

Dinámica paisajística y cambio de cobertura en la comunidad indígena de Cuzalapa, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (1972 a 2000)

Tomado de: <http://www.mexicodesconocido.com.mx/manantlan-jalisco-lugar-de-los-manantiales-y-del-maiz-primitivo.html>

Landscape dynamics and land-cover change in the indigenous community of Cuzalapa, Sierra de Manantlan Biosphere Reserve (1972 to 2000)

Oscar Gilberto Cárdenas-Hernández* y Peter R.W. Gerritsen

Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa Sur.
Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Ave. Independencia Nacional 151
Autlán de Navarro, Jalisco, México, C.P. 48900.

*Autor para correspondencia: oscar.cardenas@cucsur.udg.mx

Fecha de recepción: 15 de febrero de 2014/ Fecha de aceptación: 17 de junio de 2015

RESUMEN

Las transformaciones del paisaje, como los cambios de cobertura y uso del suelo, son procesos que modifican los ecosistemas, particularmente en las áreas tropicales del planeta. Por ello, se analizaron los patrones de cambio en el paisaje de la comunidad indígena de Cuzalapa, ubicada dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco, México, durante el periodo comprendido entre 1972 a 2000. Estos patrones se explican a través del estudio de la dinámica agraria de la comunidad desde un enfoque sociológico con la

ayuda de la percepción remota. La cobertura en Cuzalapa cambió durante el periodo de estudio, la superficie boscosa disminuyó en casi 20 %, lo que coincidió con la apertura de áreas dedicadas a la agricultura y la ganadería; siendo la expansión ganadera el factor principal de transformación del paisaje de la comunidad. Este es un claro ejemplo de la dinámica agraria y del paisaje en muchas de las comunidades del país, en las que la apertura de áreas para actividades agrícolas y pecuarias, a expensas de las superficies boscosas, ha moldeado el territorio

con los consecuentes impactos ambientales y sociales.

PALABRAS CLAVE: Dinámica del paisaje, procesos sociales, Manantlán.

ABSTRACT

Landscape transformations such as land-cover and land-use change are processes that modify ecosystems, particularly in the tropical regions at a global scale. In this paper we analyze the patterns of change in the landscape of the indigenous community of Cuzalapa, located within the Sierra de Manantlan

Biosphere Reserve, Jalisco, Mexico, during the period of 1972 to 2000. These patterns are explained through the analysis of the community's rural dynamics from a sociological approach with the help of remote sensing. Our results show that land-cover in Cuzalapa changed during the period analyzed, with a loss of approximately 20 % of forested area, that coincided with the opening of areas for agriculture and livestock; the expansion of extensive livestock activities appeared to be the main factor for the transformation of Cuzalapa's landscape. In this sense, Cuzalapa represents a clear example of landscape and agrarian dynamics in Mexico's rural areas, where forests are transformed into croplands or grasslands, with the corresponding environmental and social impacts.

KEYWORDS: Landscape dynamics, social processes, Manantlan.

INTRODUCCIÓN

Las actividades agropecuarias y forestales son una de las muchas manifestaciones de las interacciones que existen entre las sociedades humanas y la naturaleza. A través de estas prácticas se transforma el paisaje, y con ello, la diversidad biológica que contiene. Estas transformaciones antropogénicas tienen un impacto sobre la disponibilidad de recursos naturales (productos y servicios, incluyendo la biodiversidad), la cual, a su vez, influye en las posibilidades que tiene cualquier comunidad humana para desarrollarse (Ploeg, 2008). El grado de las transformaciones depende de la organización socio-política de una sociedad, de la tecnología con que cuenta (Bifani, 1997), así como de las características específicas (ecológicas y ambientales), de los recursos naturales (Ploeg, 2008). También depende de los procesos socio-políticos que

inciden en una determinada sociedad (Bifani, 1997).

En este contexto, los conceptos "co-producción", "estilos agrarios" y "diversidad en recursos", son herramientas útiles para el entendimiento de las interacciones entre sociedad y naturaleza, es decir, la relación entre los sistemas productivos y los recursos naturales. Estos conceptos parten de una perspectiva sociológica, esto es, desde la perspectiva particular de los productores (Long, 2001; Gerritsen, 2010), contrario a otros enfoques, principalmente ecológicos, que ponen al ecosistema central en su análisis (Berkes y Folke, 2000; Gunderson y Holling, 2002).

El término co-producción se refiere a las múltiples relaciones que existen entre campesinos y su entorno natural, el cual se transforma a través de la agricultura y la ganadería. Estas transformaciones tienen como consecuencia un proceso de diferenciación, tanto de las comunidades rurales como del entorno natural, permitiendo tanto el surgimiento de determinadas organizaciones sociales o tecnologías, como de recursos naturales específicos (Gerritsen, 2010). El impacto del proceso de diferenciación en las comunidades rurales, y la naturaleza que las rodean, se puede entender con el término de estilos agrarios cuando se enfoca en las estrategias productivas. Asimismo, se le puede entender con el término de diversidad en recursos, cuando se gira la atención hacia la diversidad biológica presente en un paisaje.

El término estilos agrarios hace referencia al cuerpo compartido de nociones e ideas de un grupo de campesinos en relación a la agricultura, así como las respuestas activas de estos campesinos frente a condiciones

ecológicas, socioeconómicas y políticas (Ploeg, 1994). En otras palabras, se refiere a las estrategias de vida de los actores locales, tal como lo entienden y como lo describen. El término diversidad en recursos alude a la variedad en recursos naturales como resultado de la co-producción, entendido desde la perspectiva campesina, es decir, cómo los campesinos la conocen y manejan de manera activa. De esta forma, se entiende a la diversidad en recursos como el resultado directo del trabajo agropecuario (Gerritsen, 2002).

La diversidad en recursos que surge como resultado del proceso de co-producción tiene sus efectos tanto sobre el paisaje, como sobre la sociedad rural. Con respecto al paisaje y la diversidad que contiene, puede haber un enriquecimiento o una degradación de la misma. Para las comunidades rurales, una diversidad en recursos transformada puede asegurar la continuidad de las actividades agropecuarias, así como inducir nuevas posibilidades o limitaciones.

Al analizar el impacto del proceso de co-producción sobre el paisaje y los recursos naturales que contiene, es posible encontrar que este impacto puede causar una homogeneización o una diferenciación en el paisaje natural, transformando los recursos naturales existentes, por ejemplo, cambiando los patrones de cobertura vegetal y uso del suelo. A su vez, estas transformaciones en la diversidad paisajística pueden tener impactos positivos o negativos sobre la biodiversidad, es decir, un aumento o una disminución en la riqueza de especies.

En la década de los ochenta las estrategias gubernamentales para la conservación de

la biodiversidad se centraron en el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP). Entre ellas destacan las reservas de la biosfera, las cuales buscan compaginar la conservación con acciones de desarrollo sustentable (López-Hoffman y col., 2010). En este contexto, se hace frecuentemente referencia a la "modalidad mexicana" (Halffter, 1984; Halffter, 1987), refiriéndose al estilo propiamente mexicano de manejar las reservas, donde se considera la conservación no solamente como una mera protección de los ecosistemas y las especies, sino también como una forma de asegurar su continuidad por medio del uso sustentable de los recursos naturales y de la restauración ecológica. Para lograrlo, se considera la participación local, la investigación aplicada al manejo sustentable de los recursos naturales y la coordinación interinstitucional. La entidad gestora para cada reserva de la biosfera en México es un organismo denominado Dirección de la Reserva, dependiente de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (INE, 2000).

En el estudio de los procesos de degradación ambiental, la investigación multi e interdisciplinaria ha cobrado importancia, ya que incorpora al análisis las variables socioeconómicas asociadas con el manejo de los recursos naturales y que causan directa o indirectamente los cambios en la cobertura vegetal y uso del suelo (Krausmann y col., 2003; Gibon y col., 2010; Wehner y col., 2014). Aunque se han realizado estudios cuantitativos y cualitativos sobre

dónde, cuándo y por qué tales cambios se están presentando a nivel global, regional y local (Lambin y Geist, 2003; Lepers y col., 2005), los resultados todavía son incompletos y muy frecuentemente poco acertados, generalmente debido a las escalas de análisis (Yiran y col., 2012).

Para entender de manera precisa los procesos de cambio en la cobertura vegetal y el uso del suelo (y quizá la más rápida y efectiva) se realizan estudios a escala regional y local (Boyd y Foody, 2011). Un análisis a estos niveles puede generar conocimientos sobre los procesos de cambio de uso de suelo y deforestación (Bocco y col., 2001; Perez-Verdin y col., 2009; Yiran y col., 2012).

Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue analizar los patrones de cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo en la comunidad indígena de Cuzalapa, ubicada en la vertiente sur de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán en el Occidente de México, desde una perspectiva sociológica de sus habitantes con apoyo de herramientas de percepción remota.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Este estudio se realizó en la comunidad indígena de Cuzalapa, que cubre una superficie de 23 967 ha y se encuentra ubicada en la vertiente sur de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, entre las coordenadas 19°23'27" y 19°37'33" de latitud norte y 104°10'52" y 104°25'43" de longitud oeste (Figura 1).

La mayor parte (65 %) del territorio de Cuzalapa se encuentra dentro de la zona de

amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) y una parte importante (10 %), está dentro de la zona núcleo Manantlán-Las Joyas. Los demás terrenos se encuentran afuera de la RBSM, en su zona de influencia (Cárdenas, 2008).

La comunidad indígena de Cuzalapa tiene aproximadamente 1 500 habitantes, distribuidos en un poblado principal y varias rancherías (Gerritsen, 2010). Cuzalapa es una comunidad indígena de origen nahua; sin embargo, el proceso de desplazamiento cultural ha sido en detrimento de las raíces indígenas. Hoy día ya no se encuentran elementos indígenas, excepto por los rasgos físicos de los pobladores y las celebraciones de algunas fiestas religiosas (Gerritsen y Díaz, 2012).

La economía familiar de los habitantes de Cuzalapa se basa en la agricultura y la ganadería, la cual es complementada por el trabajo asalariado, la cacería, la pesca y la recolección de productos forestales no maderables. Los sistemas de cultivo varían en función del tipo de tierras. En las parcelas de temporal existen dos sistemas de cultivo principales: el sistema de yunta en los terrenos más o menos planos, donde la preparación de la tierra se realiza con tractor o bestias y se cultiva por lo general año con año. En los terrenos con pendientes pronunciadas y con pedregosidad elevada donde el uso de la tracción animal o mecánica es prácticamente imposible, se practica el cultivo de maíz en coamil bajo el sistema de cultivo de tumba-roza-que-ma. Las parcelas de coamil son sembradas uno o dos años y posteriormente se dejan en reposo por un periodo de 5 años a 6 años,

después de los cuales son cultivadas nuevamente. El cultivo se desarrolla a lo largo de la temporada de lluvias. En temporada seca se cultiva maíz y frijol en los llamados “regadillos”, que es un sistema tradicional de irrigación, donde el trabajo del suelo se realiza ya sea con tractor o con el uso de bestias. La milpa irrigada es más importante (en número de parcelas, superficies y demanda de trabajo) que el cultivo de maíz de temporal. Además, el cultivo de maíz de riego presenta menos riesgos de pérdida de cosecha (Gerritsen, 2002).

Por otra parte, la presencia de ganado bovino en la comunidad tiene una historia de más de cien años. La ganadería cobró una importancia mayor en la comunidad de Cuzalapa a partir de la década de los treinta y se estima la existencia de un total de 2 500 a 3 000 cabezas de ganado a finales de la década de los noventa. Sin embargo, la distribución del ganado varía considerablemente entre los diferentes productores, ya que existen algunos que tienen de una a dos reses, hasta comuneros que tienen más de 500 cabezas de ganado, siendo unos pocos los productores que poseen la mayor parte del ganado en la comunidad (Gerritsen, 2010).

Métodos

Para entender los procesos sociales detrás de los patrones de cambio en la cobertura y uso del suelo en Cuzalapa se aplicaron diferentes métodos de investigación social (Bernard, 2011). Primero, se realizó una revisión de bibliografía y de archivos históricos con el fin de obtener una primera idea de los cambios ocurridos en el paisaje de la comunidad bajo estudio. La bibliografía se relaciona no solamente

con la comunidad indígena de Cuzalapa, sino también con la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán en general. El archivo histórico consultado fue el Registro Agrario Nacional de la Secretaría de Reforma Agraria, con sede en Guadalajara, Jalisco. Segundo, se aplicaron 20 entrevistas semiestructuradas a informantes clave con el fin de obtener un panorama general de los actores y factores sociales que influyen en el cambio de uso de suelo y la deforestación (Gerritsen, 2002).

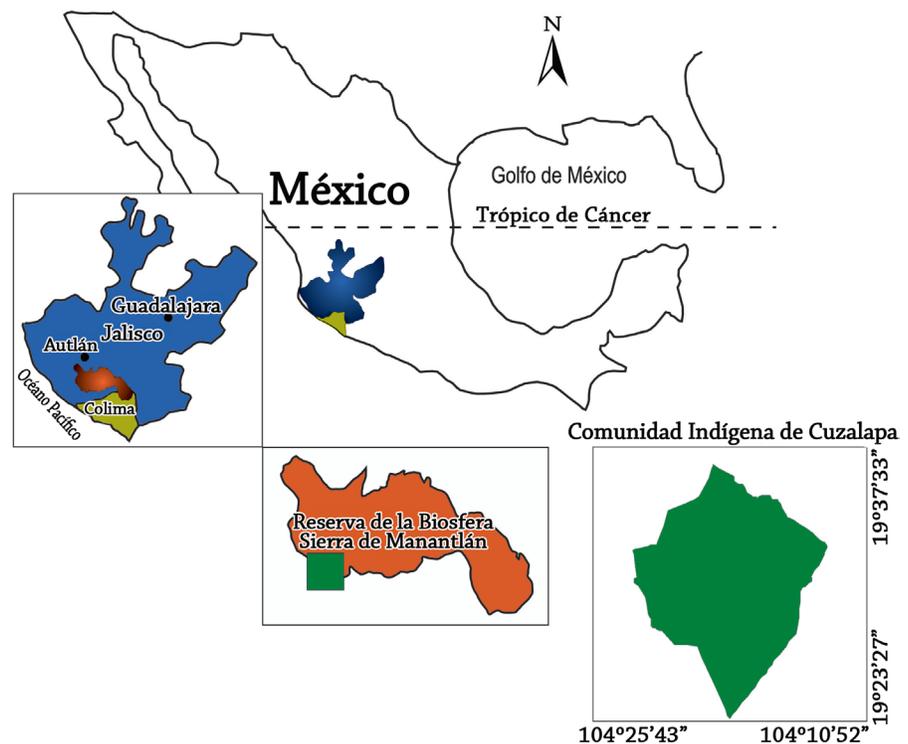
El estudio de los patrones de cambio de cobertura y uso de suelo se realizó a través del análisis de imágenes de satélite LANDSAT, que incluyeron dos escenas del sensor LANDSAT MSS (Multi Spectral Scanner),

correspondientes a los años 1972 y 1980 de las misiones LANDSAT 1 y LANDSAT 3 respectivamente, y dos escenas del sensor LANDSAT TM (Thematic Mapper), correspondientes a los años 1990 y 2000 de la misión LANDSAT 5. Con ayuda del módulo “Expand” del programa IDRISI Selva (Jensen, 2005), se incrementó la resolución espacial de las imágenes de los años 1972 y 1980; en este contexto, todas las imágenes analizadas tuvieron un tamaño de pixel de 30 m y una resolución espectral de cuatro bandas, incluyendo aquellas correspondientes a los colores básicos (Banda 1-azul; Banda 2-verde; Banda 3-rojo) y al infrarrojo cercano (Banda 4-infrarrojo cercano).

Las imágenes fueron cla-

Figura 1

Ubicación de la comunidad indígena de Cuzalapa.
Figure 1. Location of the indigenous community of Cuzalapa.



sificadas en cuatro categorías de cobertura y uso del suelo (Rzedowski, 2006): Clase 1, uso agropecuario, que incluye aquellas áreas destinadas a la agricultura o al uso pecuario como los pastizales; Clase 2, vegetación secundaria, que incluye matorrales y etapas sucesionales tempranas; Clase 3, bosques tropicales, que incluye a los bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios; y Clase 4, bosques templados, que incluye a los bosques de pino, pino encino y mesófilos de montaña. Para realizar la clasificación se utilizó el algoritmo Maximum Likelihood Classifier con ayuda del programa IDRISI Selva (Jensen, 2005; Schmook y col., 2011).

El algoritmo fue ejecutado utilizando como apoyo sitios de entrenamiento desarrollados a partir de la leyenda generada al inicio del proceso. En este sentido, se tomaron por lo menos 10 píxeles por cada tipo de cobertura y uso del suelo para cada banda del sensor correspondiente, de tal manera que se generaran sitios con una muestra representativa de cada una de las clases. La unidad mínima cartografiada a la escala del presente trabajo corresponde a polígonos de 4 x 4 celdas (píxeles).

Al concluir con el proceso de clasificación se evaluó la exactitud del mismo, utilizando una matriz de confusión, la cual muestra la relación entre dos series de medidas correspondientes al área de estudio (Congalton y Green, 2009). La primera serie corresponde a datos de referencia adquiridos de observaciones de campo, interpretación de fotos aéreas y otras fuentes de información como Google Earth. La segunda corresponde a la categorización de los píxeles realizada por el clasificador para las clases de interés. En una

matriz de confusión, las columnas corresponden a los datos de referencia, mientras que las filas corresponden a las asignaciones del clasificador.

Para evaluar los cambios en la cobertura y uso del suelo en Cuzalapa, se utilizó el proceso de detección de cambios por comparación en post-clasificación (Jensen, 2005). Este método permite analizar la dinámica de cambio en un lugar, ya que genera un modelo que indica la cobertura que existía y por cual fue remplazada, ofreciendo un panorama muy claro acerca de la dinámica de cambio a la que ha estado sujeta la cobertura vegetal y el uso del suelo (Eastman y Sangermano, 2014). Una de las desventajas de este método radica en que la exactitud depende de las dos clasificaciones individuales (Viña y col., 2004).

Para evaluar la pérdida de superficies boscosas en Cuzalapa, se realizó un análisis de deforestación general mediante la siguiente ecuación:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{A_1 - A_2}{A_1} \right) 1/t$$

Donde:

A1 = Áreas forestales al principio del periodo.

A2 = Áreas forestales al fin del periodo.

t = Número de años en el periodo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comunidad indígena de Cuzalapa ha tenido múltiples cambios socio-culturales y paisajísticos a lo largo de su historia que ha influido el proceso de co-producción, los estilos agrarios presentes y la diversidad en recursos en el paisaje

rural (Gerritsen, 2002; Gerritsen y Díaz, 2012). Estos cambios han estado ligados a procesos locales y externos que han moldeado el territorio sobre el cual se asienta la comunidad actualmente. Si bien el énfasis en este trabajo se centra en el periodo 1972 a 2000, se presenta primero un breve recuento histórico para entender mejor la conformación del paisaje en esta comunidad, para posteriormente presentar los resultados del periodo de estudio.

La conformación histórica del paisaje de Cuzalapa en el periodo 1524 a 1970

Los primeros cambios de mayor magnitud en el paisaje de Cuzalapa se presentan en el siglo XVI con la llegada de los españoles en 1524; sin embargo, no fue sino hasta después de la revolución mexicana, con la llegada y el establecimiento de campesinos mestizos en la comunidad, que se introdujo la ganadería extensiva como una práctica generalizada de uso y manejo de recursos naturales. El grupo que desarrolla dicha actividad ha dominado la asamblea general de comuneros y el proceso de distribución de la tierra, sobre todo las comunales. De esta manera, hoy en día la mayoría de los campesinos mestizos tienen en posesión una gran parte de los terrenos comunales (Gerritsen, 2002). Asimismo, la llegada de estos mestizos indujo un proceso donde la población indígena ha perdido casi todos los elementos culturales restantes. Debido a que fueron recibidos de manera pacífica, a través del tiempo, los mestizos y los indígenas se casaron entre ellos, lo cual ha causado que actualmente sus diferencias se dan únicamente en los rasgos físicos de la población, así como algunas

fiestas religiosas que pueden considerarse como el resultado de una hibridación entre las creencias indígenas y el catolicismo (Gerritsen y Díaz, 2012).

La expansión ganadera ha sido un factor que, por lo menos en este primer periodo, ha causado una transformación gradual del paisaje de Cuzalapa. Sin embargo, una empresa forestal privada, que logró obtener la concesión forestal en los terrenos de la comunidad en el periodo 1940 a 1969, generó un mayor impacto negativo sobre los bosques de la comunidad, debido a la extensa deforestación causada, lo cual generó a su vez graves daños al patrimonio natural de Cuzalapa. Los conflictos sobre la explotación forestal también dividieron a la comunidad y fue hasta el periodo 1967 a 1969 que el grupo de comuneros opositor logró cancelar la concesión forestal (Gerritsen, 1995).

Dinámica paisajística y

cambio de cobertura en el periodo 1972 a 2000

Si bien el paisaje de la comunidad indígena de Cuzalapa ha estado sujeto a transformaciones desde el siglo XVI, estos cambios no habían sido registrados de manera cuantitativa en ningún trabajo anterior por la falta de información y datos al respecto, lo cual se resolvió, en gran parte, por la aparición a principios de los setenta, de los primeros sensores remotos capaces de detectar cambios en la superficie terrestre.

Los resultados del estudio mostraron que la cobertura vegetal y el uso del suelo en Cuzalapa, han seguido un patrón de cambio que coincide con los procesos sociales y productivos, y los impactos sobre la naturaleza que se han desarrollado en la región en los últimos cuarenta años. Por un lado, se observó la pérdida de casi la mitad de los bosques templados en el norte de Cuzalapa (Tabla 1; Figura 2), justo donde

se encontraban los aserraderos que explotaron los bosques en las partes altas de la Sierra de Manantlán, y que fueron detenidos con el establecimiento de la Reserva de la Biosfera a finales de la década de los ochenta. A pesar de ser las primeras en obtener el decreto de ANP en 1987, la explotación maderera todavía continuó unos años más en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, hasta que se estableció la Dirección de la Reserva a mediados de los noventa como órgano gestor y regulador del aprovechamiento de recursos en el área natural protegida.

Las leyes y reglamentos que regulan el uso y manejo de los recursos naturales en las reservas de la biosfera no son los mismos que se aplican fuera de ellas (Gerritsen y Forster, 2001). El control es diferenciado de acuerdo con la zonificación del área (Gerritsen, 1998; Kreutzer y Gerritsen, 1998). Este es mucho más estricto en las zonas núcleo

Tabla 1

Cambios en la superficie boscosa de la comunidad indígena de Cuzalapa durante el periodo comprendido de 1972 a 2000.

Table 1. Changes in forested areas in the indigenous community of Cuzalapa during the period of 1972 to 2000.

Tipo de cobertura y uso del suelo	1972		1980			1990			2000		
	Sup. (ha)	% en el periodo	Sup. (ha)	% en el periodo	Porcentaje de cambio en el periodo	Sup. (ha)	% en el periodo	Porcentaje de cambio en el periodo	Sup. (ha)	% en el periodo	Porcentaje de cambio en el periodo
Uso agropecuario	532.03	2.2 %	1 751.31	7.3 %	329.2 %	4 060.31	16.9 %	231.8 %	4 307.50	18.0 %	106 %
Vegetación secundaria	249.18	1.0 %	181.13	0.8 %	72.7 %	634.06	2.6 %	350.1 %	1 339.13	5.6 %	211 %
Bosques tropicales	4 918.86	20.5 %	6 485.56	27.1 %	131.9 %	8 926.75	37.2 %	137.6 %	8 347.13	34.8 %	94 %
Bosques templados	18 267.49	76.2 %	15 549.56	64.9 %	85.1 %	10 346.44	43.2 %	66.5 %	9 973.81	41.6 %	96 %
TOTAL	23 967.56	100 %	23 967.56	100 %		23 967.56	100 %		23 967.56	100 %	

y existe un número considerable de reglas para el aprovechamiento de los recursos (Graf y col., 1999). Esta ANP está dividida en zonas de manejo, que incluyen tres áreas núcleo ubicadas en las partes altas de la Sierra ("El Tigre", "Manantlán-Las Joyas" y "Cerro Grande") y un área de amortiguamiento que las rodea y termina en los límites de la reserva.

En este contexto, la dinámica del paisaje en el área, que involucra cambios en la cobertura y uso del suelo, presenta diferentes manifestaciones de acuerdo con la zonificación de la reserva, ya que los principales cambios se dan generalmente en las zonas

de amortiguamiento (Figuroa y Sánchez-Cordero, 2008; Terra y col., 2014), en las que se generan procesos de degradación ambiental como la erosión de suelos, la fragmentación de hábitats y la modificación en la composición de especies (Achard y col., 2002; Soto-Galera y col., 2010).

Dadas las condiciones ambientales de la zona, parte de las áreas explotadas fueron cubiertas por bosque tropical (subcaducifolio en las partes altas y caducifolio en las partes más bajas), mientras que, en las partes más bajas y cercanas al centro de población, esta cobertura fue transformada en pastizales y cultivos agrícolas

(Tabla 1; Figura 2).

La mayor pérdida de bosques se registró durante el periodo comprendido entre 1980 y 1990, en el cual se perdió un poco más del 10 % de la superficie boscosa, con una tasa de deforestación anual de alrededor del 1 %; esta se redujo en el periodo de 1990 a 2000 a sólo el 0.12 % por año (Tabla 2). Estos resultados son soportados por el análisis de la evaluación de la exactitud en la clasificación de las imágenes de satélite, que indica una exactitud total de por lo menos el 70 % para cada uno de los mapas realizados (Tabla 3).

La dinámica paisajística y el

Tabla 2

Patrones de cambio en la cobertura y uso del suelo en la comunidad indígena de Cuzalapa durante el periodo comprendido de 1972 a 2000.

Table 2. Patterns of change in land-cover and land-use in the indigenous community of Cuzalapa during the period of 1972 to 2000.

Año	Superficie total (ha)	Superficie boscosa (ha)	Áreas abiertas (ha)	% de la superficie boscosa	Pérdida de bosque / periodo (ha)	% de cambio en la superficie boscosa por periodo	% de cambio en la superficie boscosa / año por periodo	% de superficie boscosa en 1970 remanente al final del periodo	% de superficie boscosa en 1970 perdida al final del periodo	% de cambio acumulado en la superficie boscosa / año desde 1970
1972	23 968 ha	23 436 ha	532 ha	97.8 %						
1980	23 968 ha	22 216 ha	1 751 ha	92.7 %	1 219 ha	- 5.2 %	- 0.51 %	94.8 %	5.2 %	- 0.67 %
1990	23 968 ha	19 907 ha	4 060 ha	83.1 %	2 309 ha	- 10.4 %	- 0.99 %	84.9 %	15.1 %	- 0.58 %
2000	23 968 ha	19 660 ha	4 308 ha	82.0 %	- 247 ha	- 1.2 %	- 0.12 %	83.9 %	16.1 %	- 0.46 %

Tabla 3

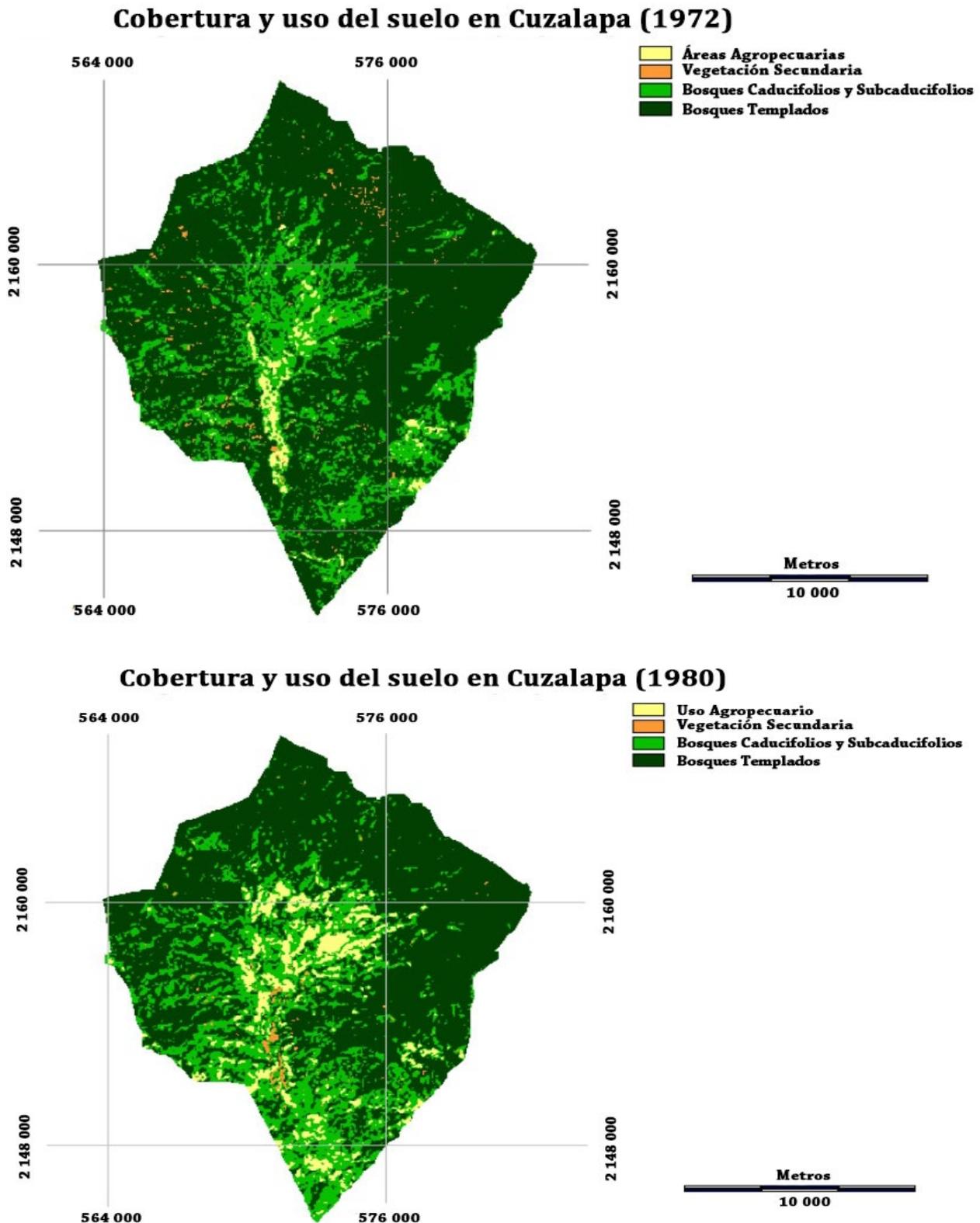
Exactitud total del mapa para cada una de las clasificaciones realizadas.

Table 3. Map accuracy for each classification.

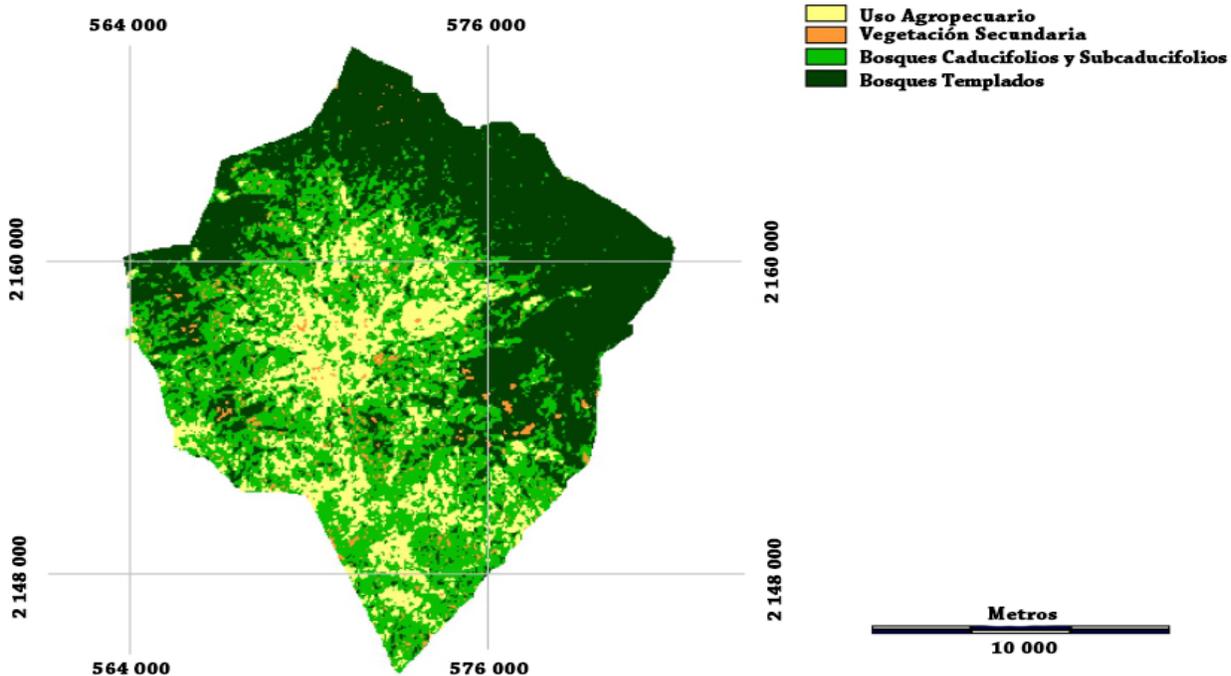
	1972	1980	1990	2000
Exactitud total del mapa	79.2 %	76.7 %	71.7 %	70.8 %
Análisis k	71.8 %	68.1 %	61.6 %	60.1 %

Figura 2

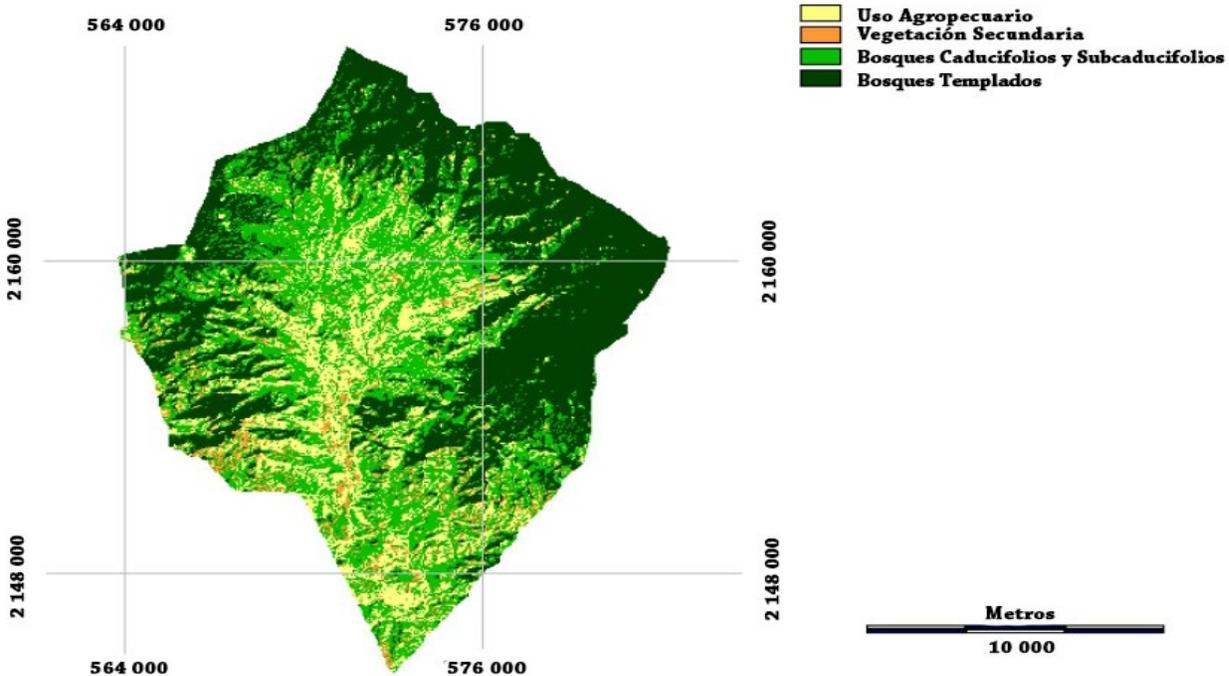
Patrones de cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo de la comunidad indígena de Cuzalapa (1972 a 2000).
Figure 2. Patterns of change in land-cover and land-use in the indigenous community of Cuzalapa (1972 to 2000).



Cobertura y uso del suelo en Cuzalapa (1990)



Cobertura y uso del suelo en Cuzalapa (2000)



cambio de cobertura en la comunidad durante el periodo de 1972 a 2000 se debe a tres principales factores: 1) la expansión de la ganadería extensiva (1972 a 2000); 2) la explotación forestal comercial a principios de los ochenta (1981 a 1983) y; 3) el decreto de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (1987 a la fecha). Los mayores cambios que impactaron en la conformación del paisaje de Cuzalapa se presentaron en el periodo 1980 a 1990.

La ganadería tiene una larga historia en el occidente de México (Louette y col., 1997), sin embargo, es desde la década de los setenta que la producción de ganado cobró mayor importancia en Cuzalapa, y el paisaje se transformó para enfrentar las necesidades de forraje y pastoreo (Martínez y Gerritsen, 2007). En el caso específico de Cuzalapa, las parcelas agrícolas se han transformado a pastizales, y grandes áreas con cobertura forestal han sido convertidas para incrementar la disponibilidad de pastura (Gerritsen, 2002).

En el periodo de estudio, la superficie con uso agropecuario se incrementó cuatro veces en detrimento de las superficies boscosas de la comunidad (Tabla 1), lo que coincide con lo expuesto por diferentes trabajos sobre deforestación llevados a cabo en el país (CONAFOR, 2003; Galindo y col., 2009; Bravo y col., 2010), que señalan a la política agropecuaria como una de las principales responsables de la deforestación

y degradación de los bosques del país.

En tanto a la explotación de los bosques, un grupo de comuneros intentó reanudar la explotación forestal en 1981, supuestamente en beneficio de toda la comunidad, pero después de problemas similares a la primera explotación, el grupo opositor logró pararla en 1984, vinculándose con los promotores de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (Gerritsen, 2002).

Otro factor importante que influyó en la transformación del paisaje en Cuzalapa fue el establecimiento de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán a principios de 1987, por el que las tasas de deforestación disminuyeron. En la década de 1980 a 1990 se presentó una tasa superior al 10 % anual, mientras que para la década siguiente (1990 a 2000) esta se redujo a tan sólo un 1.2 % anual (Tabla 2). Aunque se conserva la misma tenencia de la tierra, se aplican un gran número de nuevas reglas en relación al uso y manejo de recursos naturales. Específicamente, parte del territorio de la comunidad se convirtió en zona núcleo, donde se prohíbe cualquier actividad productiva, mientras casi la totalidad de los demás terrenos ahora se ubican en zona de amortiguamiento, sujetos a un gran número de reglas y restricciones sobre el uso de la tierra (Gerritsen, 2002). Para la comunidad de Cuzalapa la reserva funciona protegiendo los bosques y servi-

cios ambientales asociados a los mismos (Cárdenas, 2008). Sin embargo, es necesario realizar nuevos estudios para entender los efectos a largo plazo del área natural protegida sobre la superficie boscosa no sólo de Cuzalapa, sino del resto de las comunidades rurales enclavadas dentro y en los límites de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

CONCLUSIONES

Los resultados del análisis de los patrones de cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo en Cuzalapa mostraron una reducción de las áreas cubiertas por bosques durante el periodo de estudio 1972 a 2000. El impacto de las actividades productivas en el paisaje tiene un carácter diferencial, sobre todo cuando se inserta un modelo de manejo diferenciado como lo son las reservas de la biosfera. Una vez que la presencia institucional de la reserva de la biosfera se fortalece a partir de la creación de un órgano gestor, la pérdida de la masa forestal en Cuzalapa se reduce considerablemente. ■

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero recibido para la realización de este trabajo por parte de COECYTJAL (proyecto número 25-2008-917) y de la Universidad de Guadalajara, a través de las convocatorias de investigación emitidas por el Centro Universitario de la Costa Sur.

REFERENCIAS

- Achard, F., Eva, H. D., Stibig, H. J., Mayaux, P., Gallego, J., Richards, T., and Malingreau, J. P. (2002). Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science*. 297(5583): 999-1002.
- Bifani, P. (1997). *Medio ambiente y desarrollo*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara. 699 Pp.
- Berkes, F. and Folke, C. (2000). *Linking social and ecological systems. Management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge: Cambridge University Press. 459 Pp.
- Bernard, H. R. (2011). *Research Methods in Anthropology: Qualitative and Quantitative Approaches*. New York: Altamira Press, Rowman and Littlefield Publishers, Inc. 821 Pp.
- Bocco, G., Mendoza, M., Duhau, E., Lo, E., and Lopez, E. (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe: A case in Morelia city, Mexico. *Landscape and Urban Planning*. 55(4): 271-285.
- Boyd, D. S. and Foody, G. M. (2011). An overview of recent remote sensing and GIS based research in ecological informatics. *Ecological Informatics*. 6: 25-36.
- Bravo, P. L. C., Doode, M. O. S., Castellanos, V. A. E. y Espejel, C. I. (2010). Políticas rurales y pérdida de cobertura vegetal. Elementos para reformular instrumentos de fomento agropecuario

- relacionados con la apertura de praderas ganaderas en el noroeste de México. *Región y Sociedad*. 22(48): 3-35.
- Cárdenas-Hernández, O. G. (2008). *Causes and consequences of deforestation and land-cover change in rural communities of western Mexico. Dissertación*. University of Wisconsin-Madison, USA: ProQuest. 247 Pp.
- CONAFOR, Comisión Nacional Forestal (2003). *Programa Estratégico Forestal para México 2025*. Comisión Nacional Forestal. Publicación Especial de la Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco, México. 191 Pp.
- Congalton, R. G. and Green, K. (2009). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data. Principles and Practices (Second Edition)*. United States of America: CRC Press. 183 Pp.
- Eastman, J. R. and Sangermano, F. (2014). Applications of Spatial Priors in the Maximum Likelihood Classification of Tropical Dry Forest Classes. [En línea]. Disponible en: http://www.clarklabs.org/applications/upload/CS_LCM_SpatialPriors1-6.pdf. Fecha de consulta: 11 de febrero de 2014.
- Figueroa, F. and Sánchez-Cordero, V. (2008). Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico. *Biodiversity and Conservation*. 17(13): 3223-3240.
- Galindo, I., Barrón, J. y Padilla, J. I. (2009). Relación entre ganadería extensiva e incendios en zonas forestales del estado de Colima. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 13(3): 17-33.
- Gerritsen, P. R. W. (1995). *Styles of farming and forestry. The case of the Mexican community of Cuzalapa*. Wageningen: Agricultural University, The Netherlands/ Circle for Rural European Studies. Wageningen Studies on Heterogeneity and Relocalization 1. 99 Pp.
- Gerritsen, P. R. W. (1998). Community development, natural resource management and biodiversity conservation in the Sierra de Manantlan Biosphere, Mexico. *Community Development Journal*. 33(4): 314-324.
- Gerritsen, P. R. W. (2002). *Diversity at stake: a farmers' perspective on biodiversity and conservation in Western Mexico*. Wageningen: Wageningen University, The Netherlands. Wageningen Studies on Heterogeneity and Relocalisation 4. 286 Pp.
- Gerritsen, P. R. W. (2010). *Perspectivas campesinas sobre el manejo de los recursos naturales*. México: Mundi-prensa. 262 Pp.
- Gerritsen, P. R. W. y Díaz-Galván, J. M. C. (2012). Las comunidades Nahuas de Cuzalapa y Ayotitlán en el Sur de la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán: ¿Pérdida Completa de Cultura e Identidad?. *Cultura, Tecnología y Patrimonio*. 7(13): 113-127.
- Gerritsen, P. R. W. and Forster, N. R. (2001). Conflict over natural resources and conservation in the indigenous community of Cuzalapa, Western Mexico. En A. Zoomers (Ed.), *Land and sustainable livelihood in Latin America* (pp. 139-155). Amsterdam: Royal Tropical Institute.
- Gibon, A., Sheeren, D., Monteil, C., Ladet, S., and Balent, G. (2010). Modelling and simulating change in reforesting mountain landscapes using a social-ecological framework. *Landscape Ecology*. 25(2): 267-285.
- Graf, M. S. H., Jardel, P. E., Santana, C. E. y Gómez, G. M. (1999). Instituciones y gestión de reservas de la biosfera: el caso de la Sierra de Manantlán, México. En: A. E. Toribio y C. Soruco (Eds.), *La investigación interdisciplinaria en las reservas de la biosfera*. Comité MAB Argentino-Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Buenos Aires, Argentina. 93-108 Pp.
- Gunderson, L. H. and Holling, C. S. (2002). *Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems*. Washington: Island Press. 507 Pp.
- Halffter, G. (1984). Las Reservas de la Biosfera: Conservación de la Naturaleza para el Hombre. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*. 5: 4-48.
- Halffter, G. (1987). La reserva de la biosfera de Manantlán y la conservación *in situ* de los recursos bióticos. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 39: 27-34.
- INE, Instituto Nacional de Ecología (2000). *Programa de manejo de la reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, México*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 201 Pp.
- Jensen, J. R. (2005). *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*. Pearson Prentice Hall. 526 Pp.
- Krausmann, F., Haberl, H., Schulz, N. B., Erb, K. H., Darge, E., and Gaube, V. (2003). Land-use change and socio-economic metabolism in Austria Part I: driving forces of land-use change: 1950-1995. *Land Use Policy*. 20(1): 1-20.
- Kreutzer, S. M. y Gerritsen, P. R. W. (1998). *Análisis de Actores en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Análisis de los resultados del taller*. Autlán: Universidad de Guadalajara, CUCSUR/DERN/Imecbio/PDASM, Reporte técnico. 36 Pp.
- Lambin, E. F. and Geist, H. J. (2003). Regional differences in tropical deforestation. *Environment*. 45(6): 22-36.
- Lepers, E., Lambin, E. F., Janetos, A. C., De-Fries, R., Achard, F., Ramankutty, N., and Scholes, R. J. (2005). A Synthesis of Information on Rapid Land-cover Change for the Period 1981-2000. *BioScience*. 55(2): 115.
- Long, N. (2001). *Development Sociology. Actor Perspectives*. Londres y Nueva York: Routledge. 294 Pp.
- López-Hoffman, L., Varady, R. G., Flessa, K. W., Balvanera, P., and Reviews, R. R. (2010). Ecosystem services across borders: a framework for transboundary conservation policy. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 8: 84-91.
- Louette, D., Gerritsen, P. R. W. y Rosales, A. (1997). *La actividad ganadera en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán: un primer diagnóstico*. Autlán: Universidad de Guadalajara, CUCSUR/DERN/Imecbio/PDASM, Informe técnico final. 22 Pp.
- Martínez, R. L. M. y Gerritsen, P. R. W. (2007). *Estado actual y perspectivas de la ganadería extensiva en la Sierra de Manantlán*. Autlán, México: Universidad de Guadalajara. 166 Pp.
- Perez-Verdin, G., Kim, Y., Hospodarsky, D., and Tecle, A. (2009). Factors driving deforestation in common-pool resources in northern Mexico. *Journal of Environmental Management*. 90(1): 331-340.
- Ploeg, J. D. (1994). Styles of farming: an introductory note on concepts and methodology. En A. Long y J. D. van-der Ploeg (Eds.), *Born from within. Practice and Perspective of Endogenous Rural Development* (pp. 7-30). Assen, Drente: Van Gorcum Publisher.
- Ploeg, J. D. (2008). *The New Peasantries. Struggles for Autonomy and Sustainability in an Era of Empire and Globalization*. Londres: Earthscan. 356 Pp.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México. 1era. Edición Digital*. México, D. F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 504 Pp.
- Schmook, B., Palmer-Dickson, R., Sangermano, F., Vadjunec, J. M., Eastman, J. R., and Rogan, J. (2011). A step-wise land-cover classification of the tropical forests of the Southern Yucatan, Mexico. *International Journal of Remote Sensing*. 32(4): 1139-1164.
- Soto-Galera, E., Piera, J., and Lopez, P. (2010). Spatial and temporal land cover changes in Terminos Lagoon Reserve, Mexico. *Revista de Biología Tropical*. 58(2): 565-575.
- Terra, T. N., dos-Santos, R. F., and Costa, D. C. (2014). Land use changes in protected areas and their future: The legal effectiveness of landscape protection. *Land Use Policy*. 38: 378-387.
- Viña, A., Echavarría, F. R., and Rundquist, D. C. (2004). Satellite change detection analysis of deforestation rates and patterns along the Colombia-Ecuador border. [En línea]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15151380>. Fecha de consulta: 13 de diciembre de 2013.
- Wehner, S., Herrmann, S., and Berkhoff, K. (2014). CLUENaban—A land use change model combining social factors with physical landscape factors for a mountainous area in Southwest China. *Ecological Indicators*. 36: 757-765.
- Yiran, G. A. B., Kusimi, J. M., and Kufogbe, S. K. (2012). A synthesis of remote sensing and local knowledge approaches in land degradation assessment in the Bawku East District, Ghana. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 14(1): 204-213.