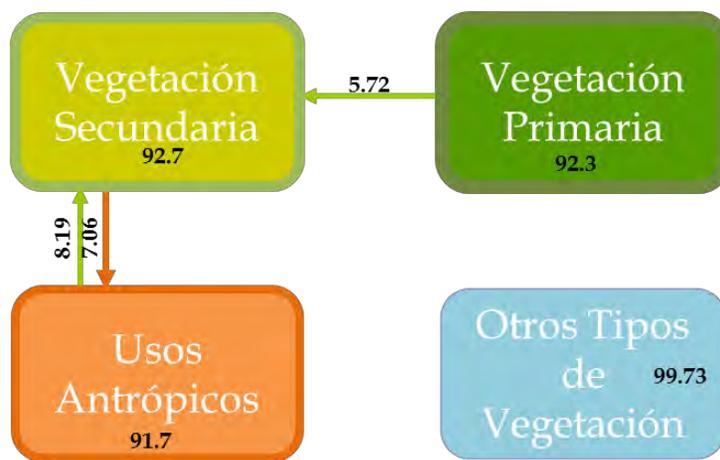
Lacan-Tun



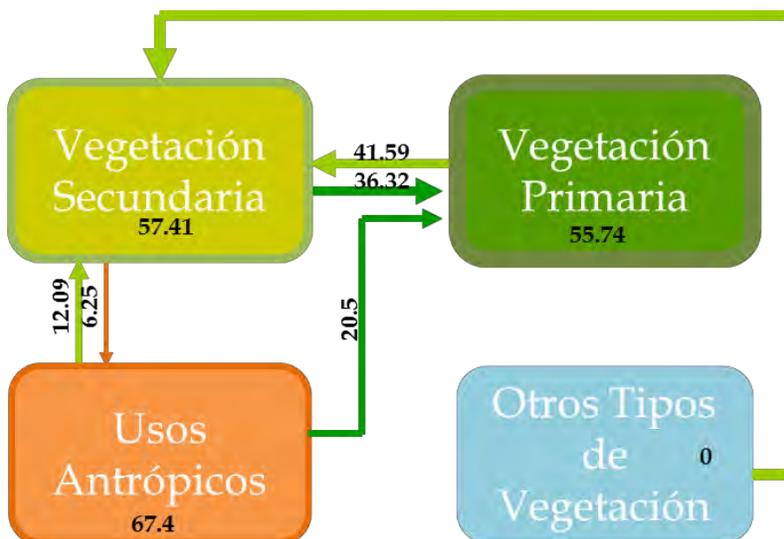
Montes Azules



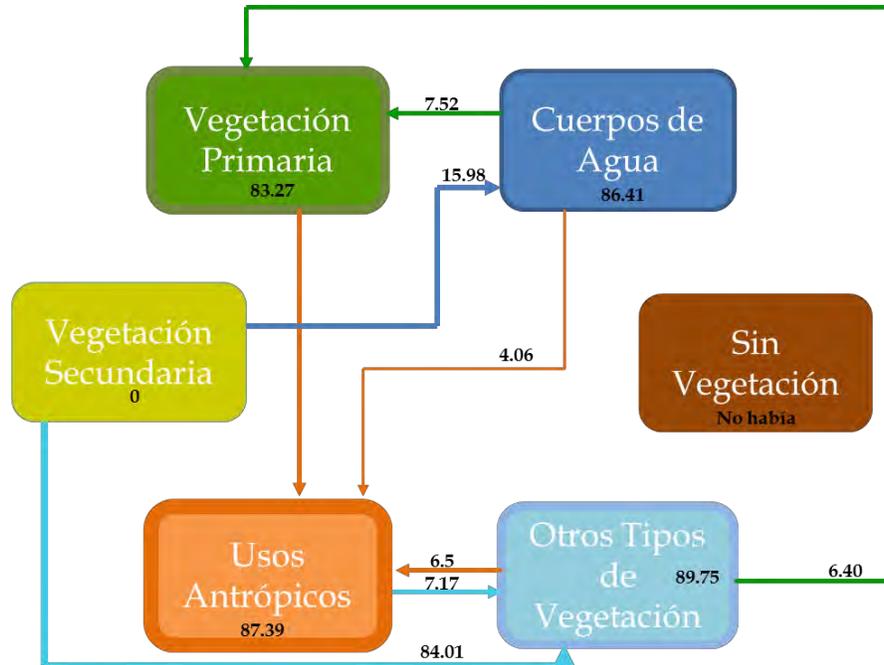
Volcán Tacaná



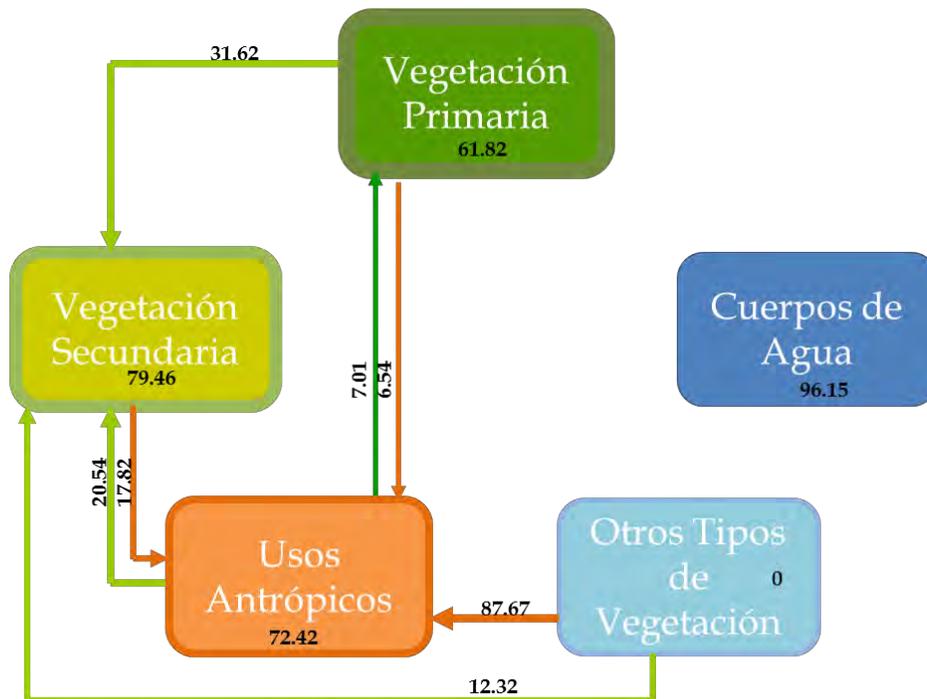
El Triunfo



La Encrucijada



La Sepultura



Selva El Ocote

