

## Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre: análisis a nivel municipal considerando la dinámica de la vegetación y la vulnerabilidad al cambio climático



Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre: análisis a nivel municipal considerando la dinámica de la vegetación y la vulnerabilidad al cambio climático

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático  
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

# Directorio del INECC

Dra. María Amparo Martínez Arroyo  
Directora General

Dra. Ana Cecilia Conde Álvarez  
Coordinadora General de Adaptación al Cambio Climático

Dra. Margarita Caso Chávez  
Directora de Vulnerabilidad y Adaptación Ecológica

## **Autores**

Dra. Laura Gómez Aíza, Jefa de Departamento de Restauración Ecológica y Análisis Espacial  
Geóg. Leonel Álvarez Balderas, Profesional Ejecutivo adscrito a la DVyAE  
Biol. María Alicia del Carmen Lombardero Goldaracena<sup>†</sup>, Técnico Superior adscrito a la DVyAE

## **Revisores internos**

Dra. Paola Massyel García Meneses, Subdirectora de Vulnerabilidad y Adaptación de las Comunidades Biológicas  
Dra. Margarita Caso Chávez, Directora de Vulnerabilidad y Adaptación Ecológica

## **Primera edición, 2014.**

Última actualización Junio de 2016

## **D.R. © Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)**

Periférico Sur 5000, Colonia Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530.  
Delegación Coyoacán, México D.F. <http://www.inecc.gob.mx>

FOTO DE LA PORTADA: Paisaje en Tehuacán-Cuicatlán, noviembre 2009, Leonel Álvarez Balderas

**AGRADECIMIENTOS.** El apoyo y los comentarios brindados por la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT fueron fundamentales para este trabajo; en particular estamos en deuda con Florentino Chillopa y Edgardo Corte. Agradecemos también a los integrantes de la Coordinación General de Adaptación al Cambio Climático del INECC. De manera especial resaltamos las aportaciones realizadas por Aquileo Guzmán, Erika Tapia, Luis A. Conde Álvarez, Andrea Martínez Ballesté, José Luis Pérez Damián e Israel Laguna. Nuestro reconocimiento a Ileana Villalobos y Amparo Martínez, directora general del INECC, por facilitar la comunicación y difusión de este proyecto.

Alicia Lombardero Goldaracena  
*En memoria*

## Contenido

Resumen .....	4
Introducción .....	6
Capítulo 1. Marco de Referencia .....	8
Capítulo 2. Dinámica de la <i>vegetación</i> y UMA en vida libre: análisis a nivel municipal .....	17
Capítulo 3. Municipios doblemente expuestos: a la pérdida de <i>vegetación</i> y al cambio climático.....	37
Capítulo 4. UMA en vida libre y SUMA para la conservación de la biodiversidad y la reducción de la vulnerabilidad .....	44
Literatura Citada .....	49

# Índice de Figuras y Cuadros

Figura 2.1. Histogramas del porcentaje de área municipal con <i>vegetación</i> .....	20
Cuadro 2.1. Porcentaje de área municipal con <i>vegetación</i> .....	21
Figura 2.2. Mapa de porcentajes de área municipal con <i>vegetación</i> en 2002.....	22
Figura 2.3. Mapa de porcentajes de área municipal con <i>vegetación</i> en 2011.....	23
Figura 2.4. Dinámica general de la <i>vegetación</i> en los municipios de México.....	24
Figura 2.5. Mapa del cambio de porcentaje de área municipal con <i>vegetación</i> .....	25
Figura 2.6. Diagrama de autocorrelación espacial global para el cambio de porcentaje de área municipal con <i>vegetación</i> .....	26
Figura 2.7. Mapa de asociaciones espaciales a nivel local (LISA) del cambio de porcentaje de área municipal con <i>vegetación</i> para el periodo 2002-2011. ....	28
Figura 2.8. Porcentaje de municipios con alguna proporción de su área registrada como UMA en vida libre hasta diciembre de 2013 .....	29
Figura 2.9. Mapa de porcentaje de área municipal con UMA en vida libre .....	31
Figura 2.10. Mapa de asociaciones espaciales a nivel local (LISA) del porcentaje de área municipal con UMA en vida libre hasta diciembre de 2013 .....	32
Figura 2.11. Cambios de porcentaje de área municipal con <i>vegetación</i> para el periodo 2002-2011 en relación con la presencia y porcentaje de UMA en vida libre. ....	33
Figura 3.1. Municipios con <i>muy alta</i> vulnerabilidad al cambio climático: cambio del porcentaje de área municipal con <i>vegetación</i> y porcentaje de UMA en vida libre. ....	39
Cuadro 3.1. Municipios doblemente expuestos: al cambio climático y a la pérdida de más del 10% de su <i>vegetación</i> .....	40
Figura 3.2. Mapa de municipios con <i>muy alta</i> vulnerabilidad al cambio climático: cambio de porcentaje de área con <i>vegetación</i> y presencia de UMA en vida libre .....	41

## ACRÓNIMOS

<b>ANP</b>	Área Natural Protegida
<b>CBD</b>	Convenio sobre la Diversidad Biológica (por sus siglas en inglés)
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
<b>CONABIO</b>	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
<b>CONANP</b>	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
<b>CONAPO</b>	Consejo Nacional de Población
<b>CONEVAL</b>	Comisión Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
<b>COP</b>	Conferencia de las Partes
<b>DGVS</b>	Dirección General de Vida Silvestre, SEMARNAT
<b>ENT</b>	Eje Neovolcánico Transmexicano
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>INAFED</b>	Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal
<b>INECC</b>	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
<b>INEGEI</b>	Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
<b>IPCC</b>	Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
<b>LGCC</b>	Ley General de Cambio Climático
<b>LGDFS</b>	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
<b>LGEEPA</b>	Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
<b>LGVS</b>	Ley General de Vida Silvestre
<b>OET</b>	Ordenamiento Ecológico del Territorio
<b>PROFEPA</b>	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
<b>UMA</b>	Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>SUMA</b>	Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre

## Resumen

Las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), en su modalidad “en vida libre”, son áreas en donde se hace aprovechamiento de la biodiversidad de forma regulada y se da seguimiento al estado del hábitat. Por su parte, las acciones de reducción de la vulnerabilidad de los ecosistemas buscan promover su permanencia en el mediano y largo plazo. Tanto las UMA en vida libre como las acciones de reducción de la vulnerabilidad tienen entre sus objetivos la conservación de la biodiversidad y se expresan a nivel local. Sin embargo existen factores, como el cambio de uso de suelo y el cambio climático, que pueden actuar en contra de esos objetivos y tienen una expresión territorial más amplia, ya sea regional o global.

En México el municipio es la mínima unidad de planeación y gestión a nivel gubernamental. Actualmente existen 2,456 municipios (INEGI, 2010), heterogéneos tanto en extensión, como en realidades biofísicas, económicas, sociales, culturales y políticas. La planeación ambiental en los municipios tiene gran relevancia, ya que es en ellos donde la interacción social puede desencadenar procesos de gobernanza y en donde se pueden gestionar y administrar recursos para el establecimiento de instrumentos de política ambiental, como las UMA. Los territorios municipales se encuentran influidos por las tendencias regionales de cambio de uso de suelo y vulnerabilidad al cambio climático. Considerar y analizar esas tendencias ayuda a comprender el estado actual del territorio y a establecer objetivos realistas de conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, así como a proyectar estrategias de corto, mediano y largo plazo para la adaptación de los sistemas socio-ambientales a los impactos del cambio climático.

En el presente trabajo se determinó la tendencia que siguió la vegetación en los municipios del país para el periodo 2002-2011 y se exploraron sus vínculos con la presencia de UMA en vida libre, en particular para los municipios más vulnerables a los impactos del cambio. Para analizar las tendencias en la vegetación municipal, se agruparon los tipos de vegetación registrados en la capa de “Cobertura de Uso de Suelo y Vegetación” Serie III del INEGI en la categoría “vegetación”. De la misma manera, se agruparon los tipos de vegetación contenidos en la Serie V. Se realizaron geoprocesamientos entre el Marco Geoestadístico Municipal y cada una de las Series para obtener el porcentaje de área con *vegetación* en cada municipio para cada Serie. La tendencia de la *vegetación* se estimó restando el porcentaje de área con *vegetación* proveniente de la Serie V menos el proveniente de la Serie III, para cada municipio. Se elaboraron análisis de auto-correlación espacial global y local para encontrar regiones con tendencias similares. Por su parte, para calcular el porcentaje de área municipal con UMA en vida libre se usó una base de datos generada por la Dirección General de Vida Silvestre de SEMARNAT, actualizada hasta diciembre de 2013 y se elaboraron análisis de auto-correlación espacial global y local para encontrar regiones similares. Se exploraron los vínculos entre las tendencias de la *vegetación* municipal y el porcentaje de UMA en vida libre a través de análisis de comparación de grupos (prueba U de Mann-Whitney) y análisis de varianza entre distintos grupos (prueba H de Kruskal-Wallis). Igualmente, con la finalidad de analizar lo que sucede en los municipios más vulnerables al cambio climático, se realizaron geoprocesamientos entre los mapas: tendencia de la *vegetación*, porcentaje de UMA en vida libre (obtenidas anteriormente) y municipios con *muy alta* vulnerabilidad al cambio climático (Diario Oficial de la Federación, 2014).

De acuerdo con los resultados, la mayoría (64%) de los municipios del país tuvieron pérdida de *vegetación*; un tercio presentaron recuperación y una fracción pequeña permaneció sin



variaciones durante el periodo de estudio. La mayoría de los resultados se concentraron en cambios de menos del 10% del área municipal, tanto para el caso de pérdida como de recuperación. Se detectaron algunas regiones de pérdida (destaca una muy grande en los límites sureños de la Sierra Madre Occidental) y otras de recuperación (principalmente en el Centro-Oeste del país). Por su parte, en 2013 menos de la mitad (36%) de los municipios tenían UMA en vida libre; las principales regiones con UMA se ubicaron en los municipios del Norte del país, mientras que la mayoría de los municipios de la zona Centro y del Sur tuvieron porcentajes bajos o no tenían UMA en vida libre en sus territorios.

Se encontraron diferencias significativas entre los municipios con y sin UMA ( $U=803,622$ ;  $p<0.001$ ), siendo más alta la pérdida de *vegetación* en los municipios con porcentajes menores a 10% de superficie con UMA en vida libre ( $H=14.15$ ,  $g.l.=3$ ,  $p=0.003$ ), lo que sugiere la necesidad de aumentar las áreas municipales bajo este esquema territorial. Igualmente, se detectaron 12 municipios doblemente expuestos, es decir aquellos con pérdida de *vegetación* mayor al 10% de su área y con *muy alta* vulnerabilidad al cambio climático (Diario Oficial de la Federación, 2014); estos municipios prácticamente no tuvieron UMA en vida libre dentro de su territorio.

Basados en los resultados y la revisión de literatura, sobresale lo valioso que pueden ser las UMA en vida libre para el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, para la conservación de la biodiversidad y para desarrollar acciones de reducción de la vulnerabilidad al cambio climático. Sin embargo la contribución y éxito de una UMA en vida libre dependen fuertemente de las condiciones locales, tanto biofísicas como sociales y económicas, así como las tendencias que sigue la vegetación en la región. El aprovechamiento sustentable, la conservación de la biodiversidad y la reducción de la vulnerabilidad son aspectos de carácter regional; por tanto es estratégico impulsar un conjunto de UMA en vida libre, que estén interconectadas, coordinadas y orientadas a cumplir con esos objetivos dentro de los territorios municipales. En ese sentido destaca la necesidad de fortalecer la planeación, creación y mantenimiento de UMA en vida libre en los municipios, pero también es fundamental robustecer al Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA), coordinado por la Dirección General de Vida Silvestre (DGVIS-SEMARNAT), y establecer sinergias eficientes con distintas dependencias del sector federal (INECC, CONAFOR, SECTUR, PROFEPA, entre otras), con diversas instituciones de los gobiernos estatal y municipal, así como con actores locales que colaboren y se comprometan en la construcción de una visión común y en la alineación de las acciones, así como en el financiamiento y en la vigilancia de las UMA en vida libre presentes en el territorio municipal.

Palabras clave: Cambio de uso de suelo, Adaptación al cambio climático, Análisis espacial, Planeación regional, Instrumentos de Política Ambiental, Participación, Coordinación, Esquemas Top-Down y Bottom Up

## Introducción

En 2010, el entonces Instituto Nacional de Ecología (INE) realizó un proyecto para determinar si las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) han sido efectivas para frenar y revertir los procesos de deterioro ambiental (Zarco, 2010). En ese análisis se eligieron algunas UMA de distintas regiones y se encontraron tres patrones diferentes en la vegetación tanto del interior como de la periferia: a) se mantuvo en buen estado de conservación, b) sufrió cierto grado de afectación o pérdida, o c) se fragmentó y degradó. La autora sugirió realizar una réplica metodológica considerando la totalidad de UMA a nivel nacional y aumentar el nivel de detalle de los insumos cartográficos para encontrar patrones generales y lograr una mejor evaluación.

En 2012 fue aprobada la Ley General de Cambio Climático –LGCC (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012); con ella el INE se transformó en Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático –INECC (Título III, Capítulo I), el cual debe continuar apoyando la investigación para la protección del ambiente, la preservación y restauración del equilibrio ecológico e incorporar el tema de cambio climático. La “Coordinación General de Adaptación al Cambio Climático” del Instituto es la encargada de realizar análisis territoriales para la identificación de zonas vulnerables al cambio y variabilidad climáticos, sus posibles impactos y los riesgos que conlleva, así como de identificar y evaluar medidas de adaptación (INECC-SEMARNAT, 2014). La “Dirección de Vulnerabilidad y Adaptación Ecológica”, perteneciente a dicha Coordinación, es la encargada de promover la investigación en temas de conservación de la biodiversidad, restauración ecológica y manejo sustentable de los recursos, así como la búsqueda de acciones que contribuyan a disminuir la vulnerabilidad de los ecosistemas a los distintos factores de estrés, incluido el cambio climático. Con esta nueva perspectiva surge la necesidad de identificar acciones y mecanismos que ayuden a conservar la biodiversidad del país, al desarrollo sustentable y a reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de los sistemas socio-ambientales ante los posibles impactos del cambio climático.

En ese sentido, las UMA en vida libre promueven el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre a través de acciones de mantenimiento del hábitat que contribuyen a controlar los cambios de cobertura y como consecuencia se espera que ayuden a la conservación de la biodiversidad (Ley General de Vida Silvestre –LGVS: Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2000). No obstante, estos instrumentos se encuentran inmersos en territorios con tendencias regionales de cambio de uso de suelo y otras que provocan estrés sobre los ecosistemas, de tal manera que su desempeño se puede ver afectado en su desempeño, pero esto ha sido poco estudiado.

El objetivo de esta investigación fue analizar la dinámica de la vegetación y la existencia de UMA en vida libre a nivel municipal, así como los vínculos entre ambas variables, con la finalidad de entender las aportaciones de las UMA extensivas en el mantenimiento de la cobertura vegetal de los municipios y en la reducción de su vulnerabilidad, así como los posibles efectos de la dinámica de la vegetación municipal en el desempeño de las UMA en vida libre. El análisis se hace para todos los municipios del país y se revisan de manera especial los municipios con *muy alta* vulnerabilidad al cambio climático (Diario Oficial de la Federación, 2014). Este documento se divide en cuatro secciones. En el Capítulo 1 se presenta una revisión documental que enmarca la problemática climático-ambiental global, la necesidad de abordar de manera integral la vulnerabilidad de los sistemas socio-ambientales y los esfuerzos de México en materia normativa. En el Capítulo 2 se muestran los resultados de análisis espaciales de la dinámica de la *vegetación* y la existencia de UMA en vida libre a nivel municipal, así como los vínculos entre ambas variables. En el Capítulo 3 se examinan esos resultados en los municipios con “*muy alta*” vulnerabilidad al cambio climático (Diario Oficial de la Federación, 2014) y se determinan los municipios doblemente expuestos: a la pérdida de *vegetación* y al cambio climático. En la última sección se analizan las UMA en vida libre como instrumento de aprovechamiento sustentable y conservación de la biodiversidad, su importancia como sitios para la reducción de la vulnerabilidad municipal a la pérdida de *vegetación* y al cambio climático, la necesidad de fortalecer a los municipios en la creación y mantenimiento de un conjunto de UMA en vida libre y también al Sistema de UMA (SUMA) para la planeación y coordinación regional.

## Capítulo 1. Marco de Referencia

**Cambio climático y vulnerabilidad.** En distintos momentos de la historia se han registrado cambios climáticos a nivel global, con efectos sobre los sistemas naturales (Mittelbach et al. 2007) y sociales (Zhang et al. 2007). En la actualidad nos encontramos en una nueva época geológica, nombrada antropoceno debido a las intensas transformaciones de los ecosistemas por acción del hombre (Ellis, 2011). Una de sus principales características es el calentamiento global acelerado, inédito en el pasado y que es provocado en gran medida por las formas modernas de apropiación de los recursos naturales y de producción, así como por las actividades humanas (Gay et al. 2009; IPCC, 2014).

El presente calentamiento está causando cambios veloces tanto en las condiciones promedio como en los valores extremos del sistema climático<sup>1</sup> (Conde, 2006), lo que marca un fuerte desafío a las distintas especies, incluido el hombre. Actualmente hay consenso entre los científicos sobre la irreversibilidad del cambio climático (Oreskes, 2004), el cual afectará en distintos aspectos a las especies: su distribución espacio-temporal, sus interacciones biológicas (Blois, et al. 2013), su capacidad de adaptación a los ambientes fragmentados (Nuñez, et al. 2013) e incluso su permanencia (se calcula la extinción de entre 18% y 35% de las especies existentes en la actualidad: Thomas et al. 2004), con la consecuente degradación de las funciones y servicios ecosistémicos fundamentales para el mantenimiento de la vida y del ser humano.

A nivel local existe incertidumbre sobre la dirección, magnitud y sentido que tendrán de los impactos del cambio climático (IPCC, 2013). La búsqueda de acciones que reduzcan la vulnerabilidad<sup>2</sup> de los sistemas naturales y socio-ambientales es fundamental en la actualidad (Alley et al. 2003). La vulnerabilidad al cambio climático se define como el grado de susceptibilidad de un sistema a los efectos negativos del cambio climático, a la variabilidad climática y a los fenómenos climáticos extremos (IPCC, 2007). Para cuantificarla se han sugerido tres conceptos generales interrelacionados: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa<sup>3</sup> (Turner et al. 2003; IPCC, 2007). Los factores que configuran el clima son de origen múltiple e interactuante, por eso los análisis de

---

<sup>1</sup> Compuesto por radiación solar, atmósfera, océanos, continentes, criósfera (zonas de hielo y nieve) y biosfera; las variables más comunes para evaluar el clima son temperatura, precipitación y velocidad de los vientos.

<sup>2</sup> De manera general se identifica con el factor de riesgo interno y con la tendencia intrínseca de cualquier sistema a ser afectado al estar expuesto a un evento (que puede ser peligroso); es una herramienta analítica importante para la descripción de la susceptibilidad y marginalidad de los sistemas, para la planeación y para la toma de decisiones (Shitangsu Kumar, 2013).

<sup>3</sup> Exposición: carácter, dimensión e índice de variación climática a los que está sometido el sistema; Sensibilidad: su grado de respuesta al cambio climático, sea negativo o positivo; Capacidad adaptativa: su habilidad de ajuste al estrés actual o futuro provocado por el clima (IPCC, 2007).

vulnerabilidad al cambio climático deben considerar la perspectiva histórica<sup>4</sup> y prospectiva<sup>5</sup> del clima y especificar la dimensión espacio-temporal del análisis; también deben ser interdisciplinarios e incluso transdisciplinarios, con enfoques flexibles y a diferentes escalas (Schröter et al. 2005; Conde, 2006; Shitangsu Kumar, 2013; Swart et al. 2014). Es fundamental incorporar a la vegetación y su dinámica en los análisis de vulnerabilidad al cambio climático, debido a su influencia en la climatología local, regional y global, así como por la cantidad y calidad de los servicios ambientales que provee (Nobre et al. 1991; Bonan et al. 1992; Pielke et al. 1998; Pitman, 2003; Feddema et al. 2005; Foley et al. 2005).

Los ecosistemas y los sistemas socio-ambientales están sujetos a múltiples estresores, sumados a los que se generan con el cambio climático, como son la deforestación, la fragmentación y el cambio de uso de suelo, entre otros. Estos factores provocan la pérdida masiva de especies (extinción en cascada), de hábitats, de conectividad, de interacciones biológicas y de tolerancia a las perturbaciones –incluidas las relacionadas con las variaciones del clima actual y futuro-, por tanto reducen su resiliencia y provocan pérdida de biodiversidad (Bradshaw et al. 2007; Fischer y Lindenmayer, 2007; Stein et al. 2014). A su vez, el cambio de coberturas de suelo, la deforestación y la fragmentación provocan aumentos en la temperatura superficial regional, generando un proceso de retroalimentación positiva con el cambio climático (Laurence y Williamson, 2001; Laurence, 2004).

El desarrollo de metodologías de análisis de la vulnerabilidad por diferentes factores de estrés es clave para tener una visión integral del sistema así como de los problemas a los que se enfrenta y con ello detectar zonas prioritarias de atención -o zonas “hot-spot” (O’Brein et al. 2004; Shitangsu Kumar, 2013). Asimismo, las acciones para reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y socio-ambientales deben fomentar la capacidad adaptativa diferencial de sus diversos componentes a los distintos factores de estrés (Schröter et al. 2005). La participación social en la planeación e implementación de acciones de reducción de la vulnerabilidad es fundamental y las medidas de adaptación deberán estar vinculadas al desarrollo de las políticas públicas en los distintos niveles de gobierno, así como a los programas y estrategias de desarrollo social y protección al ambiente, como son la reducción de la pobreza, la conservación de la biodiversidad y el combate a la desertificación, por mencionar algunos (Conde, 2006).

**El contexto internacional.** Es larga la historia de reuniones internacionales en donde se aborda la problemática ambiental global (Martínez y Fernández Bremauntz, 2004), pero hubo dos que han sido decisivas: la Cumbre de la Tierra en Estocolmo en 1972 y la Declaración de Río en Brasil en

---

<sup>4</sup> Climatología de la región, incluyendo las variaciones del clima y los eventos extremos.

<sup>5</sup> Escenarios de cambio climático y proyecciones de vulnerabilidad ante las posibles condiciones futuras.

1992. La idea que ha permeado desde entonces es que el cambio global converge a nivel local de la misma manera que las decisiones que se toman a escala local influyen en el cambio global (Wilbanks y Kates, 1999). De esas y otras reuniones han emanado compromisos y sugerencias generales aplicables al ámbito de cada país firmante para coordinar acciones encaminadas a frenar y revertir, en la medida de lo posible, la problemática ambiental global. Así, para abordar el tema de la pérdida de biodiversidad, los países firmantes del Convenio sobre la Diversidad Biológica, (CBD por sus siglas en inglés) se han comprometido a realizar acciones de conservación *in situ* y *ex situ*, a crear mecanismos para lograr el uso sustentable de sus recursos naturales y a impulsar la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de su utilización (Naciones Unidas, 1992a). Para el combate a la desertificación, los países firmantes se han comprometido a realizar acciones de prevención y reducción de la degradación de sus tierras, de recuperación de la productividad de áreas que presentan algún grado de deterioro, así como rehabilitación y restauración de zonas degradadas (Naciones Unidas, 1994). Para abordar el cambio climático, los países firmantes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se han comprometido a impulsar medidas de mitigación<sup>6</sup> y de adaptación<sup>7</sup> (Naciones Unidas, 1992b; Naciones Unidas, 1998).

Las estrategias antes mencionadas son complementarias, sinérgicas y se centran en atender las problemáticas actuales así como los procesos que las generan. Las medidas de adaptación, además, buscan estimar los impactos de la variabilidad y los eventos climáticos del presente, pero también aquellos asociados al cambio climático futuro y las estrategias para minimizarlos; es decir, requieren herramientas de modelación y valoración de lo que posiblemente va a suceder, así como del desarrollo y evaluación de un conjunto de opciones de respuesta (Smit y Pilifosova, 2003). Esto implica la construcción de procesos a corto, mediano y largo plazo y su seguimiento continuado, que obligadamente debe incorporar la promoción del desarrollo sustentable considerando los escenarios de cambio climático y ser lo suficientemente incluyente y flexible para adecuar los procedimientos de acuerdo con los resultados que se van presentando. Siguiendo esa línea Lim y Spanger-Siegfried (2004) sugieren cuatro principios básicos en las acciones de adaptación que pueden servir de base para detectar indicadores y medir su efectividad: a) las acciones de reducción de la vulnerabilidad al cambio climático deben fortalecer la adaptación de los sistemas a la variabilidad climática y a eventos extremos actuales; b) la adaptación ocurre a distintos niveles sociales, tanto a nivel local como

---

<sup>6</sup> Reducir las emisiones de compuestos de efecto invernadero a la atmósfera y aumentar las áreas destinadas a la captura y almacenamiento de carbono.

<sup>7</sup> Disminuir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de los sistemas socio-ambientales a los efectos actuales y esperados del cambio climático.

regional e incluso global; c) la política de adaptación y sus métricas deben ser evaluadas en un contexto de desarrollo; y d) tanto las medidas de adaptación como el diálogo y la organización con socios, contrapartes e interesados para la implementación son fundamentales para la reducción de la vulnerabilidad.

**Marco jurídico nacional.** México ha sido un participante activo en las reuniones internacionales, ha firmado diversos acuerdos y paralelamente ha sido del grupo de países que encabezan la creación de estrategias de acción nacional para la conservación de la biodiversidad y para hacer frente al cambio climático. A nivel país se han desarrollado las Estrategias Nacionales: sobre Biodiversidad, de Manejo Sustentable de Tierras, de Cambio Climático. Existen ejemplos de estas estrategias elaboradas a nivel sub-nacional (estatal y municipal) pero el desafío aún es grande. De manera paralela se han aprobado diversos marcos jurídicos ambientales. En este trabajo comentaremos algunos aspectos de la LGCC, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente –LGEEPA (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 1988), de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable –LGDFS (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003) y de la LGVS por estar directamente relacionados con los temas de interés, pero la riqueza conceptual y regulatoria de cada una de ellas (y de otros marcos normativos nacionales relacionados con el ambiente) son mucho más amplios, por lo que remitimos al lector a los documentos originales.

La LGCC recoge parte del espíritu del Protocolo de Kioto (Naciones Unidas, 1998). En ella se especifica, entre otras cosas, que los diferentes niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) deben elaborar y aplicar políticas públicas encaminadas a la reducción de la vulnerabilidad de las poblaciones humanas y de los ecosistemas a los efectos adversos del cambio climático, a través de mecanismos y acciones de mitigación y de adaptación (Título Segundo, Capítulo Único; Título Cuarto, Capítulo I). En el caso de mitigación, establece metas y acciones para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el aumento de áreas para captura de carbono (Título Cuarto, Capítulo III). En su Artículo 74, le confiere al INECC el mandato para realizar y actualizar el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero –INEGEI, siguiendo los lineamientos y metodologías establecidos por la CMNUCC, por la Conferencia de las Partes –COP, y por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático –IPCC. A la fecha México ha realizado seis INEGEI, el más reciente está enmarcado dentro de su primer Informe Bienal de Actualización y comprende el periodo 1990-2013. De acuerdo con él, en 2013 el sector “*uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura*” contribuyó con el 4.9% del total de las emisiones (32,424.86 Gg<sup>8</sup> de CO<sub>2</sub>e); esto fue el

---

<sup>8</sup> Gg o Gigagramos (10<sup>9</sup> g) es la unidad de medida de masa equivalente empleada para reportar los gramos emitidos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e; esto es el efecto invernadero que provocan otros GEI expresando en términos de CO<sub>2</sub>).



resultado del balance entre las emisiones por tierras convertidas a pastizales, asentamientos y otras tierras, así como por incendios forestales que en total contribuyeron con 45,007.61 Gg de CO<sub>2</sub>e, mientras que las tierras convertidas a tierras forestales capturaron un total de 12,582.75 Gg de CO<sub>2</sub>e (INECC-SEMARNAT, 2015). Cabe señalar que la metodología permite estimar las permanencias de tierras forestales, pastizales y tierras agrícolas, que en ese año capturaron 172,997.61 Gg de CO<sub>2</sub>e, sin embargo las absorciones derivadas de las permanencias no se suman al balance general de emisiones de este sector ni del inventario total (INECC-SEMARNAT, 2015), pero estos datos dan una idea clara de la contribución que tienen los ecosistemas y su conservación en la captura y almacenamiento de carbono.

En la LGCC se define la adaptación como las medidas y ajustes de los sistemas humanos y naturales como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos (Artículo 3). En el Título Cuarto, Capítulo II se establecen las directrices con respecto a la política de adaptación en el país y se menciona que las medidas de adaptación deben basarse en información y datos que apoyen la elaboración de diagnósticos, planificación, seguimiento, reporte, verificación y también su evaluación. La determinación de la vocación natural del suelo, las áreas naturales protegidas –ANP, los corredores biológicos y las áreas para restauración ecológica, son algunas de las medidas de adaptación enlistadas en la LGCC. Es de destacar que en el texto de esta Ley se menciona al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales como acción para la adaptación, pero no se hace referencia explícita a las UMA. Las superficies destinadas a pago por servicios ambientales se consideran medidas de mitigación (Título Cuarto, Capítulo III). Esas figuras están definidas como instrumentos de planeación y conservación de los procesos ecológicos y evolutivos en la LGEEPA.

En la LGEEPA se indica la necesidad de propiciar el desarrollo sustentable considerando de manera puntual la preservación y protección de la biodiversidad. Corresponde a la Federación buscar los mecanismos regulatorios para tal fin (Artículo 5, Fracción XI), así como garantizar que el aprovechamiento se realice de manera que se asegure el mantenimiento de la diversidad y su renovabilidad (Artículo 15, Fracción VII). En esta Ley se establecen los lineamientos de planeación ambiental y sus instrumentos (Título Primero, Capítulo IV); la determinación de la vocación del suelo, la localización espacial de actividades productivas y de los asentamientos humanos, así como la regulación del uso de suelo se establecen a través de los OET, cuyo objetivo es desarrollar los lineamientos y estrategias para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (Artículo 20, numeral II).

La LGEEPA establece las pautas para la creación de las ANP (Título Segundo, Capítulo I), es decir zonas donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por las



actividades humanas (Artículo 3, Fracción II) y tienen por objeto, entre otros, preservar los ecosistemas representativos de las diferentes regiones, salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, la promoción de investigación científica de la vida silvestre y la recuperación de los conocimientos y prácticas tradicionales que sean sustentables (Artículo 45). De acuerdo con esta Ley y su Reglamento, existen distintas modalidades de ANP las cuales deben tener un plan de manejo con la zonificación y subzonificación del área, las actividades permitidas y no permitidas, así como las reglas administrativas. La instancia encargada de gestionar y administrar las ANP federales es la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas –CONANP, creada en el 2000.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad –CONABIO, se encarga, entre otros temas, de la elaboración y seguimiento del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad y Verificación del Uso Sustentable de sus Componentes (LGEEPA, Artículo 80, Fracción V), además de participar en el seguimiento de los compromisos internacionales que han sido firmados por México en materia de biodiversidad (CBD con las Metas de Aichi y el Protocolo de Nagoya, por mencionar algunos). Dentro de la CONABIO se encuentra la Coordinación General de Corredores y Recursos Biológicos en donde analiza la creación y mantenimiento de corredores biológicos a lo largo del territorio, con el objetivo de mantener la conectividad entre los distintos componentes del paisaje<sup>9</sup> y asegurar el flujo de especies y la continuidad de los procesos evolutivos en los distintos territorios.

De acuerdo con la LGEEPA, la restauración ecológica de las zonas degradadas es el conjunto de actividades tendientes a la recuperación de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales (Artículo 3, Fracción XXXIV); los sitios con procesos acelerados de desertificación o degradación se declaran como zonas de restauración ecológica y se debe elaborar un programa de restauración con las acciones concretas para el restablecimiento de sus condiciones naturales y en donde se involucre a los habitantes locales (Título Segundo, Capítulo II).

En diversas secciones de la LGCC se dice que los servicios ambientales son fundamentales para reducir la vulnerabilidad de los distintos sistemas. La LGEEPA los define como los beneficios tangibles e intangibles generados por los ecosistemas y que son fundamentales para la supervivencia de los sistemas naturales y para el ser humano (Artículo 3, Fracción XXXVI). La LGVS además menciona que los servicios ambientales son los beneficios de interés social que se derivan de la vida silvestre y su hábitat, como la fijación de nitrógeno, la formación de suelo, el control de la erosión, la

---

<sup>9</sup> Matriz paisajística y fragmentos de hábitat, los cuales presentan bordes y áreas núcleo con características particulares.

polinización, el control biológico de plagas y la degradación de desechos orgánicos, por mencionar algunos (Artículo 3, Fracción XLII). La LGDFS también alude a los servicios ambientales generados por los bosques, como la provisión de agua en calidad y cantidad, la generación de oxígeno, el amortiguamiento de los impactos de fenómenos naturales, la regulación climática, la captura de carbono y la protección de la biodiversidad (Artículo 7, Fracción XXXIX). En la LGDFS se establece el desarrollo de instrumentos económicos para incentivar la conservación y mejora de los servicios ambientales de los bosques (Artículo 133) que redunden en beneficios económicos para los propietarios de predios con esquemas de manejo forestal sustentable (Artículo 134 Bis); dentro de los incentivos se encuentran los bonos que acrediten la conservación (Artículo 141) y los pagos de bienes y servicios ambientales (Artículo 142).

Por su parte y dadas las condiciones de dispersión de la población en el país, los objetivos de conservación de la biodiversidad se han tenido que compatibilizar con la producción y desarrollo socioeconómico nacional (Schroeder et al. 2009). Ha sido necesario “... *contar con normas homogéneas para todo el territorio ... en términos de conservación y sustentabilidad, ... [fundamentadas en] tres cuestiones básicas: el consenso científico respecto a los criterios ecológicos generales ... la gravedad de la fragmentación y degradación de hábitats y la disminución y desaparición de poblaciones naturales de especies silvestres, que podrían verse incrementados por reglas distintas basadas en fronteras políticas y, por último, la necesidad de certidumbre en la realización de actividades productivas basadas en la vida silvestre* (Ortiz-Monasterio Quintana, 2011). En ese tenor la LGVS aclara que corresponde a la Federación la formulación, conducción, operación y evaluación de la política nacional de conservación y aprovechamiento de la vida silvestre y su hábitat, así como su reglamentación (Artículo 9), pero reconoce el derecho de los propietarios y legítimos poseedores de los predios al aprovechamiento de la biodiversidad y su contribución a conservar el hábitat (Artículo 18); también permite el manejo tradicional de los recursos siempre y cuando sea compatible con el aprovechamiento sustentable (Artículo 24).

**Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).** La LGVS las definen como “... *predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado [por la SEMARNAT] y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen*” (Artículo 3, Fracción XLV). En las UMA se puede llevar a cabo el aprovechamiento de la vida silvestre en sus distintas modalidades y se han clasificado en dos grandes grupos: UMA extensivas (o en vida libre) y UMA intensivas (o en confinamiento). Según esta Ley, la Federación es la encargada de promover, registrar y supervisar técnicamente el establecimiento de las UMA (Artículo 9, Fracción XI), pero estas atribuciones pueden

ser transferidas a los Estados con la participación de sus Municipios, a través de convenios o acuerdos de coordinación (Artículo 11).

El objetivo general de las UMA es “*la conservación del hábitat natural, poblaciones y ejemplares de especies silvestres*”; dentro de sus objetivos específicos se encuentran la protección, resguardo, investigación, mantenimiento, rescate, recuperación, restauración, rehabilitación, reproducción, repoblación y reintroducción de especies, así como la exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (LGVS, Artículo 39). Una UMA puede tener varios objetivos específicos. El plan de manejo de las UMA es el “... *documento técnico operativo ... que describe y programa actividades para el manejo de especies silvestres particulares y sus hábitats y establece metas e indicadores de éxito en función del hábitat y las poblaciones*” (Artículo 3, Fracción XXXIII); dicho plan debe contener información biológica de las especies de interés, la descripción física y biológica del área, los métodos de muestreo, las técnicas de manejo del hábitat, poblaciones y ejemplares, las medidas de contingencia, los mecanismos de vigilancia, los medios y formas de aprovechamiento y los sistemas de marcaje (Artículo 40), todo centrado en el predio. Los dueños o encargados de las UMA deben presentar informes periódicos (anuales) de las actividades, así como los indicadores de éxito y problemáticas (incidencias, contingencias) asociadas al manejo de la vida silvestre y del hábitat (Artículo 42).

En la LGVS se desarrollan las modalidades de aprovechamiento de la vida silvestre con la finalidad de sentar las bases para el desarrollo sustentable. Se definen dos modalidades de aprovechamiento: no extractivo y extractivo (Artículo 3 Fracciones I y II; Artículos 82 al 103). En ambos casos, si el aprovechamiento pudiera tener consecuencias negativas sobre las poblaciones, el desarrollo de los procesos biológicos, las otras especies y/o los hábitats presentes en el predio, no se otorga la autorización o se dejan sin efecto aquéllas que fueron otorgadas cuando se generen tales consecuencias. El aprovechamiento no extractivo de vida silvestre requiere de una autorización previa de la SEMARNAT, para garantizar el bienestar de los ejemplares de especies silvestres, la continuidad de sus poblaciones y la conservación de sus hábitats.

Por su parte, el aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre sólo se puede realizar en condiciones de sustentabilidad y requiere de una autorización de la SEMARNAT, quien establece la tasa de aprovechamiento y su temporalidad. La autorización se otorga a los propietarios o legítimos poseedores de los predios con base en el plan de manejo aprobado y en función de los resultados de los estudios de poblaciones o muestreos en el caso de ejemplares en vida libre, o de los inventarios presentados cuando se trata de ejemplares en confinamiento.

El aprovechamiento extractivo se pueden autorizar para actividades de colecta, captura o caza con fines de reproducción, restauración, recuperación, repoblación, reintroducción, translocación, económicos o educación ambiental. Los solicitantes deben demostrar: a) que las tasas de aprovechamiento son menores a la de renovación natural de las poblaciones de especies en vida libre; b) que son producto de reproducción controlada, en el caso de ejemplares en confinamiento; c) que no tendrá efectos negativos sobre las poblaciones y no modificará el ciclo de vida del ejemplar, en el caso de aprovechamiento de partes de ejemplares; d) que no tendrá efectos negativos sobre las poblaciones, ni existirá manipulación que dañe permanentemente al ejemplar, en el caso de derivados de ejemplares.

En el caso de especies en riesgo sólo se autoriza el aprovechamiento cuando se dé prioridad a la colecta y captura para actividades de restauración, repoblamiento y reintroducción, y en el plan de manejo se deben especificar: a) los criterios, medidas y acciones que contemplen la reproducción controlada y el desarrollo de dicha población en su hábitat natural; b) las medidas y acciones específicas para contrarrestar los factores que han llevado a disminuir sus poblaciones o deteriorar sus hábitats; c) un estudio poblacional que contenga estimaciones rigurosas de las tasas de natalidad y mortalidad y un muestreo.

En el caso de especies amenazadas o peligro de extinción y sus poblaciones, se tendrá que demostrar además que: a) los ejemplares sean producto de la reproducción controlada, que a su vez contribuye con el desarrollo de poblaciones en programas, proyectos o acciones avalados por la SEMARNAT cuando éstos existan, en el caso de ejemplares en confinamiento; y b) que contribuye con el desarrollo de poblaciones mediante reproducción controlada, en el caso de ejemplares de especies en vida libre. Tanto el estudio como el plan de manejo deberán estar avalados por una persona física o moral especializada y reconocida, y deberán realizarse de conformidad con los términos de referencia desarrollados por el Consejo Técnico Consultivo Nacional para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre.

En la LGVS se crea el Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre –SUMA (Título V, Capítulo VIII) coordinado por la SEMARNAT (Artículo 46). Está conformado por el conjunto de predios destinados a la conservación y aquellos registrados como UMA que cuentan con un plan de manejo aprobado. El SUMA tiene como objetivos, entre otros, fomentar la conectividad de los ecosistemas, la formación de corredores biológicos que interconecten las UMA con las áreas naturales protegidas, el fomento de actividades de restauración con la participación de organizaciones sociales, la aplicación del conocimiento tradicional e investigación de la vida silvestre, el desarrollo de actividades productivas alternativas para las comunidades rurales, la vinculación e intercambio de información entre las distintas UMA y la simplificación de la gestión (Artículo 46).

## Capítulo 2. Dinámica de la *vegetación* y UMA en vida libre: análisis a nivel municipal

**Introducción.** En México existen 2,456 municipios heterogéneos en extensión, densidad poblacional, formas organizativas y realidades históricas, sociales, culturales y ambientales. En varios de ellos los rezagos son profundos: los recursos son insuficientes, están inmersos en inercias políticas más que en la solución de problemas, en general los funcionarios carecen de experiencia en gestión pública y tienen una visión inmediatista e improvisada (Ibarra Salazar et al. 2013; Mendoza y Arellano Gault, 2014).

A pesar de lo anterior, es en los municipios donde la interacción social presenta condiciones idóneas para desencadenar procesos de gobernanza y de cumplimiento de los objetivos sociales, en donde se producen las modificaciones y adecuaciones inmediatas a una realidad que se transforma, en donde se puede tener un acercamiento, articulación y coordinación efectiva con los distintos actores y en donde se puede facilitar el diseño de reglas y condiciones institucionales de participación, diálogo, deliberación y consenso (de la Chapa Ladrón de Guevara y García González 2007). Los gobiernos de los municipios tiene la posibilidad de gestionar recursos e implementar programas federales y estatales; así como tener colaboraciones intergubernamentales dinámicas, tanto con la federación y los gobiernos estatales, como con otros municipios (Arellano Ríos, 2011), e incluso colaboraciones e intercambios con otros países (Ponce Adame, 2005). Entonces, es en esas unidades político-administrativas donde el diseño e implementación de instrumentos de política ambiental (como las UMA en vida libre) pueden tener un impacto positivo, rápido y sostenible (de la Chapa Ladrón de Guevara y García González et al. 2007).

Los municipios de México se han clasificado en función de diversos indicadores: de acuerdo con la densidad poblacional y la infraestructura se han catalogado como urbanos y rurales<sup>10</sup>; CONAPO (2010) los ha clasificado con el índice de marginación<sup>11</sup>; CONEVAL (2013) los ha identificado con el índice de rezago social<sup>12</sup>; INAFED (2012) los agrupa en función del índice de

<sup>10</sup> En México, aproximadamente una cuarta parte de los municipios (26%) son urbanos y en ellos se concentra el 80% de la población nacional (Mendoza y Arellano Gault, 2014).

<sup>11</sup> Calculado a través de Análisis de Componentes Principales (PCA), e incorporando indicadores de población, ingreso, educación y condiciones de vivienda (CONAPO, 2010). La tercera parte de los municipios tienen alto y muy alto grado de marginación (16.6% 17.9% respectivamente), poco más de la tercera parte tienen nivel medio (38.4%) y poco menos de un tercio tienen nivel bajo y muy bajo (16.3% y 10.7% respectivamente).

<sup>12</sup> El cual busca medir la pobreza considerando indicadores de educación, acceso a servicios de salud, acceso a servicios básicos y espacios en la vivienda (CONEVAL, 2013). Una cuarta parte de los municipios tienen rezago alto y muy alto (20.2% y 4.6% respectivamente), una quinta parte presentan nivel medio (19.9%) y más de la mitad con rezago bajo y muy bajo (23.4% y 31.9% respectivamente).

planeación estratégica y evaluación municipal<sup>13</sup>; por su parte el INECC ha detectado 319 municipios con *muy alta* vulnerabilidad al cambio climático<sup>14</sup> (Diario Oficial de la Federación, 2014). Estas clasificaciones están elaboradas a partir de información socio-económica proveniente de los distintos censos de población y también de información generada por los propios municipios; en el caso de la vulnerabilidad se incluyen además el área ocupada por bosques y aspectos de exposición a eventos climáticos extremos. En ninguna se considera de forma explícita la presión a la que están sometidos los ecosistemas de los municipios por cambio de uso de suelo, sobreexplotación u otros procesos que provocan fragmentación, reducción y pérdida de funciones ecosistémicas y de servicios ambientales en los territorios.

Actualmente a nivel mundial se observa que existe disminución de las área cubiertas por vegetación (Hansen et al. 2013), aunque hay sitios con la tendencia contraria. En México la tasa de deforestación es alta (entre 1% y 10%: Velázquez et al. 2002) y la pérdida de vegetación se observa a lo largo del país: un ejercicio a escala 1:250,000 reveló que de 1976 a 2000 se perdió entre 0.06% y 2.19% de vegetación (Pérez et al. 2013). A pesar de lo anterior, Rosete-Vergés et al. (2014) sugieren que esto se ha logrado contener e incluso revertir en las últimas dos décadas gracias a la aplicación de instrumentos de política ambiental.

La implementación de instrumentos para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sustentable en el nivel local requiere forzosamente reconocer la presión en la que se encuentran los ecosistemas (*i.e.* tendencias de permanencia o cambio) a nivel regional. Una aproximación para obtener esa información a nivel municipal es el estudio de la dinámica de la vegetación para un periodo determinado. A su vez, esta información permite valorar el efecto que tienen los instrumentos de política ambiental presentes en el territorio, de tal manera que se pueden detectar las necesidades de aumentar, o en su caso adecuar, las áreas bajo esos esquemas.

En el presente capítulo se examinan los patrones espaciales de la dinámica de la vegetación en los municipios, la existencia de UMA en vida libre y los vínculos entre ambas variables, con la finalidad de aportar información para entender el efecto que tienen las tendencias de

---

<sup>13</sup> Creado para medir el grado de incorporación de elementos de planeación estratégica en las administraciones públicas municipales; está elaborado a partir de presencia/ausencia de los indicadores de esta técnica (misión, visión, objetivos, metas, programas estratégicos, indicadores de gestión, seguimiento, captación de quejas y sugerencias, medición de satisfacción, manuales de calidad, etc. INAFED, 2012). El 17.2% de los municipios tienen un nivel nulo (no presentan ningún elemento de planeación estratégica), 18.6% un nivel fragmentado (tienen elementos aislados de planeación estratégica), 46.6% un nivel incompleto (carece de alguno de los componentes básicos de la planeación estratégica), 10% tienen un nivel básico (se cuenta con los elementos fundamentales para la planeación estratégica) y sólo el 4.6% tienen un nivel pleno (cuenta con todos los elementos de planeación estratégica y evaluación).

<sup>14</sup> Estos municipios se encontraron a partir de la comparación de tres fuentes de información que reportan los grados de vulnerabilidad municipal al cambio climático. Para determinar la vulnerabilidad se usaron diversos indicadores, agrupados por sectores productivos, por características poblacionales y de salud, por infraestructura y por presencia de fenómenos climáticos extremos.



permanencia/cambio en la vegetación municipal sobre el desempeño de las UMA y viceversa, las posibles contribuciones de las UMA para el mantenimiento de la vegetación.

**Métodos.** Para analizar la dinámica de la vegetación en los municipios, se usaron los siguientes insumos cartográficos de base o referencia (todos escala 1:250,000):

- “Cobertura de Vegetación y Uso de Suelo” Series III (INEGI, 2005) para 2002
- “Cobertura de Vegetación y Uso de Suelo” Serie V (INEGI, 2012) para 2011
- “Marco Geoestadístico Municipal” MGM (INEGI, 2010)

Los tipos de vegetación natural establecidos en las Series del INEGI<sup>15</sup> se agruparon, independientemente de su grado de conservación, en la clase “*vegetación*” (cuando hagamos referencia a esta agrupación la señalaremos con letras cursivas); esto se hizo para cada Serie. Para obtener el área municipal con *vegetación* se realizaron geo-procesamientos entre la Serie III y el MGM, así como entre la Serie V y el MGM (ArcGis®; ESRI, 2011) y se calculó el porcentaje de *vegetación* por municipio y para cada Serie. La dinámica de la *vegetación* en cada municipio para el periodo 2002-2012 se calculó restando el porcentaje de área municipal con *vegetación* obtenido en la Serie V menos el obtenido en la Serie III; a esta variable se le nombró “cambio de porcentaje de área municipal con *vegetación*” (en adelante CMV). Así, si el CMV fue:

- cero, el área municipal con *vegetación* no tuvo cambios
- negativo, el área municipal con *vegetación* tuvo pérdida
- positivo, el área municipal con *vegetación* tuvo recuperación

Para conocer el nivel de autocorrelación espacial global del CMV se estimó el índice de Morán; asimismo, se examinó el nivel de asociaciones locales entre unidades o conglomerados espaciales (mapas LISA por sus siglas en inglés), con la finalidad de detectar regiones en donde la variable pudiera experimentar concentración o dispersión de datos (GeoDa<sup>TM</sup> 1.4.3; Anselin, 2013).

Paralelamente se calculó el porcentaje de área municipal ocupada con UMA en vida libre para todos los municipios del país. Para ello, el 3 de diciembre de 2013 la Dirección General de Vida Silvestre (SEMARNAT) nos hizo llegar una base de datos con 9,143 registros de UMA en vida libre existentes hasta ese momento. Esa base de datos contaba con la siguiente información: nombre, clave, municipio y superficie (hectáreas). Todos los registros de UMA contenidos en esa base fueron utilizados en el análisis; para cada municipio se sumaron todas las áreas registradas como UMA en vida libre y se calculó su porcentaje en función del área total del municipio y se determinaron la

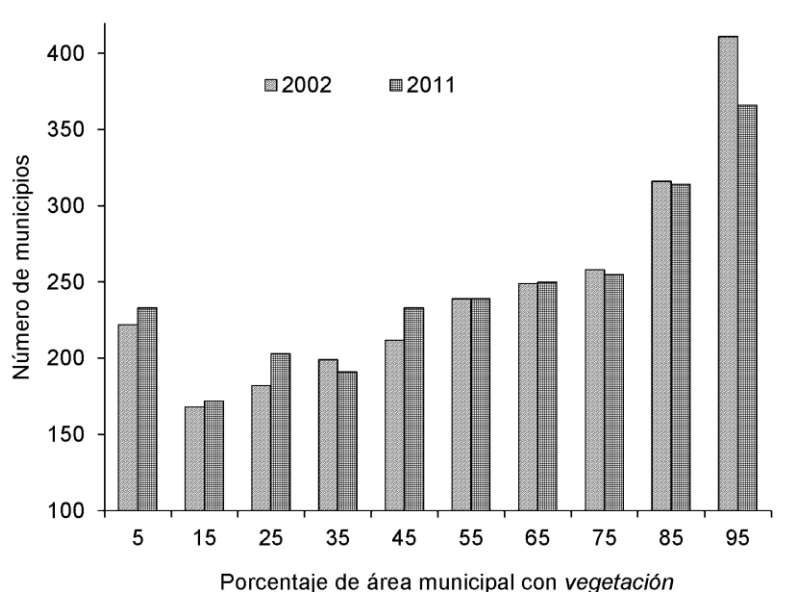
<sup>15</sup> A saber: “bosque de coníferas”, “bosque encino”, “bosque mesófilo de montaña”, “matorral xerófilo”, “pastizal”, “selva caducifolia”, “selva perennifolia”, “selva sub-caducifolia”, “selva espinosa”, “vegetación hidrófila” y “otros tipos de vegetación”.

autocorrelación espacial global y la local de la manera descrita en el párrafo anterior (GeoDa™ 1.4.3, Anselin, 2013).

Las relaciones entre el CMV y el porcentaje de área con UMA en vida libre se exploraron a través de dos procedimientos estadísticos (SigmaStat® 3.5; Systat Software, 2006). Uno de ellos tuvo como finalidad evidenciar si existen diferencias significativas en los valores de CMV en municipios con y sin UMA en vida libre (prueba de comparación de grupos, U de Mann-Whitney). El otro buscó determinar si los cambios en CMV varían significativamente en función de distintos porcentajes de área con UMA (prueba de varianza H de Kruskal-Wallis), de acuerdo con la siguiente agrupación de municipios: a) sin UMA; b) con menos del 5% de su área con UMA; c) entre 5% y 10% de su área con UMA; d) con más de 10% de su área con UMA. Se exploró también la correlación de Spearman entre ambas variables y se intentó obtener modelos de causa-efecto, pero en estos casos no se encontraron relaciones significativas ( $p < 0.05$ ).

### **Resultados y discusión.** Dinámica de la *vegetación municipal y sus patrones espaciales*.

El porcentaje de área municipal con *vegetación* siguió una distribución de frecuencias tipo exponencial (Figura 2.1) en los dos años de estudio (2002 y 2011; escala 1:250,000). Es decir, a nivel nacional había una gran proporción de municipios con porcentajes altos de *vegetación*, muchos con un área mayor al 50% del territorio municipal (Cuadro 2.1). Al comparar los histogramas de los dos años se observa una disminución en el número de municipios que en 2002 presentaban 75% o más de su área con *vegetación* (Figura 2.1): 48 municipios con esta característica cambiaron a un porcentaje menor en 2011 (Cuadro 2.1). En correspondencia, en el segundo año aumentó el número de municipios con 50% o menos de su área con *vegetación* (Figura 2.1, Cuadro 2.1).



**Figura 2.1.** Histogramas del porcentaje de área municipal con *vegetación* para los años 2002 y 2011. Análisis a nivel nacional (n=2,456 municipios), escala 1:250,000.



**Cuadro 2.1.** Porcentaje de área municipal con *vegetación* para los años 2002 y 2011. Datos a nivel nacional, escala 1:250,000 (Series III y V de INEGI). Se presenta el número de municipios en cada agrupación y en paréntesis el porcentaje que representa dentro del total de municipios del país. En la cuarta columna se indica el número de municipios que cambiaron de un año al otro y la tendencia de dicho cambio se expresa con flecha: ↓disminuye, ↑aumenta

Porcentaje de área municipal con <i>vegetación</i>	Número de municipios (y su porcentaje en paréntesis)		Número de municipios que cambiaron y tendencia de cambio
	2002	2011	
100%	21 (1%)	13 (1%)	8 ↓
75<%<100	845 (34%)	805 (33%)	40 ↓
50<%≤75	607 (25%)	605 (25%)	2 ↓
25<%≤ 50	511 (21%)	535 (22%)	24 ↑
0≤%≤25	472 (20%)	497 (20%)	25 ↑

En el año 2002, muchos municipios del Norte, algunos de la Sierra Madre Occidental, otros del Centro-Sur y algunos de la Península de Yucatán tenían más de 75% de su área con *vegetación*, mientras que la mayoría de los municipios aledaños al Golfo de México y del Centro del país tenían 50% o menos de área con esa cobertura (Figura 2.2). Esos mismos patrones se detectaron para el año 2011, pero se incorporaron en este último nivel de porcentaje algunos municipios de la zona costera de Sinaloa, Guerrero, Yucatán y del Centro del país (Figura 2.3). Coincidiendo con estos resultados, en 2007 los estados con mayor proporción de área con *vegetación* natural (mayor a 80%) fueron Baja California, Baja California Sur, Quintana Roo, Coahuila, Chihuahua y Sonora, mientras que los de menor proporción (menos del 40%) fueron Tlaxcala, Veracruz, Distrito Federal, Tabasco, México y Morelos; es importante señalar que en ese año la mayor parte de los matorrales xerófilos y gran parte de los bosques templados del Norte del país eran *vegetación* primaria, mientras que en el Sur, Sureste y Suroeste predominaba la *vegetación* secundaria (SEMARNAT, 2012). Los mapas de las Figuras 2.2 y 2.3 deben ser interpretados considerando el grado de conservación de la *vegetación* (*vegetación* primaria o secundaria).

Por su parte, la mayoría de los municipios (64%) tuvieron pérdida de *vegetación* municipal entre 2002 y 2011, con el análisis a escala 1:250,000 mientras que un tercio de ellos registraron recuperación y muy pocos permanecieron sin cambios (Figura 2.4). Sin embargo, en general la tendencia de pérdida o recuperación de la *vegetación* fue menor al 10% del área municipal (Figura 2.5). Coincidiendo, Bonilla-Moheno et al. (2012) encontraron que sólo 4% de los municipios del país tuvieron pérdida significativa de *vegetación* leñosa (“woody vegetation”) para el periodo 2001-2010, mientras que 16% tuvieron ganancia y la mayoría (80%) no presentaron cambio.

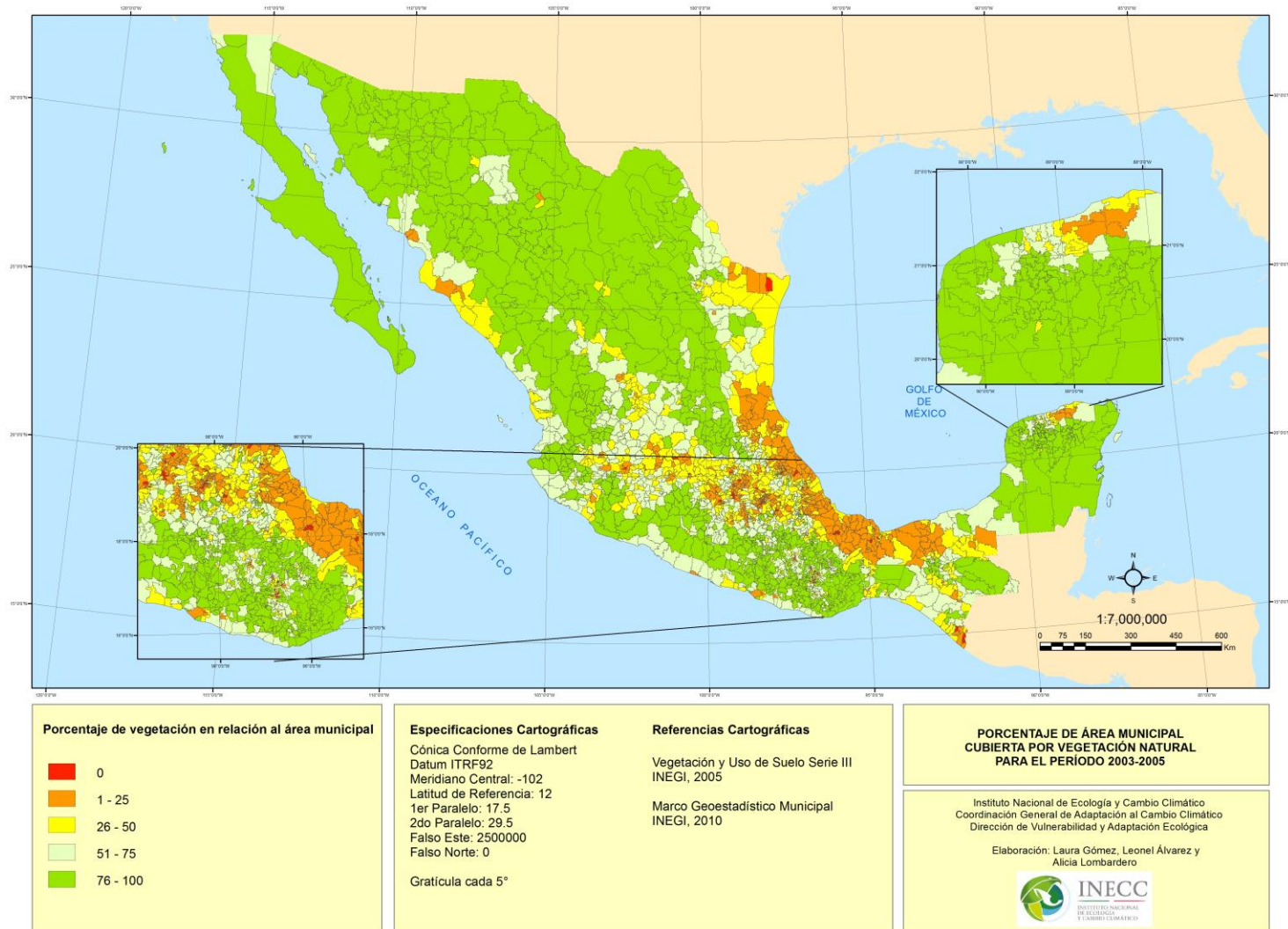


Figura 2.2. Mapa de porcentajes de área municipal con *vegetación* en 2002, escala 1:250,000.

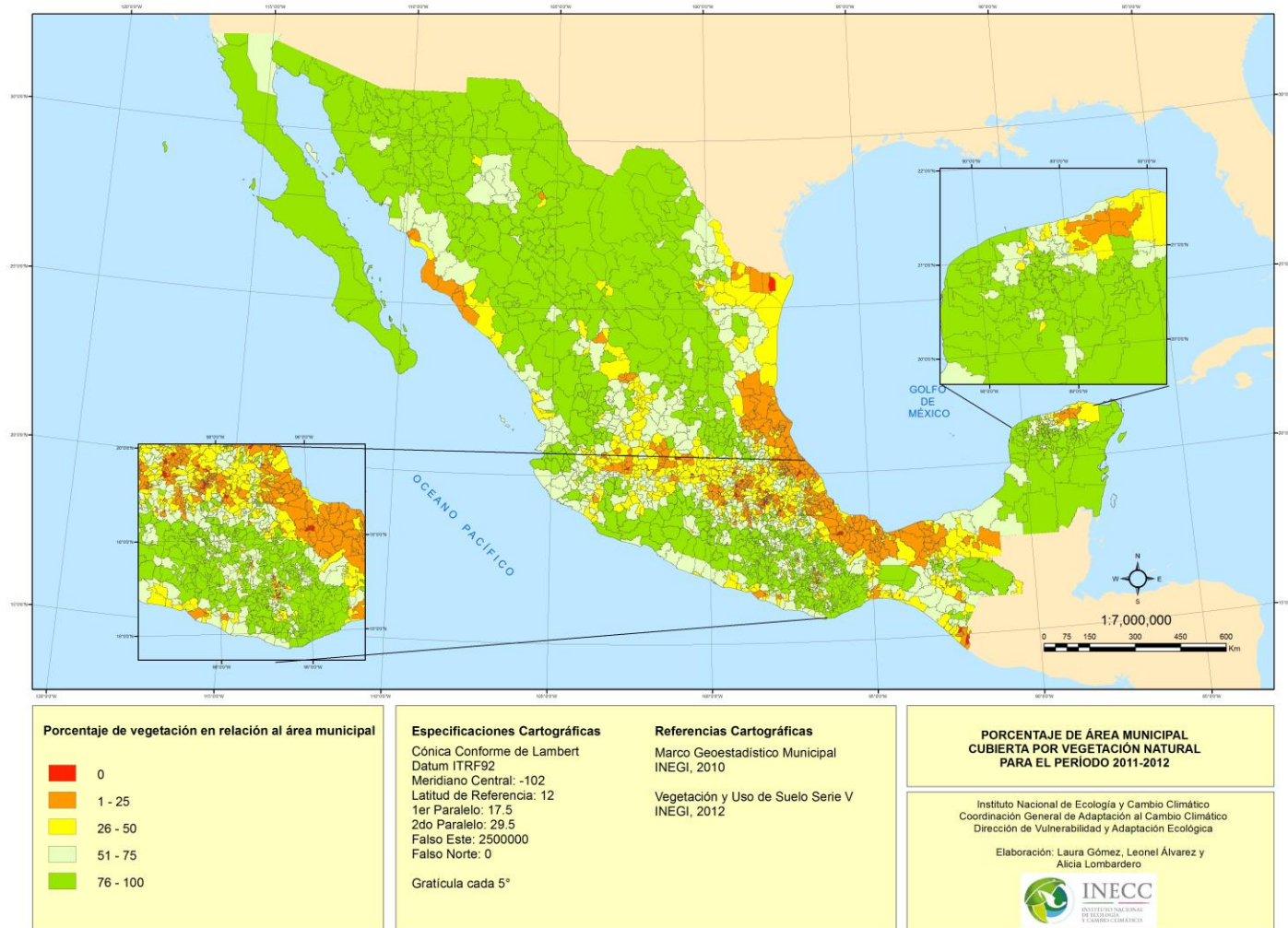
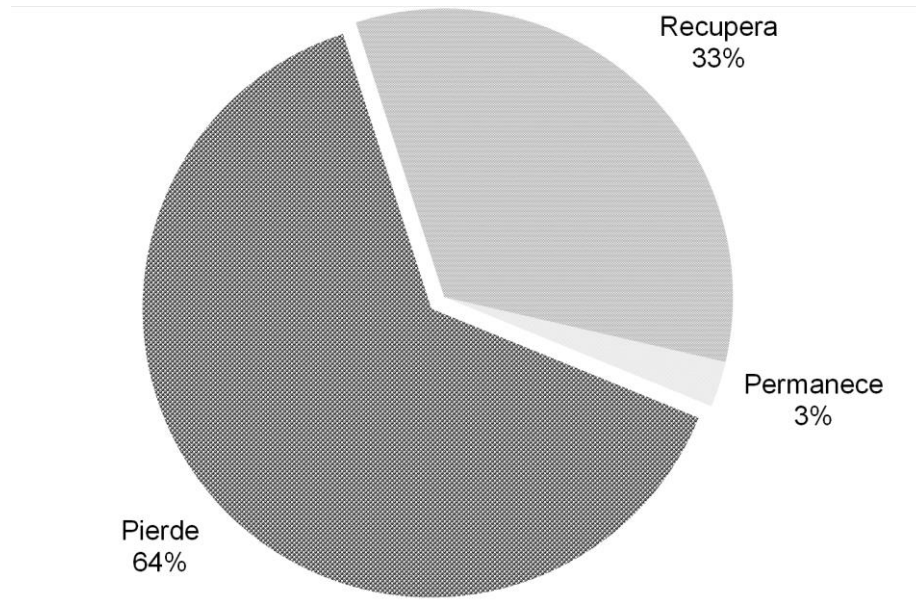


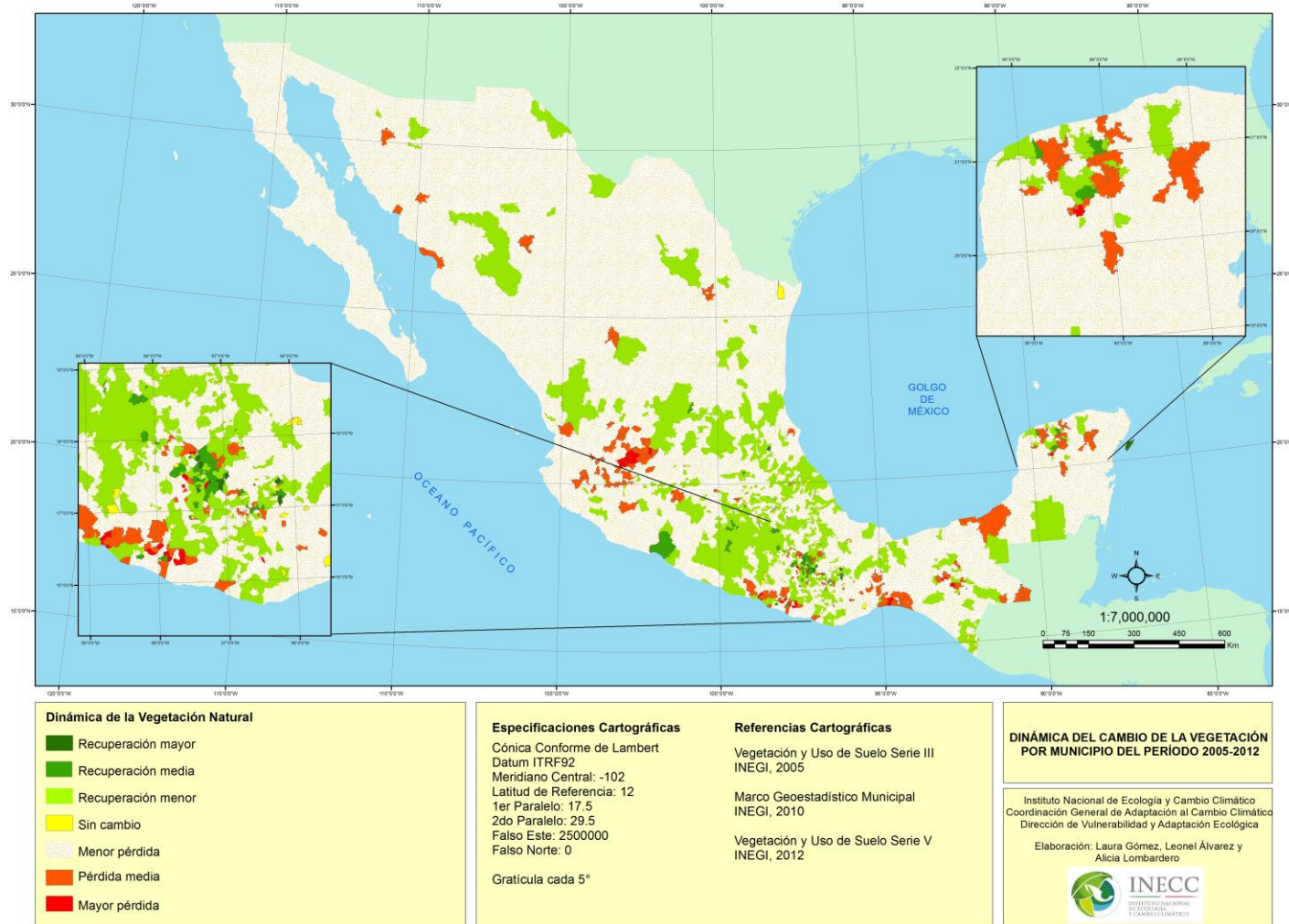
Figura 2.3. Mapa de porcentajes de área municipal con *vegetación* en 2011, escala 1:250,000.



**Figura 2.4.** Dinámica general de la *vegetación* en los municipios de México entre 2002 y 2011. Análisis a nivel nacional (n=2,456), escala 1:250,000.

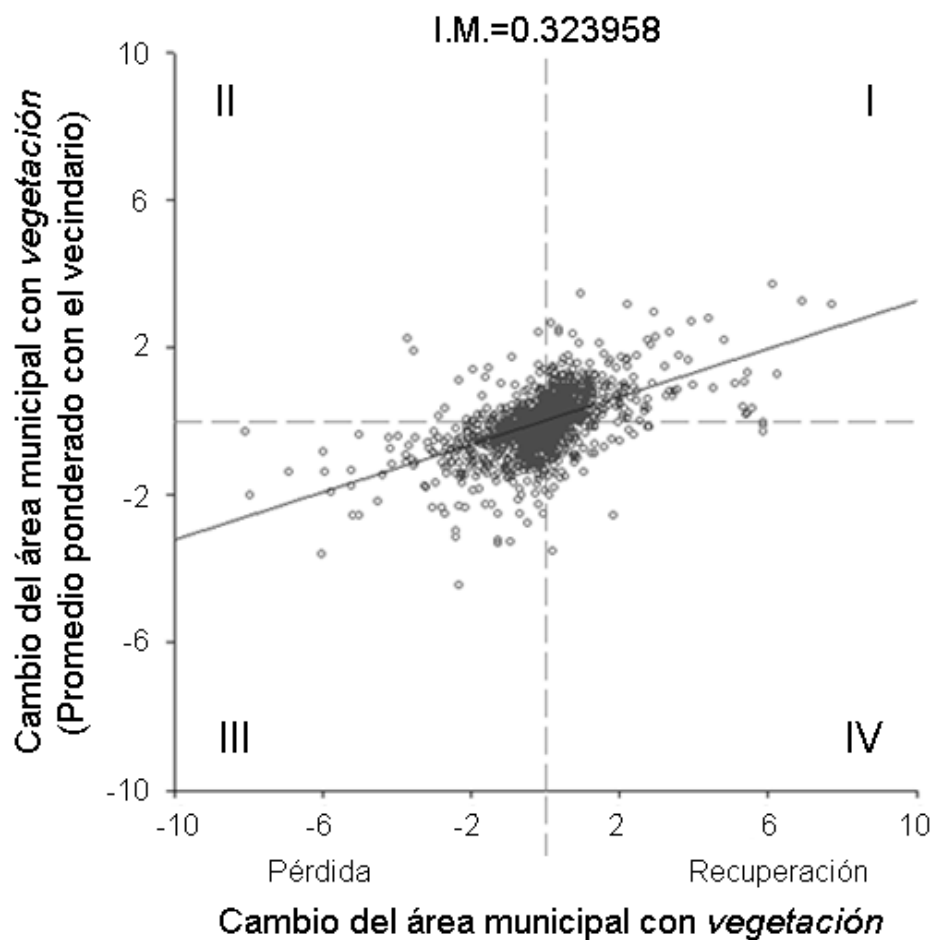
Las mayores pérdidas de porcentaje de área municipal con *vegetación* (CMV) se observan en municipios de Yucatán, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Jalisco, Zacatecas y Aguascalientes, mientras que otros municipios de Yucatán, Oaxaca, Guerrero, Puebla, Michoacán y Chihuahua tuvieron mayor recuperación (Figura 2.5). En analogía, se ha reportado que Chiapas y Jalisco fueron los estados con mayor porcentaje anual de pérdida de *vegetación* natural para el periodo 2002-2007, seguidos por Sinaloa, Veracruz y Yucatán, mientras que Nayarit, Morelos, Puebla e Hidalgo fueron los que tuvieron menor porcentaje anual de pérdida de *vegetación* (SEMARNAT, 2012). Por su parte, entre 2001 y 2010, Bonilla-Moheno et al. (2012) identificaron a algunos municipios de Veracruz, Oaxaca, Chiapas con pérdida significativa de *vegetación* leñosa, al tiempo que registraron recuperación en otros municipios en Oaxaca, Sonora, Yucatán, Puebla, Michoacán, Chihuahua, Nuevo León y San Luis Potosí.





**Figura 2.5.** Mapa del cambio de porcentaje de área municipal con *vegetación* (CMV) para el periodo 2002-2011, escala 1:250,000. Las categorías descritas en la simbología representan los siguientes porcentajes de cambio tanto para pérdida como para recuperación: “mayor” el porcentaje de cambio es mayor que 25%, “media” el porcentaje de cambio es mayor que 10% y menor o igual que 25%; “menor” el porcentaje de cambio es menor que 10%. La categoría “sin cambio” indica sitios que tuvieron el mismo porcentaje de área municipal con *vegetación*.

El índice de Morán (I.M.) calculado para el CMV señala cierto nivel de autocorrelación espacial global (I.M. = 0.323958): el valor positivo refleja asociación espacial entre valores similares en zonas vecinas, es decir hay un efecto de “contagio” o “desbordamiento”. Sin embargo, su bajo valor sugiere casos en los que la asociación espacial es inversa y se produce disimilitud entre unidades geográficas cercanas. El patrón de dispersión de datos (Figura 2.6) y el valor del I.M. indican que, aunque existe cierto nivel de autocorrelación espacial global, en general la distribución de CMV fue heterogénea a lo largo de los municipios de México para el periodo y escala de estudio.



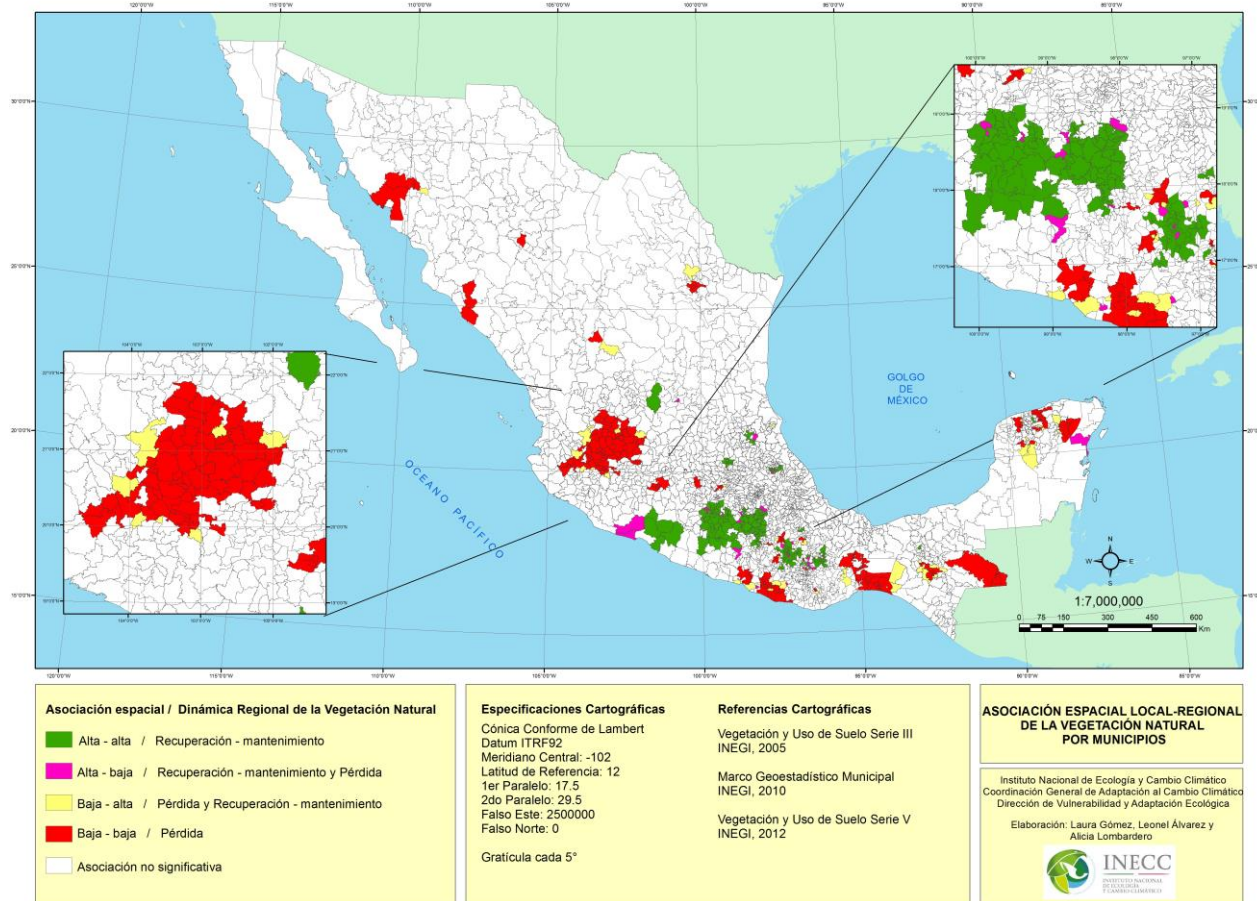
**Figura 2.6.** Diagrama de autocorrelación espacial global para el cambio de porcentaje de área municipal con *vegetación* obtenido entre 2002 y 2011 a escala 1:250,000. En la parte superior se presenta el valor de índice de Morán (I.M.). Los cuadrantes I y III representan autocorrelación espacial positiva, mientras que II y IV autocorrelación espacial negativa.

A pesar de lo anterior, fue notoria la formación de regiones similares en el análisis de asociaciones espaciales a nivel local ( $p=0.05$ ): en la zona Centro-Oeste y en el Centro se concentraron cuatro grandes regiones con municipios con una tendencia de recuperación de la *vegetación*, así como otras regiones pequeñas esparcidas en el Norte y en el Sureste (Figura 2.7, polígonos verdes). Por su parte, en la zona Sur de la Sierra Madre Occidental, algunas porciones de Sonora, Sinaloa, Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Yucatán existen regiones con municipios cuya tendencia ha sido de pérdida de *vegetación* (Figura 2.7, polígonos de color rojo). Cabe señalar que algunas de ellas son zonas de alta biodiversidad, por lo que es fundamental llevar acciones que contribuyan a revertir esa tendencia.

En general los factores relacionados con la pérdida de *vegetación* son variados, pero se sabe que están en función de los tipos de comunidades vegetales y de las regiones en donde se localizan (Maser, 1996):

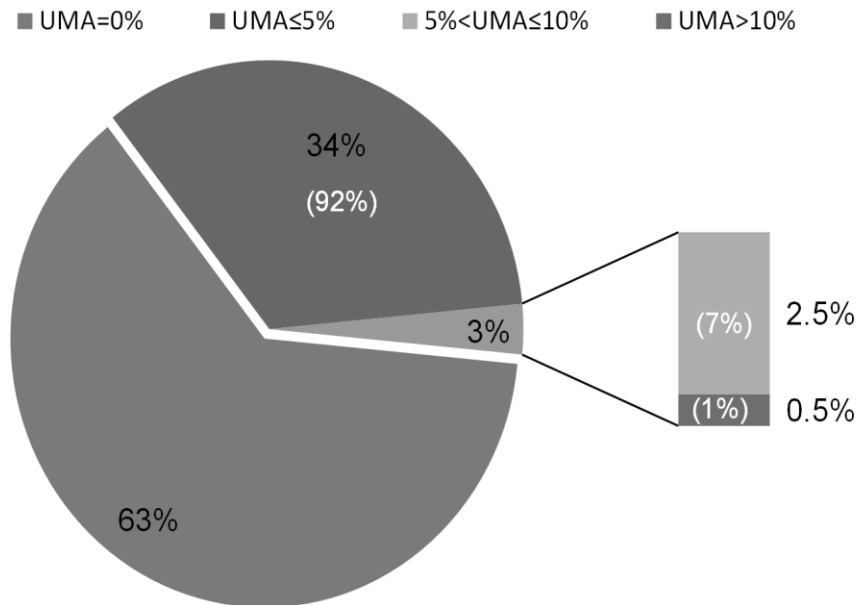
- en selvas altas y medianas del Sur y Sureste de México los principales detonadores son la ganadería, la agricultura y la sobreexplotación de los recursos;
- en los bosques templados del Centro y Centro-Oeste de México son la extracción clandestina, la sobreexplotación y los problemas de tenencia de la tierra;
- en los matorrales del Norte de México son la ganadería y la minería, principalmente.

*Municipios con UMA en vida libre y sus patrones espaciales.* De acuerdo con la base de datos que consultamos, en el año 2013 las UMA en vida libre del país registraban un amplio intervalo de tamaños (desde 1 ha hasta 783,371 ha), pero solo el 37% de los municipios (911) tenían UMA en vida libre; de estos, la gran mayoría (92%) con una superficie relativamente pequeña declarada como tal (menor al 5%), 62 municipios con hasta 10% de su área y sólo 12 municipios con un área mayor (Figura 2.8). El amplio intervalo de tamaños de este tipo de UMA da una idea general de la variedad de técnicas de aprovechamiento y manejo del hábitat que se pueden estar desarrollando incluso entre territorios vecinos; esto refleja también el fuerte reto que se tiene para alinearlas con las metas regionales de conservación, aprovechamiento sustentable de la biodiversidad y reducción de la vulnerabilidad de los sistemas socio-ambientales. Igualmente la baja proporción de las áreas municipales con UMA en vida libre indican que aún existe un gran desafío en la regulación de las prácticas de manejo y aprovechamiento de la vida silvestre a lo largo de los municipios del país.



**Figura 2.7.** Mapa de asociaciones espaciales a nivel local (LISA) del cambio de porcentaje de área municipal con *vegetación* para el periodo 2002-2011. La mayoría de los municipios no presentan autocorrelación espacial significativa (polígonos en color blanco). La gama de colores representa a los municipios con autocorrelación espacial significativa ( $p=0.05$ ): **verde** y **rojo** representan polígonos con autocorrelación positiva, los primeros son zonas de recuperación-mantenimiento y los segundos son áreas de pérdida de *vegetación*; **rosa** y **amarillo** representan polígonos con autocorrelación negativa, en el primer caso son áreas de recuperación-mantenimiento rodeadas de zonas de pérdida de la *vegetación*, en el segundo caso el patrón es el contrario.





**Figura 2.8.** Porcentaje de municipios con alguna proporción de su área registrada como UMA en vida libre hasta diciembre de 2013. Los números en negro son porcentajes de municipios con respecto al total nacional; los números en blanco son porcentajes de municipios con respecto a los municipios con UMA en vida libre.

En 2013 los municipios con mayores porcentajes de área con UMA en vida libre se ubicaban en los estados del Norte; mientras que en el Centro, en el Suroeste y en Yucatán la mayoría de municipios no tenían este tipo de UMA (Figura 2.9). Aunque no se observó un patrón de distribución espacial global para el porcentaje municipal con UMA en vida libre ( $I.M.=0.00081$ ), a nivel local se encontraron patrones de asociación espacial significativos ( $p=0.05$ ), evidenciando regiones con porcentajes altos, otras con porcentajes bajos (incluso cero) y otras donde los valores son espacialmente inconsistentes (Figura 2.10). En Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Baja California Sur, Durango y San Luis Potosí se ubicaron las regiones con mayores porcentajes de áreas municipales con UMA en vida libre (Figura 2.10, polígonos de color naranja), mientras que en las zonas Centro y Sur del país se encontraron grandes regiones con más bajos porcentajes de área con UMA en vida libre (Figura 2.10, polígonos de color morado).

Los patrones anteriores coinciden con la distribución espacial de la tenencia de la tierra (Valdéz et al. 2006): en los estados del Norte la tenencia es básicamente privada, por lo general los dueños tienen poder adquisitivo medio y alto, poseen grandes extensiones de terreno y existe una fuerte tradición ganadera (Gallina-Tessaro y Escobedo-Morales, 2009). Por su parte, en las zonas

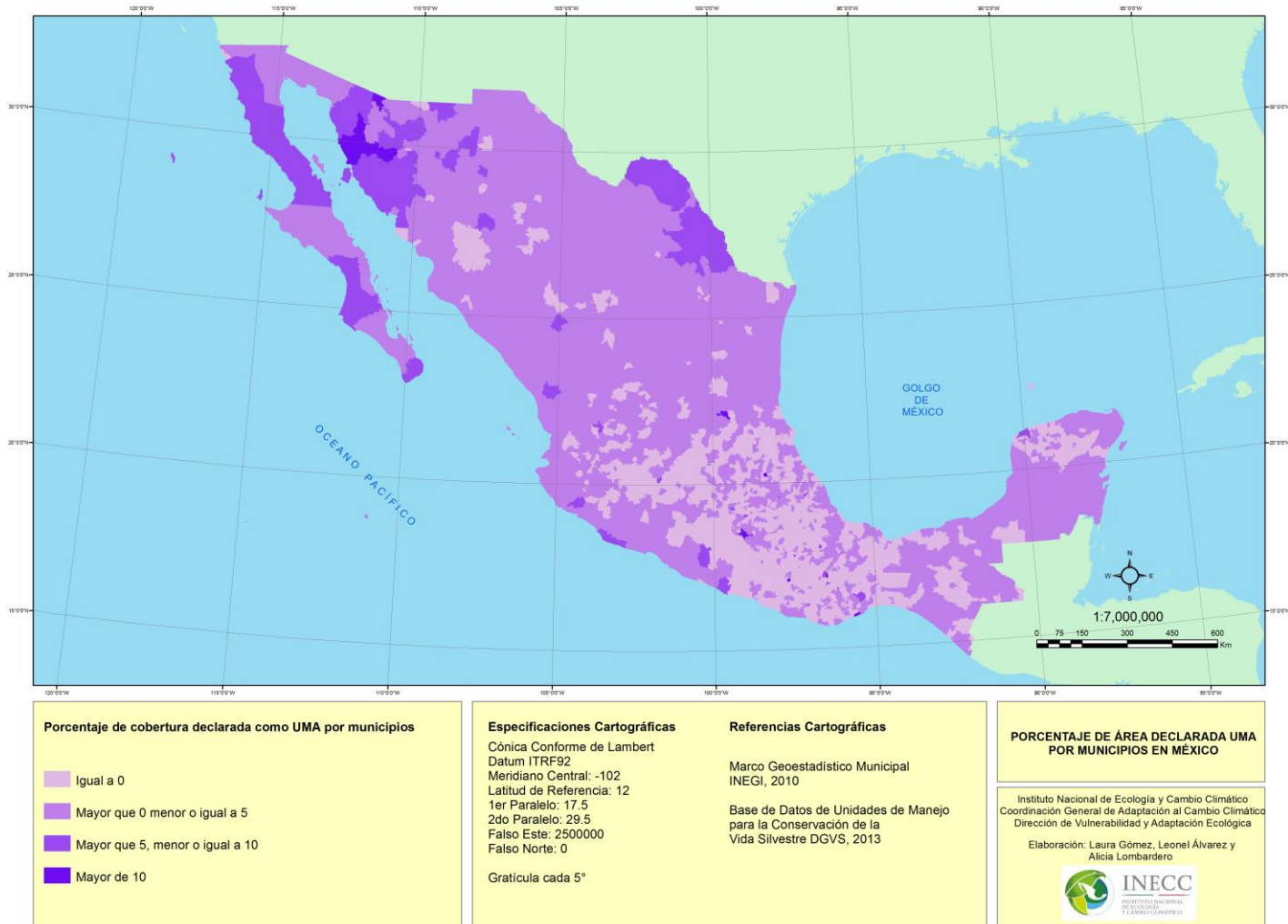
montañosas de las Sierras así como en el Centro y Sur del país predomina la tenencia de la tierra social (ya sea comunal o ejidal); el 80% de los bosques del país son manejados por las comunidades, muchas de ellas indígenas, con economía de subsistencia –es decir, agricultura y aprovechamiento de los recursos para autoconsumo (Buda Arango et al. 2014).

Históricamente la gran mayoría de las UMA en vida libre (88 %) han estado dirigidas al aprovechamiento cinegético de la fauna (Valdez et al. 2006) y han funcionado bien en términos económicos (derrama económica de aproximadamente 3,000 millones de pesos: Buda Arango et al. 2014). Frecuentemente en ellas se promueve la cacería de mamíferos grandes (venado, borrego y similares) y aves, actividad muy solicitada por el turismo internacional, especialmente en la zona Norte del país por su cercanía con Estados Unidos (Gallina-Tessaro y Escobedo-Morales, 2009). Por el contrario, las UMA en vida libre del Centro, Sur y las de las Sierras han estado dirigidas en su mayoría al aprovechamiento de recursos no maderables o al aprovechamiento no extractivo de la vida silvestre y han tenido un éxito modesto en términos económicos: el margen de ganancia ha sido pequeño, la inversión privada limitada y en ocasiones la implementación de la UMA ha generado tensión al interior de las comunidades (Buda Arango et al. 2014). Avila-Foucat y Pérez-Campuzano (2015) encontraron que el mayor número de UMA (2/3 partes) se sitúan en los municipios con bajo o muy bajo índice de marginación (elaborado por CONAPO, 2010), mientras que únicamente el 2.7% de ellas se localizan en municipios con alto o muy alto índice, y concluyen que las estrategias de impulso y subsidios para la creación de nuevas UMA deberá re-direccionarse a los municipios más marginados. Coincidiendo, tanto Valdez et al. (2006) como Forero Díaz (2013) señalan que la creación y el tamaño de las UMA en vida libre dependen en gran medida de las capacidades de los dueños para generar negocios así como de sus ingresos; pero también del involucramiento del sector corporativo y de los incentivos públicos que se generen para tal fin.

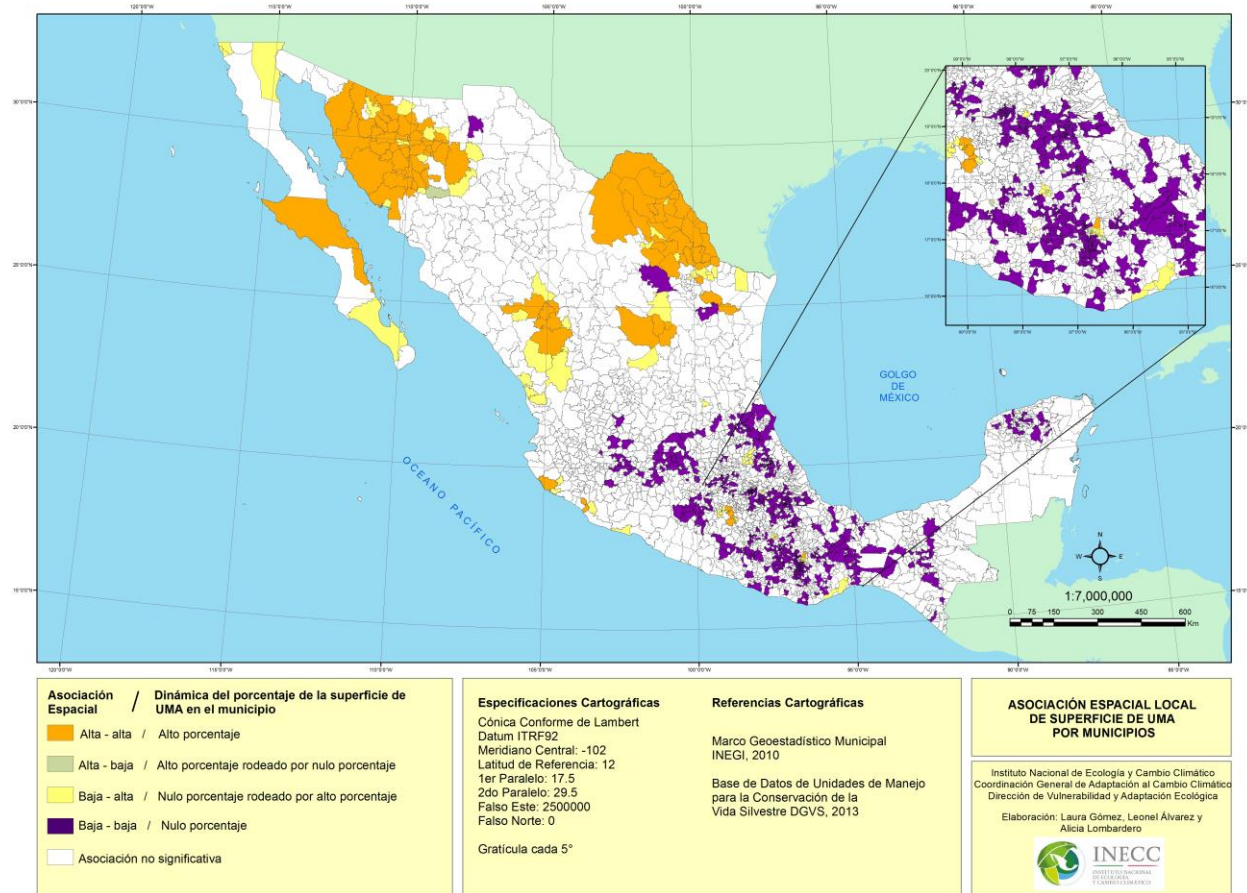
*Relación entre la dinámica de la vegetación (2002-2011) y la existencia de UMA en vida libre en los municipios de México.* Los valores máximos y mínimos del cambio del porcentaje de área municipal con *vegetación* (CMV) fueron similares para los municipios con y sin UMA en vida libre:

- 54% de pérdida a 48% de recuperación para los municipios sin UMA en vida libre
- 53% de pérdida y 37% de recuperación para los municipios con UMA en vida libre

Sin embargo, cabe destacar que la dispersión de datos fue mayor para los municipios sin UMA en vida libre (Figura 2.11). A su vez, la distribución de datos varió de acuerdo a si los municipios tenían o no UMA (Figura 2.11a):



**Figura 2.9.** Mapa de porcentaje de área municipal con UMA en vida libre, registradas hasta diciembre de 2013. Este mapa fue generado a partir de la base de datos proporcionada por la Dirección General de Vida Silvestre (SEMARNAT).

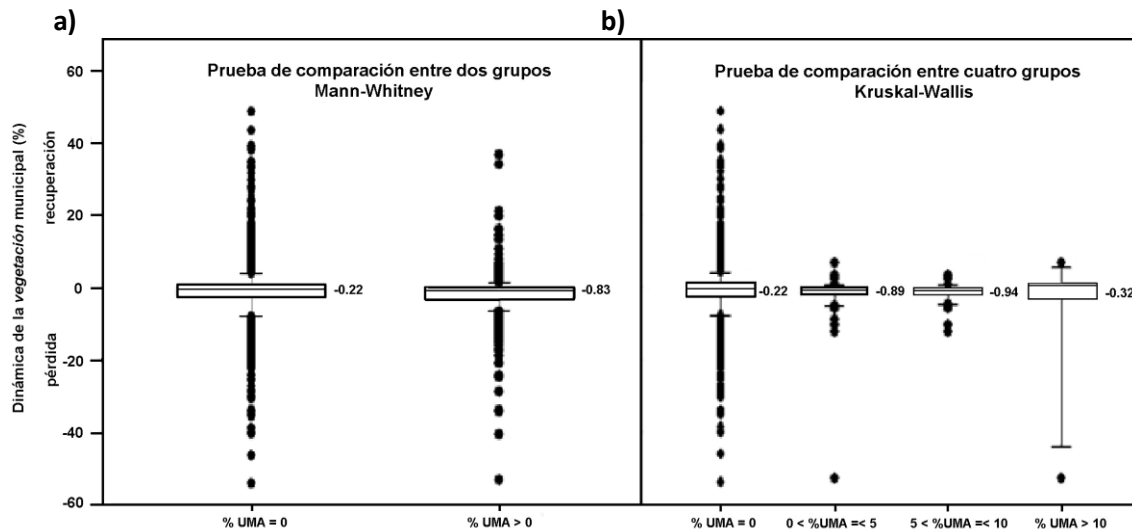


**Figura 2.10.** Mapa de asociaciones espaciales a nivel local (LISA) del porcentaje de área municipal con UMA en vida libre hasta diciembre de 2013. Diversos municipios no presentan autocorrelación espacial significativa (polígonos en color blanco). La gama de colores representa a los municipios con autocorrelación espacial significativa ( $p=0.05$ ): **naranja** y **morado** representan polígonos con autocorrelación positiva, los primeros indican municipios con porcentajes altos de superficie con UMA en vida libre, los segundos municipios con bajo porcentaje de UMA en vida libre; **verde-grisáceo** y **amarillo** representan polígonos con autocorrelación negativa, en el primer caso municipios con alto porcentaje de su área con UMA en vida libre rodeados de municipios con bajo porcentaje; en el segundo caso el patrón se invierte.

- una distribución aproximadamente simétrica (skewness = -0.256) en los municipios sin UMA, en donde 57% tuvieron pérdida y 43% tuvieron recuperación de área con *vegetación*
- una distribución con asimetría negativa (skewness = -1.644) en los municipios con UMA, en donde 75% tuvieron pérdida y 35% tuvieron recuperación de área con *vegetación*

De acuerdo con la prueba de U Mann-Whitney, existen diferencias significativas para el CMV entre los municipios con y sin UMA en vida libre ( $U=803622$ ;  $p<0.001$ ): los valores de mediana indican una pérdida de *vegetación* ligeramente mayor para el grupo de municipios con UMA en vida libre (Figura 2.11a). Es pertinente aclarar que al interior de las UMA la *vegetación* puede seguir tendencias contrarias a lo que sucede en todo el territorio municipal (el análisis dentro de las UMA se debe realizar a una escala espacial más fina).

Igualmente, con la prueba de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas en los grupos de municipios con diferentes porcentajes de área con UMA en vida libre ( $H=14.15$ ,  $g.l.=3$ ,  $p=0.003$ ): en general los municipios con menos del 10% de su área con estas UMA tuvieron mayor pérdida de *vegetación* en comparación con los municipios con mayor porcentaje de área con UMA



**Figura 2.11.** Cambios de porcentaje de área municipal con *vegetación* para el periodo 2002-2011 en relación con la presencia y porcentaje de UMA en vida libre. El número junto a los diagramas de caja representa el valor de la mediana de cada grupo. a) Comparación entre dos grupos de municipios (con y sin porcentaje de UMA en vida libre); de acuerdo con la prueba Mann-Whitney, existen diferencias significativas entre ellos ( $U=803622$ ;  $p<0.001$ ). b) Comparación entre cuatro grupos de municipios de acuerdo con su porcentaje de UMA en vida libre; según la prueba Kruskal-Wallis existen diferencias significativas entre los grupos ( $H=14.15$ ,  $g.l.=3$ ,  $p=0.003$ ).

(Figura 2.11b). Este resultado resalta la importancia contar con más áreas municipales bajo el esquema de UMA en vida libre.

Figuroa y Sánchez Cordero (2008) encontraron que de 69 ANP que analizaron a escala 1:250,000, sólo en la mitad se pudo prevenir y contrarrestar el cambio de cobertura de suelo y la otra mitad presentó algún porcentaje de cambio en la vegetación. Los autores explican que a nivel local y regional existen factores que ejercen presión sobre la cobertura de suelo, mismos a los que se enfrentan los instrumentos de política ambiental, como las ANP y las UMA en vida libre. Los autores mencionan que esos factores están relacionados con las condiciones biofísicas de la zona (tipo de suelo, pendiente, distancia a caminos, entre otros), pero también con aspectos sociales (la dinámica socioeconómica de las comunidades, la falta de participación en la toma de decisiones, la carencia de gobernanza de las instituciones locales que regulen el acceso y control a los recursos, las estrategias de manejo y aprovechamiento de los recursos, los impactos de usuarios no locales, las políticas de desarrollo rural regional o nacional contrarias a los objetivos de conservación, entre otras).

Los factores mencionados en el párrafo anterior deben ser examinados detenidamente cuando se analiza la efectividad de los instrumentos territoriales de política ambiental, pues la sola presencia de los instrumentos no es suficiente para lograr la conservación de la biodiversidad, el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre o la reducción de la vulnerabilidad, como sugieren Buda Arango et al. (2014) en su estudio. El caso de las UMA en vida libre, tanto las estrategias de manejo de las especies como su funcionamiento y contribución a la conservación de la biodiversidad dependen, además, del seguimiento técnico que se lleve a cabo, pero actualmente no existe un acuerdo y estandarización de los procedimientos, tanto para registrarlas UMA como para darles seguimiento, por lo que no es posible llevar a cabo una comparabilidad robusta sobre sus resultados (Valdez et al. 2006; Gallina-Tessaro et al. 2009). Igualmente, el desempeño de las UMA en vida libre está fuertemente influido por la capacidad de gestión y cabildeo de los solicitantes, que al registrar su predio buscan modificar y normar las prácticas de uso de los recursos de bien común, reconfigurando así las relaciones de poder al interior de las comunidades, entre comunidades y con los actores externos, lo cual puede causar problemáticas sociales no previstas (Buda Arango et al. 2014). Entonces el éxito de las UMA en vida libre depende en gran medida de:

- El tipo de manejo, tanto del hábitat como de las especies. Aquí es importante señalar que los procesos ecológicos se desarrollan en espacios que van más allá de un predio (Sánchez, 2011), y esto debe ser tomado en cuenta por los técnicos que elaboran el plan de manejo y dan seguimiento a las UMA en vida libre.



- Las interacciones sociales entre propietarios o usuarios de las UMA en vida libre y el resto de las personas que habitan en la zona. En relación con este aspecto, cabe reflexionar la necesidad de buscar formas para adecuar estos esquemas territoriales a las condiciones locales e impulsar el fortalecimiento de la organización social y del capital humano, ya sea robusteciendo la capacidad de gestión, promoviendo los accesos y tratos justos con los mercados, creando certeza en la tenencia de la tierra, buscando mecanismos de financiamiento adecuados, generando capacidades empresariales, ambientes de confianza y reciprocidad, entre otros ( Buda Arango et al. 2014).

Todo lo anterior apuntala al papel estratégico que tiene el gobierno municipal para liderar la creación, coordinación y vinculación de las UMA en vida libre dentro de su territorio. En ese sentido, Salinas Pulido (2005) señala que es en ese nivel gubernamental donde se podría garantizar que las acciones y reglas de uso y mantenimiento de los recursos estén basadas en las condiciones locales, donde se puede incentivar la participación local activa en la definición de esas reglas, en la planeación del uso de los recursos, en la estandarización de los métodos para dar seguimiento, evaluación y adecuación a las técnicas de manejo, en la búsqueda de alianzas regionales, nacionales o internacionales para financiar proyectos dentro de los predios, en fin, en donde se puede impulsar la corresponsabilidad en el mantenimiento de los hábitats para la vida silvestre y de los ecosistemas que proveen de valiosos servicios ambientales.

## Conclusiones

- ✿ Entre 2002 y 2011, la mayoría de los municipios del país presentaron pérdida de *vegetación*, igual o menor al 10% de su superficie.
- ✿ En ese periodo de análisis, se encontraron regiones de municipios con tendencia de pérdida de *vegetación*, la más extensa se localizó en el estado de Jalisco y la porción Sur de Zacatecas (límites de la zona Sur de la Sierra Madre Occidental), así como en algunas zonas de Sonora, Sinaloa y Yucatán.
- ✿ En 2013, más del 60% de los municipios del país carecían de áreas registradas como UMA en vida libre; la mayoría de aquellos que tenían ese tipo de UMA, poseían un área menor al 5% de su territorio declarada como tal.
- ✿ Se encontraron diferencias significativas en el cambio de porcentaje de área municipal con *vegetación* en municipios con o sin UMA. En los municipios con UMA en vida libre se encontró una pérdida de *vegetación* ligeramente mayor, pero es de notar que estos resultados hacen referencia a dinámica de la *vegetación* existente en la totalidad del territorio municipal, lo cual

puede ser incluso contrario a lo que pasa en el interior de ese tipo de UMA (escalas de análisis diferentes).

- ✿ Los municipios con UMA en vida libre cuya área registrada fue menor a 10% presentaron valores de pérdida de *vegetación* más altos en comparación con los que tuvieron más de 10% de su área con este esquema territorial. Esto sugiere que una mayor área municipal declarada como UMA en vida libre puede contribuir a reducir las tendencias de pérdida de *vegetación* en los municipios; por lo tanto es estratégico incentivar la incorporación de más predios al esquema UMA en vida libre en los territorios municipales.
- ✿ Los procesos de permanencia o pérdida de *vegetación* dependen de factores que van más allá de los instrumentos de conservación. Es fundamental el liderazgo de los gobiernos municipales para impulsar, coordinar y vincular las distintas estrategias territoriales (como las UMA en vida libre) que tengan como meta el aprovechamiento sustentable de los recursos, la reducción de la vulnerabilidad y la conservación de la biodiversidad.



## Capítulo 3. Municipios doblemente expuestos: a la pérdida de *vegetación* y al cambio climático

**Introducción.** Actualmente nos encontramos en un proceso de cambio global de largo plazo, pero existe gran incertidumbre sobre sus impactos a nivel local. Por ello es necesario impulsar la organización de la sociedad, de tal manera que se aborden los cambios inevitables y se busquen estrategias para evitar lo inmanejable, preferentemente a través de respuestas anticipativas, con acciones que ayuden a reducir la vulnerabilidad y el riesgo, así como a facilitar respuestas rápidas y eficientes (Bierbaum et al. 2013).

Las estrategias y acciones de reducción de la vulnerabilidad y de adaptación al cambio climático en los sistemas socio-ambientales deben considerar las tendencias climáticas (Watson et al. 2013), pero también de manera explícita las tendencias que siguen las coberturas de suelo (Montesino Pouzols et al. 2014), en particular la vegetación. De acuerdo con Watson et al. (2013): **a)** en regiones con clima “estable” y ecosistemas en buen estado de conservación, se debe buscar la protección con acciones que controlen los factores de perturbación y frenen procesos peligrosos (como la invasión de especies exóticas); **b)** en regiones con clima “estable” y zonas degradadas, se requiere restauración ecológica y remoción de los procesos que originan la degradación; **c)** en regiones con clima “inestable” y ecosistemas en buen estado de conservación, son importantes las acciones que incidan positivamente en la resiliencia y en la creación de refugios y que tengan un seguimiento continuo; **d)** en regiones con clima “inestable” y áreas degradadas, es fundamental la identificación de especies y ecosistemas más vulnerables y el uso de estrategias mixtas de manejo (translocación de especies, ingeniería del hábitat y reestructuración de las distintas opciones de conservación, por mencionar algunos).

Asimismo, durante la planeación de las acciones de adaptación al cambio climático, manejo sustentable de la vida silvestre y conservación de la biodiversidad en los territorios es importante tener en mente que: **a)** el cambio climático y los cambios de uso de suelo aumentan la probabilidad de que algunas especies se muevan de su lugar de distribución y colonicen otros sitios, por ejemplo aquellos en donde se encuentran los instrumentos de política ambiental (Thomas y Gillingham, 2015); **b)** la velocidad de reacción de las especies y comunidades ecológicas no siempre está sincronizada con la velocidad de los cambios, lo que las puede hacer más vulnerables (Devictor et al. 2008; Drever et al. 2012); **c)** las interacciones biológicas son fundamentales para el mantenimiento de la dinámica

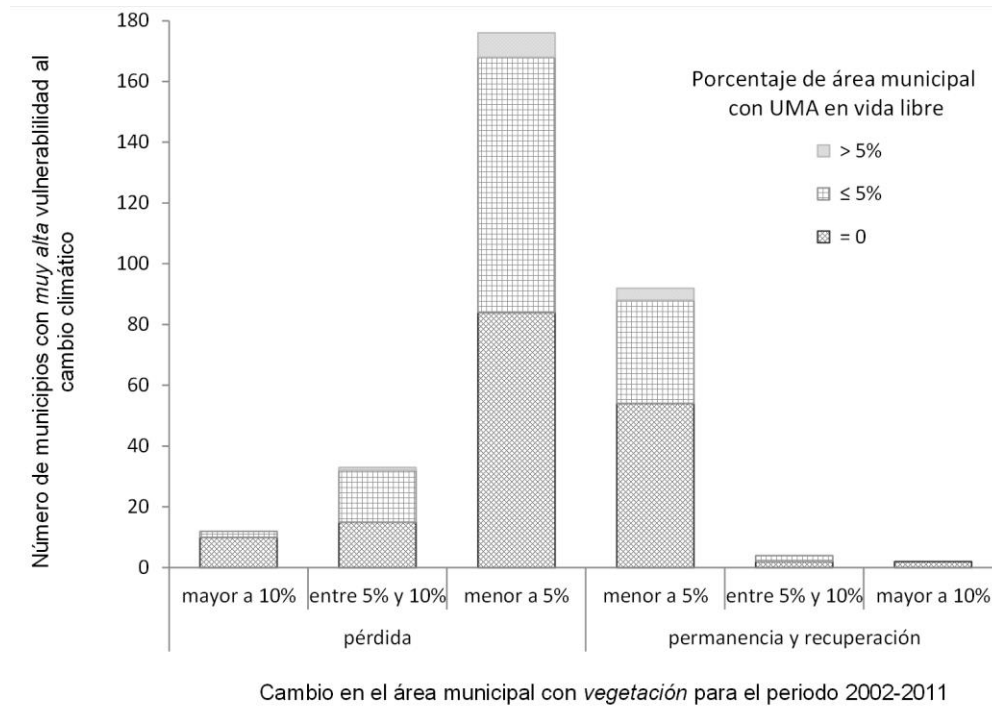
ecológica de una zona (Ockendon et al. 2014) y, en conjunto con los factores climáticos y la disponibilidad del hábitat, modulan la presencia y abundancia de especies (ejemplo en: Péron y Koons, 2013); **d)** el funcionamiento de los ecosistemas está directamente relacionado con las interacciones biológicas exitosas (generadas por años de co-evolución) pero su balance puede ser roto fácilmente cuando las distintas especies interactuantes no responden con la misma velocidad a los cambios ambientales (Donnelly et al. 2015).

En México se han identificado 319 municipios con *muy alta* vulnerabilidad al cambio climático (Diario Oficial de la Federación, 2014), mientras que a lo largo del país domina la pérdida de la *vegetación* (Capítulo 2) revelando acciones humanas que degradan a los ecosistemas (desmonte, deforestación, fragmentación, contaminación). Al integrar ambos aspectos es posible detectar sitios doblemente expuestos (*sensu* O'Brain y Leichenko, 2000), que requieren intervenciones inmediatas para disminuir su vulnerabilidad. El objetivo de esta sección fue detectar los municipios doblemente expuestos, al cambio climático y a la pérdida de *vegetación*, así como discutir la posible contribución de las UMA en vida libre para disminuir esa vulnerabilidad.

**Método.** Las tendencias en la cobertura de *vegetación* en los municipios con *muy alta* vulnerabilidad al cambio climático y la presencia de UMA en vida libre se obtuvieron con geo-procesamientos entre los siguientes insumos cartográficos

- Mapa de municipios con *muy alta* vulnerabilidad al cambio climático (Diario Oficial de la Federación, 2014)
- Mapa del cambio de porcentaje de área municipal con *vegetación* para el periodo 2002-2011, escala 1:250,000 (Capítulo 2)
- Mapa de porcentaje de área municipal con UMA en vida libre (Capítulo 2)

**Resultados y discusión.** De los 319 municipios con *muy alta* vulnerabilidad al cambio climático (en adelante MVCC), 98 (31%) presentaron tendencia de recuperación (o permanencia) de la *vegetación*, la mayoría (92 municipios) con una recuperación menor al 5% de su área, cuatro recuperaron entre 5% y 10% de su área y dos recuperaron más del 10% de su área. De estos MVCC con recuperación de la *vegetación*, 40 tuvieron UMA en vida libre en su territorio, la mayoría (36 de ellos) con menos del 5% de su área declarada como tal y seis tuvieron hasta el 10% de su área con UMA en vida libre (Figura 3.1).



**Figura 3.1.** Municipios con *muy alta* vulnerabilidad al cambio climático: cambio del porcentaje de área municipal con *vegetación* y porcentaje de UMA en vida libre. EL máximo valor de porcentaje de área de UMA en vida libre en estos municipios fue de 10%.

Por su parte, 221 MVCC (69%) tuvieron pérdida de *vegetación*, la mayoría con una pérdida menor a 5% de su área (176 MVCC), seguidos por los que tuvieron entre 5% y 10% de pérdida (33 MVCC) y por los que tuvieron una pérdida de *vegetación* mayor al 10% de su área (12 MVCC) (Figura 3.1). Estos últimos son los municipios que aquí se consideran como doblemente expuestos y se enlistan en el Cuadro 3.1. De los MVCC con pérdida de *vegetación*, 51% (112) tuvieron UMA en vida libre, la mayoría (103 de ellos) con un porcentaje menor o igual a 5% y nueve con hasta el 10% de su área con UMA (Figura 3.1). De los municipios doblemente expuestos, sólo dos tuvieron UMA en vida libre pero con menos del 1.5% de su área declarada como tal.

En general los MVCC se distribuyen a lo largo del país, pero resalta la cantidad de ellos en el Sureste (en Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Chiapas), Noreste (en Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila) y Noroeste (en Baja California Norte y Sur, Chihuahua, Sinaloa, Durango Nayarit y Jalisco), así como en el Sur de Guerrero (Figura 3.2). Algunos de los MVCC del Sureste coinciden con la localización del Corredor Biológico Mesoamericano (Eccardi, 2003; SEDASPA, 2006), región en donde se han reportado altas tasas de deforestación (Díaz-Gallegos et al. 2008), y por lo tanto se reduce la

Cuadro 3.1. Municipios doblemente expuestos: al cambio climático y a la pérdida de más del 10% de su *vegetación*. En negritas se señalan los dos municipios que tuvieron UMA en vida libre, sin embargo es importante señalar que el área fue menor a 1.5% de la superficie municipal

Estado	Municipio	Área (Km <sup>2</sup> )
Yucatán	<b>Temozón</b>	700.361
	Hoctún	119.600
	Kopomá	156.421
Jalisco	Tototlán	333.796
	Degollado	423.310
	Poncitlán	828.405
Chiapas	Tenejapa	192.948
	Zinacantán	195.186
	Maravilla Tenejapa	545.666
Guerrero	Ayutla de los Libres	1053.895
	<b>Ometepec</b>	604.599
Oaxaca	San Pedro Atoyac	74.634

posibilidad de movimiento de distintas especies y la conectividad ecológica entre diferentes fragmentos de vegetación (Mendoza et al. 2013).

Algunos MVCC del Noroeste (Figura 3.2) forman parte del proyecto Escalera Náutica del Mar de Cortés, el cual busca brindar infraestructura y servicios de apoyo náutico, carretero y aéreo (SEMARNAT, 2001). Este proyecto se encuentra detenido por razones de índole ambiental y social (La Jornada, 23/5/2005<sup>16</sup>) o económica (El Financiero, 5/5/2014<sup>17</sup>). Es importante señalar que para evitar riesgos por cambio climático, ese proyecto debería incluir análisis de los impactos de la variabilidad climática, los eventos climáticos extremos y el cambio climático de largo plazo.

En la zona Centro y Centro-Oeste del país, a lo largo del Eje Neovolcánico Transmexicano – ENT–, también existen algunos MVCC (Figura 3.2). El ENT se ha identificado como una región de alta biodiversidad, tanto beta (recambio de especies entre distintos hábitats) como alfa (riqueza de especies) (Rodríguez et al. 2003). A lo largo de él existen algunas áreas naturales protegidas, nacionales, estatales y privadas, pero se ha reportado que tienen cierto nivel de degradación (Arriola Padilla et al. 2014); igualmente en el ENT existen zonas detectadas como prioritarias para la conservación de la biodiversidad pero actualmente no están bajo protección (Suárez-Mota y Téllez-Valdés, 2014).

<sup>16</sup> <http://www.jornada.unam.mx/2005/05/23/index.php?section=politica&article=048n2pol>

<sup>17</sup> <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/foatur-rescatara-la-escalera-nautica.html>



**Figura 3.2.** Mapa de municipios con *muy alta* vulnerabilidad al cambio climático: cambio de porcentaje de área con *vegetación* y presencia de UMA en vida libre. Los polígonos con color sólido indican la dinámica de la *vegetación* municipal y las líneas de color delimitan las regiones de pérdida o recuperación de la *vegetación* (Capítulo 2). La gama de colores indican: permanencia/recuperación de *vegetación* los tonos verdes, o pérdida de *vegetación* los tonos rojos. Los achurados reflejan la presencia y porcentaje de área con UMA en vida libre.

Es bien conocido que los esquemas territoriales diseñados para la conservación de la biodiversidad y que se encuentran espacialmente interconectados permiten el movimiento de las especies y facilita la continuidad de los procesos ecológicos (Thomas y Gillingham, 2015); pero también incentivan la organización social y el desarrollo de las comunidades locales a través del uso sustentable de los recursos (Buda Arango et al. 2014) y fortalecen la resiliencia del sistema socio-ambiental (Virkkala et al. 2014). En otras palabras, contribuyen a disminuir la vulnerabilidad regional a los distintos factores de estrés, como son el cambio de coberturas de suelo y los impactos del cambio climático. Desde nuestro punto de vista esta es la estrategia que se debe fomentar y apoyar en los municipios del país, en particular en los municipios doblemente expuestos, como acciones para reducir su vulnerabilidad tanto al cambio de uso de suelo como al cambio climático.

En ese sentido incentivar la creación de UMA en vida libre en los municipios, en particular en los MVCC, presentan una oportunidad importante. Como se mostró en el Capítulo 2, un porcentaje mayor al 10% de área municipal bajo el esquema de UMA en vida libre puede contribuir a frenar las tendencias de pérdida de *vegetación*. La planeación de corredores de UMA de vida libre a lo largo del territorio municipal debería considerar el estado en el que se encuentran los sistemas socio-ambientales así como su vulnerabilidad al cambio climático y, a partir de esa información, proyectar acciones concretas de acuerdo con lo que se requiera en zona, desde acciones de vigilancia, fomento a la conectividad, aprovechamiento regulado, hasta restauración ecológica, bioremediación, ingeniería ambiental. Es de resaltar que los dueños o usuarios de los predios son los que deciden registrar su territorio como UMA en vida libre; es decir, no es algo que se impone desde la autoridad, aunque la participación del gobierno es clave. Este aspecto fortalece el involucramiento y el empoderamiento, robustece la coordinación y los compromisos entre los actores y genera corresponsabilidad. Igualmente con el esquema de UMA en vida libre se genera información técnica y económica de manera continua, que es recopilada y organizada por la DGVS-SEMARNAT; los dueños o usuarios aprovechan las especies de interés y realizan acciones de manejo del hábitat, todo ello con un seguimiento, evaluación y ajuste continuos (Capítulo 1). Así, con las UMA en vida libre se pueden desarrollar y evaluar acciones concretas de manera coordinada con los dueños y la comunidad (planeación “bottom-up” en inglés) y con el sector gubernamental (planeación “top-down” en inglés). La integración de estas dos aproximaciones es clave para lograr el éxito de las acciones de reducción de la vulnerabilidad (Bierbaum et al. 2013).



## Conclusiones

- ✿ La mayoría (69%) de los municipios con *muy alta* vulnerabilidad al cambio climático (MVCC) presentaron pérdida de *vegetación*; 12 de ellos son doblemente expuestos por presentar una pérdida de *vegetación* de más del 10% de su área.
- ✿ La mitad de los MVCC con pérdida de *vegetación* tenían UMA en vida libre registrada en su territorio, pero su área fue menor al 10%. Los municipios doblemente expuestos prácticamente no tuvieron UMA en vida libre en su territorio. Esto sugiere la posibilidad de implementar UMA en vida libre como estrategia para mantener la *vegetación* de estos municipios y reducir su vulnerabilidad.
- ✿ Las UMA en vida libre tienen la ventaja de ser un esquema que da seguimiento a las actividades que se realizan a nivel local; esto permite ir adecuándolas a la realidad cambiante y genera corresponsabilidad entre los propietarios, la comunidad y el gobierno (integración de esquemas “top-down” y “bottom-up”).
- ✿ La planeación de corredores de UMA en vida libre que aumenten la conectividad ecológica dentro de los municipios debe considerar el estado en el que se encuentran los sistemas socio-ambientales y su vulnerabilidad al cambio climático; a partir de esa información se pueden plantear acciones concretas en las UMA de tal manera que se contribuya a lograr los objetivos de conservación de la biodiversidad, aprovechamiento sustentable y reducción de la vulnerabilidad.
- ✿ La participación y liderazgo del gobierno municipal es crucial durante la planeación, coordinación e implementación de las UMA en vida libre en su territorio.

## Capítulo 4. UMA en vida libre y SUMA para la conservación de la biodiversidad y la reducción de la vulnerabilidad

De acuerdo con la LGVS, la visión de las UMA en vida libre es la conservación de la biodiversidad y su meta es el aprovechamiento y manejo sustentable de la vida silvestre. La LGVS y su reglamento esbozan amplias líneas de acción a nivel nacional y dejan la posibilidad de interpretación y aplicación de acuerdo con las realidades existentes a nivel local (Ortiz-Monasterio Quintana, 2011). En dicha Ley se especifica que los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se realizan actividades de conservación de vida silvestre deben dar aviso a la SEMARNAT para incorporarlos al Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA); pero cuando realicen actividades de aprovechamiento deberán hacer su registro como UMA; dicho de otra manera, la finalidad principal de las UMA en vida libre es el aprovechamiento de los recursos y se esperaría que la conservación de la biodiversidad fuera una consecuencia directa de ese aprovechamiento reglamentado.

Con el esquema de UMA en vida libre se agrega valor a los recursos naturales bajo un “acuerdo formal” de apropiación social de la vida silvestre –o bienes en propiedad común (Robles de Benito, 2009); es decir, se da énfasis al valor de la biodiversidad como alternativa para el desarrollo de las comunidades rurales (Schroeder et al. 2009). Con las UMA en vida libre, el manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre se puede visualizar como una alternativa legal de agro-negocio (Retes López et al. 2010) y podrían contribuir de manera significativa a la construcción de procesos efectivos de desarrollo económico y conservación de la vida silvestre (Cantú Ayala et al. 2011). Al buscar que sean sustentables, las UMA en vida libre adoptan una perspectiva de largo plazo, sin embargo en su definición y reglamentación no se incorporan aspectos que las vinculen con las condiciones futuras de los territorios, como las que se esperan con el cambio climático.

Con las UMA en vida libre se reconoce y permite el uso de las especies presentes en un área delimitada, al tiempo en que genera información de seguimiento para evaluar y en su caso adecuar los métodos de manejo, para mantener la vegetación y la calidad del hábitat para las especies de interés; es decir, son “laboratorios de experimentación” que buscan dar continuidad a las condiciones necesarias para la producción de las especies y el mantenimiento de los procesos ecológicos (Robles de Benito 2009). Estas características, junto con el interés *ex profeso* de los dueños del predio, hacen pensar que las UMA en vida libre también pueden ser instrumentos clave en la planeación e

implementación de acciones para reducir la vulnerabilidad e impulsar medidas de adaptación al cambio climático.

Los formatos que brinda la SEMARNAT para el registro de las UMA en vida libre contienen las especificaciones del plan de manejo y las hojas para su evaluación. En estos formatos sería útil incluir una sección en donde se analice la variabilidad climática actual, los eventos climáticos extremos y las condiciones climáticas futuras (o escenarios de cambio climático: Cavazos et al. 2013) y las métricas e indicadores para evaluar las acciones de aprovechamiento y conservación de la biodiversidad, de reducción de la vulnerabilidad y de adaptación al cambio climático. Es importante señalar que la calidad de la información para elaborar el plan de manejo y el llenado de los formatos de las UMA en vida libre depende en gran medida del criterio del técnico a cargo (Buda Arango et al. 2014), por lo que es crucial tener una plataforma de capacitación continua, así como el desarrollo de métodos estandarizados que permitan la evaluación y comparabilidad de los resultados (Gallina-Tessaro et al. 2009; CONABIO, 2012).

En la actualidad existe una gran variedad de UMA en vida libre a lo largo del país, de diversos tamaños, hábitats, dueños y propósitos, utilizan técnicas variadas de manejo de especies, del hábitat y de recopilación de información. La mayoría de las UMA en vida libre del Norte del país y algunas otras del Centro y Sur que se dedican al aprovechamiento cinegético, frecuentemente realizan manejo del hábitat; muchas de las especies cinegéticas son “ramoneadoras”, es decir consumen los brotes tiernos de la vegetación natural del sitio, lo que en ocasiones impide su establecimiento y frena los procesos de sucesión; por ello las acciones de manejo son clave para controlar este tipo de aspectos que podrían tornarse negativos para la conservación de la biodiversidad. Por ejemplo, para evitar que venado cola blanca impida los procesos de sucesión, es común la instalación temporal de comederos en donde se brinda suplemento alimenticio balanceado y vegetales provenientes de la actividad agrícola, así como la colocación de saladeros, la construcción de áreas de refugio y de aguajes artificiales; es de notar que, en general, el área usada para realizar este tipo de acciones es relativamente pequeña en comparación de la superficie total de la UMA en vida libre (Chillopa, com. pers.). Las estrategias de manejo del hábitat están reguladas en las diversas leyes ambientales del país; por ejemplo en las UMA de vida libre no está permitida la colocación de cercos físicos para retener a las especies de interés o impedir su movimiento a otros predios (LGVS, Artículo 73), pero sí es posible realizar acciones de mejora del hábitat como reforestación, siembra de plantas de la región, etc., para atraer a las especies de su interés.

Por su parte, es reconocido que los principales detonadores de la pérdida de vegetación a nivel regional están relacionados con los efectos de la agricultura y ganadería extensivas, con las

explotaciones mineras, así como la contaminación de los suelos por las actividades de extracción de petróleo y las de gas, actividades muy extendidas en las áreas rurales y que afectan el desempeño de las UMA en vida libre (Chillopa com. pers.). En los casos de pérdida de vegetación por destrucción, contaminación, degradación, desertificación o desequilibrio del hábitat de la vida silvestre, la LGVS prevé establecer programas de prevención, atención de emergencias y de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y la continuidad de los procesos ecológicos (Artículo 70), y los predios declarados como UMA en vida libre pueden ser clave para que esas actividades lleguen a buen término.

Existen muchos ejemplos de UMA en vida libre que han tenido éxito tanto económico como de mantenimiento del hábitat, pero también existe evidencia de que la falta de rigor científico en su registro y seguimiento ha provocado acciones contrarias a lo esperado con este esquema territorial (Sisk *et al.* 2007). Por ejemplo, en algunas UMA se han reportado acciones que se contraponen a lo estipulado en la LGVS, como en el caso de la introducción descontrolada de especies exóticas y la colocación de barreras físicas que impiden el movimiento natural de las especies silvestres (Weber *et al.*, 2006); igualmente se han documentado UMA con problemáticas para cumplir con los objetivos de sustentabilidad (García-Marmolejo *et al.*, 2008) y UMA donde existe sobreexplotación de los recursos, conflictos y desacuerdos sociales (Buda Arango *et al.* 2014).

En este punto cabe hacer una reflexión con la finalidad de situar de manera objetiva el aporte que las UMA en vida libre pueden tener para cumplir con las metas de conservación de la biodiversidad, de desarrollo sustentable y como sitios potenciales para realizar acciones de reducción de la vulnerabilidad de los sistemas socio-ambientales. En primera instancia es importante reconocer que tanto la conservación de la biodiversidad como la adaptación al cambio climático y el desarrollo sustentable son aspectos de carácter regional (Sánchez, 2011): las dinámicas ecológica, climática y social, así como sus interrelaciones, ocurren a distintas escalas de espacio-tiempo y no se restringen a un área determinada. Por ejemplo, la presencia de individuos de una especie en un predio no necesariamente indica que se está frente a una población viable y funcional; esos individuos puede ser parte de un *demos* fuente o sumidero (desde la perspectiva de metapoblaciones) que interactúa con otros *demos* de la región a través de una dinámica compleja y cambiante (Sánchez, 2011). Igualmente existe gran cantidad de interacciones bióticas y abióticas que se llevan a cabo dentro y fuera del predio, así como en periodos de tiempo variables y que son fundamentales para el mantenimiento de los procesos ecológicos, evolutivos y para el funcionamiento de los ecosistemas. Por su parte, para obtener buenos resultados en las UMA en vida libre, es fundamental el fomento y fortalecimiento de la comunicación entre los habitantes de una comunidad y entre comunidades, así

como su integración en los procesos de planeación, implementación y seguimiento de las acciones de aprovechamiento de la vida silvestre, conservación, restauración (Buda Arango et al. 2014).

De acuerdo con lo anterior es importante recapacitar en que la información que se genera en las UMA en vida libre es muy valiosa, pero tiene alcances limitados; el manejo de hábitat y el aprovechamiento de las especies basados sólo en esa información puede tener efectos contrapuestos a los objetivos de conservación; “... *un requisito básico para actuar con efectividad a favor de la conservación de la integridad biótica* [así como del desarrollo sustentable y en la reducción de la vulnerabilidad] *del entorno silvestre es expandir la percepción más allá del paisaje local y, especialmente, más allá de la duración de una vida humana*” (Sánchez, 2011). En ese sentido una perspectiva regional y social, que vaya más allá de los sitios donde se establecen las UMA en vida libre, es fundamental para que dichos instrumentos sean la punta de lanza para implementar medidas de adaptación, conservación y desarrollo sustentable. Entonces es clave la capacitación de los técnicos para que incluyan esta visión en los planes de manejo de las UMA en vida libre, y en la información de seguimiento.

El cambio climático y sus impactos en los ecosistemas y en los sistemas socio-ambientales son temas que actualmente se encuentran en un punto álgido de la agenda política y ambiental. Las evidencias científicas no dejan ninguna duda acerca de la urgencia de llevar a cabo acciones que limiten el aumento en las concentraciones de GEI y, al mismo tiempo acciones para que la sociedad se prepare ante los inminentes aumentos en la variabilidad climática, en los fenómenos climáticos extremos y del cambio climático de largo plazo. La participación activa y coordinada entre gobiernos (nacionales en sus distintos niveles pero también internacionales), diversas instituciones y la sociedad civil organizada, en la planeación, gestión y ejecución de esas acciones es esencial para alcanzar los objetivos.

Siguiendo con los argumentos anteriores, es necesario desarrollar un mecanismo en donde se vinculen de manera eficiente los esfuerzos individuales de las UMA en vida libre (y otros instrumentos de política ambiental) bajo una visión común para poder trascender el espacio local. Es a través de un conjunto articulado (interconexión-coordinación) de UMA en vida libre a lo largo de un territorio, enmarcado en y congruente con los propósitos regionales de conservación, de desarrollo sustentable y alineado con las estrategias para hacer frente a los riesgos e impactos negativos de las actuales y futuras variaciones ambientales y climáticas, que se podrían tener mejores resultados.

En ese sentido consideramos que el SUMA, actualmente administrado por SEMARNAT, tiene el gran desafío de trascender la actividad puramente administrativa. El reto requiere fortalecer a los recursos humanos, técnicos, tecnológicos y económicos que tiene la Dirección General de Vida

Silvestre, oficina de la SEMARNAT que se encarga del SUMA y que juega un papel central en la gestión de las UMA en vida libre a nivel nacional. Este esfuerzo deben reforzarse con la participación y coordinación de otras instancias del gobierno federal (como el INECC, CONAFOR, CONANP, entre otras), de los gobiernos municipales (quienes requerirán a su vez recursos humanos, técnicos y económicos), así como con otras organizaciones locales (academia, sociedad civil, entre otras). La participación y distribución de competencias entre las distintas instituciones debe quedar muy clara, de tal manera que se fortalezca a la(s) dependencia(s) con atribuciones directas en el establecimiento de UMA en vida libre, pero también es necesario construir un balance entre las atribuciones y la participación social. Se requiere la planeación programática y presupuestal, en el caso de las instituciones públicas, para el ejercicio de sus atribuciones y competencias; así como para el fortalecimiento en recursos humanos, metodológicos y herramientas tecnológicas; y se requiere de manera fundamental la voluntad política para respetar los acuerdos institucionales en el largo plazo. La participación de los diferentes actores juega un papel preponderante en la planeación, construcción de programas, planes y estrategias en donde se incluyan los temas de conservación de la biodiversidad, aprovechamiento sustentable y reducción de la vulnerabilidad, así como en la implementación, seguimiento y evaluación de las UMA en vida libre. Con esta visión se fortalece modelo de co-gestión territorial y gobernanza, considerando que a) el territorio es el resultado de una construcción social y por tanto su gestión sostenible debe basarse en procesos sociales e institucionales donde converjan las visiones compartidas de un modelo habilitador creado por la articulación de acciones, políticas e instituciones a nivel local, regional y nacional; b) promueve el uso de buenas prácticas, de mejores tecnologías y conocimientos en el manejo de los hábitats de las UMA en vida libre.



## Literatura Citada

- Alley R.B., J. Marotzke, W.D. Nordhaus, J.T. Overpeck, D.M. Peteet, R.A. Pielke Jr., R.T. Pierrehumbert, P.B. Rhines, T.F. Stocker, L.D. Talley y J.M. Wallace. 2003. Abrupt climate change. *Science* **299**:2005-2010. DOI: 10.1126/science.1081056
- Anselin L. 2013. GeoDa™ Software. GeoDa Center for Geospatial Analysis and Computation. Arizona State University. USA.
- Arellano Ríos A. 2011. El gobierno al interior del municipio mexicano: reflexiones en torno a su diseño institucional. *Región y Sociedad* **23**:59-90.
- Arriola Padilla V.J., E. Estrada Martínez, A. Ortega-Rubio, R. Pérez Miranda, A.R. Gijón Hernández. 2014. Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* **60**:37-49.
- Avila-Foucat V.S. y E. Pérez-Campuzano. 2015. Municipality socioeconomic characteristics and the probability of occurrence of Wildlife Management Units in Mexico. *Environmental Science and Policy* **45**:146-153.
- Bierbaum R., J.B. Smith, A. Lee, M. Blair, L. Carter, F.S. Chapin III, P. Fleming, S. Ruffo, M. Stults, S. McNeeley, E. Wasley y L. Verduzco. 2013. A comprehensive review of climate adaptation in the United States: more than before, but less than needed. *Mitigation and Adaptation Strategies of Global Change* **18**:361-406. DOI:10.1007/s11027-012-9423-1
- Blois, J.L., P.L. Zarnetske, M.C. Fitzpatrick y S. Finnegan. 2013. Climate change and the past, present and future of biotic interactions. *Science* **341**:499-504. DOI: 10.1126/science.1237184
- Bonan G.B., D. Pollard y S.L. Thompson. 1992. Effects on boreal forest vegetation on global climate. *Nature* **359**:716-718. DOI:10.1038/359716a0
- Bonilla-Moheno M., T. Mutchell Aide y M.L. Clark. 2012. The influence of socioeconomic, environmental, and demographic factors on municipality-scale land-cover change in Mexico. *Regional Environmental Change* **12**:543-557. DOI:10.1007/s10113-011-0268-z
- Bradshaw C.J.A., N.S. Sodhi, K.S.H. Peh y B.W. Brook. 2007. Global evidence that deforestation amplifies flood risk and severity in the developing world. *Global Change Biology* **13**:2379-2395. DOI:10.1111/j.1365-2486.2007.01446.x
- Buda Arango G., T. Trench y L. Durand. 2014. El aprovechamiento de palma camedor en la selva Lacandona, Chiapas, México ¿conservación con desarrollo? *Estudios Sociales (Hermosillo, Sonora)* **22**:200-223.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 2012. Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación (DOF 06-06-2012). México.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación (última reforma DOF 7-06-2013). México.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación (última reforma DOF 7-06-2013). México.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación (última reforma DOF 07-06-2013). México.
- Cantú Ayala C., F. González Saldivar, P. Koleff Osorio, J. Uvalle Saucedo, J.G. Marmolejo Monsivais, J. García Hernández, L. Rentería Arrieta, J. Delgadillo Villalobos, C. Resendiz Infante y E. Ortiz Hernández. 2011. El papel de las Unidades de Manejo Ambiental en la conservación de los tipos de vegetación de Coahuila. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* **2**:113-124.

- Cavazos T., J.A. Salinas, B. Martínez, G. Colorado, P. de Grau, R. Prieto González, A.C. Conde Álvarez, A. Quintanar Isaías, J.S. Santana Sepúlveda, R. Romero Centeno, M.E. Maya Magaña, J.G. Rosario de La Cruz, M.R. Ayala Enríquez, H. Carrillo Tlazazanatza, O. Santiesteban y M.E. Bravo. 2013. Actualización de escenarios de cambio climático para México como parte de los productos de la Quinta Comunicación Nacional. Informe Final del Proyecto al INECC. México.
- CONABIO. 2012. Proyecto de Evaluación de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) (1997-2008). Resultados de la Fase I: Gestión y Administración. Proyectos CONABIO: HV003, HV004, HV007, HV012 y HV019. México.
- CONAPO. 2010. Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010. CONAPO, México.
- Conde C. 2006. Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático: Descripción de un estudio de caso y los retos en las investigaciones actuales. En: Urbina J. y J. Martínez, (Eds). Más allá del cambio climático. Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global. 2006. SEMARNAT-INE-UNAM. México.
- CONEVAL. 2013. Medición de la pobreza en México y en las Entidades Federativas 2012. CONEVAL, México.
- de la Chapa Ladrón de Guevara y V.M. García González. 2007. El municipio, palanca del desarrollo ¿un intento frustrado? Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.
- Devictor V., R. Julliard, D. Couvet y F. Jiguet. 2008. Birds are tracking climate warming, but not fast enough. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Science* **275**:2743-2748. DOI:10.1098/rspb.2008.0878
- Diario Oficial de la Federación. 2014. Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018. México.
- Díaz-Gallegos J.R., J.F. Mas y A. Velázquez Montes. 2008. Monitoreo de los patrones de deforestación en el Corredor Biológico Mesoamericano, México. *Interciencia Revista de Ciencia y Tecnología de América* **33**: 882-890.
- Donnelly A., R. Yu y L. Liu. 2015. Trophic level responses differ as climate warms in Ireland. *International Journal of Biometeorology* **59**:1007-1017. DOI: 10.1007/s00484-014-0914-5
- Drever M.C., R.G. Clark, C. Derksen, S.M. Slattery, P. Toose y T.D. Nudds. 2012. Population vulnerability to climate change linked to timing of breeding in boreal ducks. *Global Change Biology* **18**:480-492. DOI:10.1111/j.1365-2486.2011.02541.x
- Eccardi F. 2003. El Corredor Biológico Mesoamericano en México. *Biodiveristas* **47**:4-7.
- Ellis E.C. 2011. Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* **369**:1010-1035. DOI:10.1098/rsta.2010.0331
- ESRI. 2011. ArcGIS Desktop: Release 10.1. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute. USA.
- Feddema J.J., K.W. Oleson, G.B. Bonan, L.O. Mearns, L.E. Buja, G.A. Meehl y W.M. Washington. 2005. The importance of land-cover change in simulating future climates. *Science* **310**:1674-1678. DOI:10.1126/science.1118160
- 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. DOI:10.1007/s10531-008-9423-3
- Fischer J. y D.B. Lindenmayer. 2007. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography* **16**:265-280. DOI:10.1111/j.1466-8238.2007.00287.x

- 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. DOI:10.1126/science.1111772
- Forero Díaz D.C. 2013. Eficiencia del marco normativo de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Tesis de Maestría, Colegio de la Frontera Sur. México.
- Gallina-Tessaro S.A., A. Hernández-Huerta, C.A., Delfín-Alfonso y A. González-Gallina. 2009. Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación Ambiental* **1**:143-152.
- Gallina-Tessaro S.A. y L.A. Escobedo-Morales. 2009. Análisis sobre las Unidades de Manejo (UMAs) de ciervo rojo (*Cervus elaphus* Linneaus, 1758) y wapití (*Cervus canadensis* (Erxleben, 1777) en México: problemática para la conservación de los ungulados nativos. *Tropical Conservation Science* **2**: 251-265.
- García-Marmolejo G., G. Escalona-Segura, y H. Van Der Wal. 2008. Multicriteria evaluation of Wildlife Management Units in Campeche, Mexico. *Journal of Wildlife Management* **72**:1194-1202. DOI:<http://dx.doi.org/10.2193/2006-050>
- Gay-García C., F. Estrada y A. Sánchez. 2009. Global and hemispheric temperatures revised. *Climatic Change* **94**:333-349. DOI:10.1007/s10584-008-9524-8
- Hansen, M.C, P.V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S.A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S.V. Stehman, S.J. Goetz, T.R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C.O. Justice y J.R.G. Townshend. 2013. High-resolution global maps of 21<sup>st</sup>-century forest cover change. *Science* **342**:850-853.
- Ibarra Salazar J., H. González y L. Sotres Cervantes. 2013. Aspectos políticos de la dependencia financiera en los municipios mexicanos. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales* **58**:139-170.
- INAFED. 2012. Desempeño institucional municipal: índice de planeación estratégica y evaluación municipal. Base de datos en línea, consultada el 20 de mayo de 2014 [http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/Desempeno Institucional Municipal](http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/Desempeno_Institucional_Municipal).
- INECC-SEMARNAT. 2014. Estatuto Orgánico del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. INECC-SEMARNAT. México.
- INECC-SEMARNAT. 2015. Primer informe bienal de actualización de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México, D.F.
- INEGI. 2005. Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250000, Serie III (continuo nacional). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- INEGI. 2010. Conjunto de datos vectoriales del Marco Geoestadístico Municipal, escala 1:250000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- INEGI. 2012. Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250000, Serie V (continuo nacional). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- IPCC. 2007. Summary for policymakers. En: Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. Linden y C.E. Hanson (Eds.). *Climate Change 2007: impacts, adaptation and Vulnerability. Contribution of working group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. UK.

- IPCC. 2013. Cambio climático 2013: bases físicas, resumen para responsables de políticas. OMM-PNUMA.
- IPCC. 2014. Climate change: approved summary for policymakers. OMM-PNUMA.
- Laurence, W.F. y G.B. Williamson. 2001. Positive feedbacks among forest fragmentation, drought, and climate change in the Amazon. *Conservation Biology* **15**:1529-1535.
- Laurence W.F. 2004. Forest-climate interactions in fragmented tropical landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* **359**: 345-352. DOI:10.1098/rstb.2003.1430
- Lim B. y E. Spanger-Siegfried (Eds). 2004. Adaptation policy frameworks for climate change: developing strategies policies and measures. Cambridge University Press. UK.
- Masera O. 1996. Deforestación y degradación forestal en México. Documentos de trabajo, 19. Grupos Ambientalistas IAP. México.
- Martínez J. y A. Fernández Bremauntz (compiladores). 2004. Cambio climático: una visión desde México. INE-SEMARNAT. México.
- Mendoza E.C. y D. Arellano Gault (Editores). 2014. Los gobiernos municipales a debate: un análisis de la institución municipal a través de la Encuesta INEGI 2009. CIDE- Coyuntura y Ensayo. México.
- Mendoza E., T.L. Fuller, H.A. Thomassen, W. Buermann, D. Ramírez-Mejía y T.B. Smith. 2013. A preliminary assessment of the effectiveness of the Mesoamerican Biological Corridor for protecting potential Baird's tapir (*Tapirus bairdii*) habitat in southern Mexico. *Integrative Zoology* **8**:35-47.
- Mittelbach G.G., D.W. Schemske, H.V. Cornell, A.P. Allen, J.M. Brown, M.B. Bush, S.P. Harrison, A.H. Hurlbert, N. Knowlton. H.A. Lessios, C.M. McCain, A.R. McCune, L.A. McDade, M.A. McPeck, T.J. Near, T.D. Price, R.E. Ricklefs, K. Roy, D.F. Sax, D. Schluter, J.M. Sobel y M. Turelli. 2007. Evolution and the latitudinal diversity gradient: speciation, extinction and biogeography. *Ecology Letters* **10**:315-331. doi:10.1111/j.1461-0248.2007.01020.x
- Montesino Pouzols F., T. Toivonen, E. Di Minin, A. Kukkala, P. Kullberg, J. Kuusterä, J. Lehtomäki, H. Tenkanen, P.H. Verbug y A. Moilanen. 2014. Global protected area expansion is compromised by projected land-use and parochialism. *Nature* **516**:383-386. DOI:10.1038/nature14032
- Naciones Unidas. 1994. Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África. UN.
- Naciones Unidas. 1992a. Convenio sobre la diversidad biológica. UN.
- Naciones Unidas. 1992b. Convención Macro de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. UN.
- Naciones Unidas. 1988. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. UN.
- Nobre C.A., P.J. Sellers y J. Shukla. 1991. Amazonian deforestation and regional climate change. *Journal of Climate* **4**:957-988.
- Núñez, T.A., J.J. Lawler, B.H. Mcrae, D.J. Pierce, M.B. Meade, B. Krosby, D.M. Kavanagh, P.H. Singleton, y J.J. Tewksbury. 2013. Connectivity planning to address climate change. *Conservation Biology* **27**:407-416.
- O'Brein K.L. y R. M. Leichenko. 2000. Double exposure: assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization. *Global Environment Change* **10**:221-323.
- O'Brein K. L., R. M. Leichenko, U. Kelkar, H. Venema, G. Aandahl, H. Tompkins, A. Javed, S. Bhadwal, S. Barg, L. Nygaard y J. West. 2004. Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. *Global Environmental Change* **14**:303-313.

- Ockendon N., D.J. Baker, J.A. Carr, E.C. White, R.E.A. Almond, T. Amano, E. Bertram, R.B. Bradbury, C. Bradley, S.H.M. Butchart, N. Doswald, W. Foden, D.J.C. Gill, R.E. Green, W.J. Sutherland, E.V.J. Tanner y J.W. Pearce-Higgins. 2014. Mechanisms underpinning climatic impacts on natural populations: altered species interactions are more important than direct effects. *Global Change Biology* **20**:2221-2229. DOI: 10.1111/gcb.12559
- Oreskes N. 2004. The scientific consensus on climate change. *Science* **306**:1686-1686. DOI:10.1126/science.1103618
- Ortiz-Monasterio Quintana A. 2011. La administración descentralizada de algunos aspectos del manejo de la vida silvestre en México: síntesis del proceso y marco jurídico. En: Sánchez O., P. Zamorano, E. Peters y H. Moya (Eds). Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México. SEMARTAN-INE-USF&WS-UPC-UAT-UAEM, México.
- Pérez J.L., M.A. Villalobos, F. Rosete, E. Navarro, E. Salinas y R. Remon. 2013. Cambio de la vegetación y del uso del suelo, 1976-2008. Informe interno INE-SEMARNAT. México.
- Perón G. y D.N. Koons. 2013. Intra-guild interactions and projected impact of climate and land use changes on North American pochard ducks. *Oecologia* **172**:1159-1165. DOI 10.1007/s00442-012-2571-x
- Pielke R.A., R. Avissar, M. Raupach, A.J. Dolman, X. Zeng y A.S. Denning. 1998. Interactions between the atmosphere and terrestrial ecosystems: influence on weather and climate. *Global Change Biology* **4**:461-475. DOI: 10.1046/j.1365-2486.1998.t01-1-00176.x
- Pitman A.J. 2003. The evolution of, and revolution in, land surface schemes designed for climate models. *International Journal of Climatology* **23**: 479-510. DOI: 10.1002/joc.893
- Ponce Adame E. 2005. Dificultades del desarrollo y vinculación externa de los municipios mexicanos: competitividad y cooperación. Ponencia presentada en la Tercera Semana de Economía en Memoria del Dr. Jaime Puyana Ferreira: Políticas Públicas Alternativas, UAM-Iztapalapa.
- Retes López R., M.I. Cuevas González, S. Moreno Medina, F.G. Denogean Ballesteros, F. Ibarra Flores y M. Martín Rivera. 2010. Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre como alternativa para "los nuevos agronegocios". *Revista Mexicana de Agronegocios* **27**:336-346.
- Robles de Benito R. 2009. Las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre y el Corredor Biológico Mesoamericano México. CONABIO Serie Acciones/ Número 2. CONABIO, SEMARNAT, CBMM, GEF. México.
- Rodríguez P., J. Soberón y H.T. Arita. 2003. El componente beta de la diversidad de mamíferos de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.): **89**:241-259.
- Rosete-Vergés F.A., J.L. Pérez-Damián, M. Villalobos-Delgado, E.N. Navarro-Salas. E. Salinas-Chávez y R. Remond-Noa. 2014. El avance de la deforestación en México, 1976-2007. *Madera y Bosques* **20**:21-35.
- Salinas Pulido M.G. 2005. Aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. En: Moreno-Casasola P., E. Perezbarbosa Rojas y A.C. Travieso-Bello. 2005. Estrategia para el desarrollo costero integral; el enfoque municipal. Instituto de Ecología A.C. y Gobierno del Estado de Veracruz. México.
- Sánchez O. 2011. La importancia de las escalas de espacio y de tiempo en la conservación de vida silvestre. En: Sánchez O., P. Zamorano, E. Peters y H. Moya (Eds). Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México. SEMARTAN-INE-USF&WS-UPC-UAT-UAEM. México.
- Schroeder R.L., R.A. Medellín, O. Ramírez Flores y A. Rojo Curiel. 2009. La importancia de los objetivos de hábitat en los planes de manejo de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). *Investigación Ambiental Ciencia y Política Pública* **1**:136-142.



- Schröter D., C. Polsky and A. Patt, A. 2005. Assessing vulnerabilities to the effects of global change: An eight step approach. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **10**: 573-596. DOI:10.1007/s11027-005-6135-9#page-1
- SEDESPA. 2006. Programa de ordenamiento ecológico del estado de Tabasco. Secretaría de Desarrollo Social y Protección al Ambiente, Gobierno de Tabasco. México. En línea: [http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/poet\\_tabasco.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/poet_tabasco.pdf)
- SEMARNAT. 2012. El Medio Ambiente en México 2013-2014, capítulo 2: ecosistemas. Informe Técnico. SEMARNAT, México. En línea: [http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_resumen14/00\\_mensajes/02\\_ecosistemas.html](http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/00_mensajes/02_ecosistemas.html)
- SEMARNAT. 2001. Proyecto Escalera Náutica del Mar de Cortés. Documento básico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. En línea [http://ccds.semarnat.gob.mx/regiones/r-no/2002-2004/sesiones\\_ordinarias/18\\_sesion\\_2001/esc-nau-18so-no.pdf](http://ccds.semarnat.gob.mx/regiones/r-no/2002-2004/sesiones_ordinarias/18_sesion_2001/esc-nau-18so-no.pdf)
- Shitangsu Kumar P. 2013. Vulnerability concepts and its application in various fields: a review on geographical perspective. *Journal of Life Earth Science* **8**:63-81. DOI:http://dx.doi.org/10.3329/jles.v8i0.20150
- Sisk T.D., A.E. Castellanos y G.W. Koch. 2007. Ecological impacts of wildlife conservation units policy in Mexico. *Frontiers in Ecology and the Environment* **5**: 209-212. DOI: 10.1890/1540-9295(2007)5[209:EIOWCU]2.0.CO;2
- Smit B. y O. Pilifosova. 2003. Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. *Sustainable Development* **8**: 879-912.
- Stein B.A., P. Glick, N. Edelson y A. Staudt (eds.). 2014. Climate-smart conservation: putting adaptation principles into practice. National Wildlife Federation. Washington D.C. USA.
- Suárez-Mota M.E. y O. Téllez-Valdés. 2014. Red de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad del Eje Neovolcánico Transmexicano analizando su riqueza florística y variabilidad climática. *Polibotánica* **38**:67-93.
- Systat Software. 2006. SigmaStat® versión 3.5. Dundas Software LTD, Germany.
- Swart R., R. Biesbroek y T. Capela Lourenço. 2014. Science of adaptation to climate change and science for adaptation. *Frontiers in Environmental Science* **2**:1-8. DOI:http://dx.doi.org/10.3389/fenvs.2014.00029
- Thomas C.D. y P.K. Gillingham. 2015. The performance of protected areas for biodiversity under climate change. *Biological Journal of the Linnean Society* **115**:718-730. DOI: 10.1111/bij.12510
- Thomas C.D., A. Cameron, R.E. Green, M. Bakkenes, L.J. Beaumont, Y.C. Collingham, B.F.N. Erasmus, M. Ferreira de Siqueira, A. Grainger, L. Hannah, L. Hughes, B. Huntley, A.S. van Jaarsveld, G.F. Midgley, L. Miles, M.A. Ortega-Huerta, A. Toensend Peterson, O.L. Phillips y S.E. Williams. 2004. Extinction risk from Climate change. *Nature* **427**:145-148. DOI:10.1038/nature02121
- Turner B.L., R.E. Kasperson, P.A. Matson, J.J. McCarthy, R.W. Corell, L. Christensen, N. Eckley, J.X. Kasperson, A. Luers, M.L. Martello, C. Polsky, A. Pulsipher, y A. Schiller. 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* **100**:8074-8079. DOI: 10.1073/pnas.1231335100
- Valdez R., J.C. Guzmán-Aranda, F.J. Abarca, L.A. Tarango-Arámbula y F.C. Sánchez. 2006. Wildlife conservation and management in Mexico. *Wildlife Society Bulletin* **34**:270-282. DOI:10.2193/0091-7648(2006)34[270:WCAMIM]2.0.CO;2



- Velázquez A., J.F. Mas, J.R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, P.C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J.L. Palacio. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica* **62**:21-37.
- Virkkala R., J. Pöyry, R.K. Heikkinen, A. Lehtikoinen y J. Valkama. 2014. Protected areas alleviate climate change effects on northern bird species of conservation concern. *Ecology and Evolution* **4**:2991-3003. DOI:10.1002/ece3.1162
- Watson J.E.M., T. Iwamura y N. Butt. 2013. Mapping vulnerability and conservation adaptation strategies under climate change. *Nature Climate Change* **3**:989-994. DOI:10.1038/nclimate2007
- Weber M., G. García-Marmolejo y R. Reyna-Hurtado. 2006. The tragedy of the commons: Wildlife Management Units in southeastern Mexico. *Wildlife Society Bulletin* **34**:1480-1488. DOI:10.2193/0091-7648(2006)34[1480:TTOTCW]2.0.CO;2
- Wilbanks T.J. y R.W. Kates. 1999. Global change in local places: how scale matters. *Climatic Change* **43**:601-628. DOI:10.1023/A:1005418924748
- Zarco A. 2010. Análisis preliminar de las Unidades de Manejo como instrumentos de conservación del hábitat para la conservación de la vida Silvestre. Informe Interno, Instituto Nacional de Ecología. México.
- Zhang D.D., P. Brecker, H.F. Lee, Y.Q. He y J. Zhang. 2007. Global climate change, war, and population decline in recent human history. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* **104**:19214-19219. DOI:10.1073/pnas.0703073104