



Regeneración y conservación del bosque comunitario, el caso de Chichila, Guerrero

Regeneration and conservation of the community forest, the case of Chichila, Guerrero

Mauricio Valencia Negrete¹, Miguel Angel Castillo Santiago^{1*}, Eduardo Bello Baltazar²
y Miguel Ángel Vásquez Sánchez³

¹ El Colegio de la Frontera Sur. Departamento de Observación y Estudio de la Tierra, la Atmósfera y el Océano. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

² El Colegio de la Frontera Sur. Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

³ Investigador independiente. mavs51@gmail.com * Autor de correspondencia. mcastill@ecosur.mx

RESUMEN

A pesar de que a escala global se han estudiado las causas del cambio de uso de suelo, localmente existen pocos estudios detallados. En este trabajo se estudiaron los cambios de cobertura y uso de suelo de una comunidad agraria en Guerrero, México, en un periodo de 24 años. Se emplearon imágenes satelitales y ortofotos para elaborar mapas de vegetación y usos de suelo de alta resolución de los años 1995, 2009 y 2019. Adicionalmente se realizaron entrevistas a actores clave y se acopiaron y analizaron estadísticas productivas para identificar las causas del cambio en el uso del suelo. En los primeros años (1995–2009), se registró un aumento de la cobertura forestal de 259 ha (5.3%) y una disminución en la agricultura de 145 ha (3%). En la última etapa (2009–2019) la cobertura forestal aumentó 56 ha (1.2%) y la clase agricultura disminuyó 59 ha (1.2%). La recuperación de la cobertura forestal estuvo relacionada con un par de factores concomitantes, tales como el abandono de tierras agrícolas debido a la migración y el fortalecimiento de las reglas de acceso a los recursos forestales, este último en buena medida fue motivado por los beneficios obtenidos de la provisión de servicios ambientales hidrológicos de los bosques comunitarios.

PALABRAS CLAVE: bosques comunitarios, cambios en la cobertura y uso de suelo, servicios ambientales hidrológicos, transición forestal.

ABSTRACT

Although the causes of land use change have been studied globally, there are few detailed studies on the local scale. In this paper, we studied land cover and land use changes in an agrarian community in Guerrero, Mexico, over 24 years period. Satellite images and orthophotos were photo interpreted to produce high-resolution land cover and land use maps for 1995, 2009 and 2019. In addition, interviews were conducted with key stakeholders and, production statistics were collected and analyzed to identify the causes of land use change. Our results show that from 1995 to 2009, forest cover increased by 259 ha (5.3%), and agriculture areas decreased by 145 ha (3%). In the last stage (2009-2019), forest cover increased by 56 ha (1.2%), and agriculture decreased by 59 ha (1.2%). The recovery of forest cover was related to a couple of concomitant factors, such as the abandonment of agricultural land due to migration and the strengthening of the access rules to forest resources, the latter motivated mainly by the benefits obtained from the provision of hydrological services of the community forests.

KEYWORDS: community forest, land use changes, water environmental services, forest transition.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo aborda, desde una perspectiva espaciotemporal, el papel de los bosques comunitarios, en términos de las presiones de cambio ejercidas por la demanda urbana de servicios ecosistémicos regionales, como el abastecimiento de agua, y las respuestas locales sobre el manejo de sus recursos naturales bajo esquemas de pagos por servicios ambientales (PSA). Esto es relevante ya que en México se estima que 80% de las áreas con bosques se localizan en comunidades rurales bajo el régimen de comunidad agraria o ejido. Los ejidatarios o comuneros son quienes toman las decisiones en cuanto al uso y manejo de la tierra (Baynes et al., 2015).

La mayor parte de la población rural del país se concentra en bosques templados (Galicia et al., 2018); estos bosques albergan 50 especies de pinos y 140 de encinos que corresponden a 50% y 30% del total a escala mundial (Galicia et al., 2018).

Desafortunadamente, al igual que las selvas, los bosques templados se han estado perdiendo a tasas alarmantes: durante el período 1976-2000 se deforestaron en promedio 90 000 ha/año (Mas et al., 2004); recientemente esta cifra se ajustó a la baja, de 2001 a 2018 se estimó una pérdida promedio de 32 800 ha/año (Comisión Nacional Forestal [Conafor], 2020). Los dos trabajos mencionados emplearon materiales y métodos muy diferentes, en el primer caso, se usó un análisis de mapas en escala 1:250 000; y, en el segundo, se realizó un muestreo estadístico. Debido a estas diferencias metodológicas, la comparación de las cifras no es directa, sin embargo, se puede inferir que la pérdida de los bosques templados continúa siendo significativa.

En ese sentido y con el propósito de revertir esas tendencias en la pérdida de los bosques y de los servicios ecosistémicos asociados, a partir del año 2003, en México se puso en marcha un ambicioso programa de PSA. Dicho programa incluyó dos modalidades, la de servicios hidrológicos (PSAH) y la de biodiversidad (PSA-CABSA); las cuales llegaron a incluir hasta 2.6 millones de hectáreas de bosques en al año 2007, lo que equivalió en su

momento a 2% de la superficie forestal nacional (Costedoat et al., 2015).

De acuerdo con varios estudios, la efectividad de este tipo de instrumentos para detener o disminuir la deforestación, ha sido significativa en cierto grado (McAfee y Shapiro, 2010). Alix-García et al. (2012), usando imágenes de baja resolución, concluyeron que entre 2003 y 2006, el PSAH tuvo un ligero efecto positivo en la reducción de la probabilidad de deforestación. En tanto que Costedoat et al. (2015) obtuvieron resultados similares al analizar un par de ejidos beneficiados con PSA-CABSA.

Una de las barreras ampliamente citadas para una evaluación de la efectividad de este tipo de instrumentos ha sido la carencia de datos confiables y de calidad sobre deforestación (Sims et al., 2014); este problema se ve exacerbado, ya que frecuentemente los procesos de pérdida y degradación de la cobertura forestal son espacialmente pequeños y en algunos casos pueden no afectar significativamente el dosel, como ocurre con la tala selectiva (García-Barrios et al., 2009); cuando eso sucede, se subestima la pérdida de los bosques, sobre todo si se emplean imágenes de baja resolución espacial para el monitoreo (Alix-García et al., 2012). En ese sentido, se ha propuesto que para una evaluación efectiva de los procesos espaciales de la deforestación sería conveniente usar mapas de detalle, obtenidos a partir de imagen de resolución media (tamaño de pixel ≤ 30 m), y diseñados para medir los pequeños cambios en la cobertura (Seppelt et al., 2013; Sims et al., 2014; Muñoz et al., 2021).

Un inconveniente adicional es la dificultad para obtener la información social y económica a una escala adecuada para el análisis espacial (Bocco, 1998). Este último aspecto suele ser un factor que incrementa la incertidumbre en las conclusiones derivadas de los estudios de cambio de uso del suelo. Es por ello que aún son necesarios estudios que integren el análisis geográfico de los cambios y el de los factores socioeconómicos que los promueven, con el objetivo de comprender el papel de los PSA y otros factores asociados en el control de la deforestación.

La comunidad agraria de San Felipe y San Pedro Chichila, en el estado de Guerrero, México (a la que en



adelante se denominará Chichila), representa una excelente oportunidad para estudiar a detalle el papel del PSAH y otros factores en la conservación de los bosques. Un par de investigaciones de carácter social realizadas en esta comunidad concluyeron que los ordenamientos territoriales y los servicios de provisión de la cosecha de agua fueron clave para promover la conservación de los recursos forestales (de la Mora, 2013; Merino, 2006). A pesar de que existen varios trabajos sobre Chichila y su experiencia en esquemas de mercado por servicios ambientales hidrológicos (por ejemplo Zamora Saenz et al., 2016), solo uno contiene un análisis multitemporal del uso y cobertura del suelo, elaborado para el periodo 1970-2000, previo al desarrollo de estos convenios de PSAH. Los resultados del trabajo aludido muestran una permanencia de la cobertura forestal y una disminución de la agricultura en la década de 1990, relacionado con una alta tasa de migración (de la Mora, 2013). Sin embargo, se desconocen los cambios en la cobertura y uso de suelo de los últimos 20 años y cómo los esquemas de PSA han impactado la conservación de los bosques.

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo fue analizar de manera integral los cambios de cobertura y uso del suelo en Chichila, Guerrero, México durante el periodo 1995-2019; para este fin se elaboraron mapas de alta resolución espacial y se evaluaron los cambios de cobertura del suelo; adicionalmente se estudiaron las causas de dichos cambios a través de entrevistas con actores clave.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Chichila abarca una superficie de 4881 ha y se localiza en la Sierra de Taxco, en la región norte del estado de Guerrero, México. Se ubica entre $18^{\circ} 36' 35''$ y $18^{\circ} 30' 15.86''$ de latitud norte y entre $99^{\circ} 43' 36.09''$ y $99^{\circ} 37' 18.16''$ de longitud oeste. Debido a su amplia variabilidad altitudinal, se puede dividir en dos zonas: la *parte alta* (PA), que se

encuentra entre 2000 m y 2700 m s.n.m., tiene un clima templado subhúmedo con lluvias en el verano, precipitación anual entre 1200 mm y 1500 mm, y temperatura promedio anual de 14 °C; y la *parte baja* (PB), que se encuentra entre 1500 m y 2000 m s.n.m., tiene un clima semicálido subhúmedo en verano, temperatura media anual de 22 °C y precipitación promedio anual fluctuante entre 800 mm y 1500 mm (de la Mora, 2013).

El territorio de Chichila se localiza en el Área Prioritaria para la Conservación Sierra de Taxco Huautla (RTP-120), y sobre el área de importancia para la conservación de las aves (AICA) Sierra de Taxco-Nevado de Toluca (C-22). En esta región se encuentran especies endémicas de vegetación de encinares, pinares, asociaciones de pino-encino, bosque mesófilo y, en las partes más bajas, especies del bosque tropical caducifolio (Arriaga et al., 2000). En el 2008, Chichila certificó 3900 ha de bosque como área destinada voluntariamente a la conservación (ADVC) ante la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp).

La comunidad está compuesta por 12 localidades: San Pedro, San Felipe (las localidades fundadoras), Chichila, Zompantle, San Esteban, El Vergel, Huitzotla, La W, La Mora, Plaza de Gallos o Cucharillo (todas las anteriores se encuentran en la parte baja), Agua Escondida y Cajones (ubicadas en la parte alta; Fig. 1; Inegi, 2015).

Del total de habitantes en Chichila, 35% (560 personas) tiene derechos reconocidos como comuneros, quienes conforman el órgano político y social más importante. Para el año 2000, 47% de la población económicamente activa de Chichila se ocupaba en el sector primario, es decir, agricultura de temporal, fruticultura y ganadería; los cultivos básicos son el maíz y el frijol; 38% en el sector secundario y 14% restante en el terciario. De la población económicamente activa de Chichila, 47% recibe una remuneración entre 1 y 2 salarios mínimos. En 31% de los casos se trata de gente ocupada que no tiene ingresos o que gana menos de un salario mínimo y solo 20% de la población gana entre 2 y 5 salarios mínimos (de la Mora, 2013).

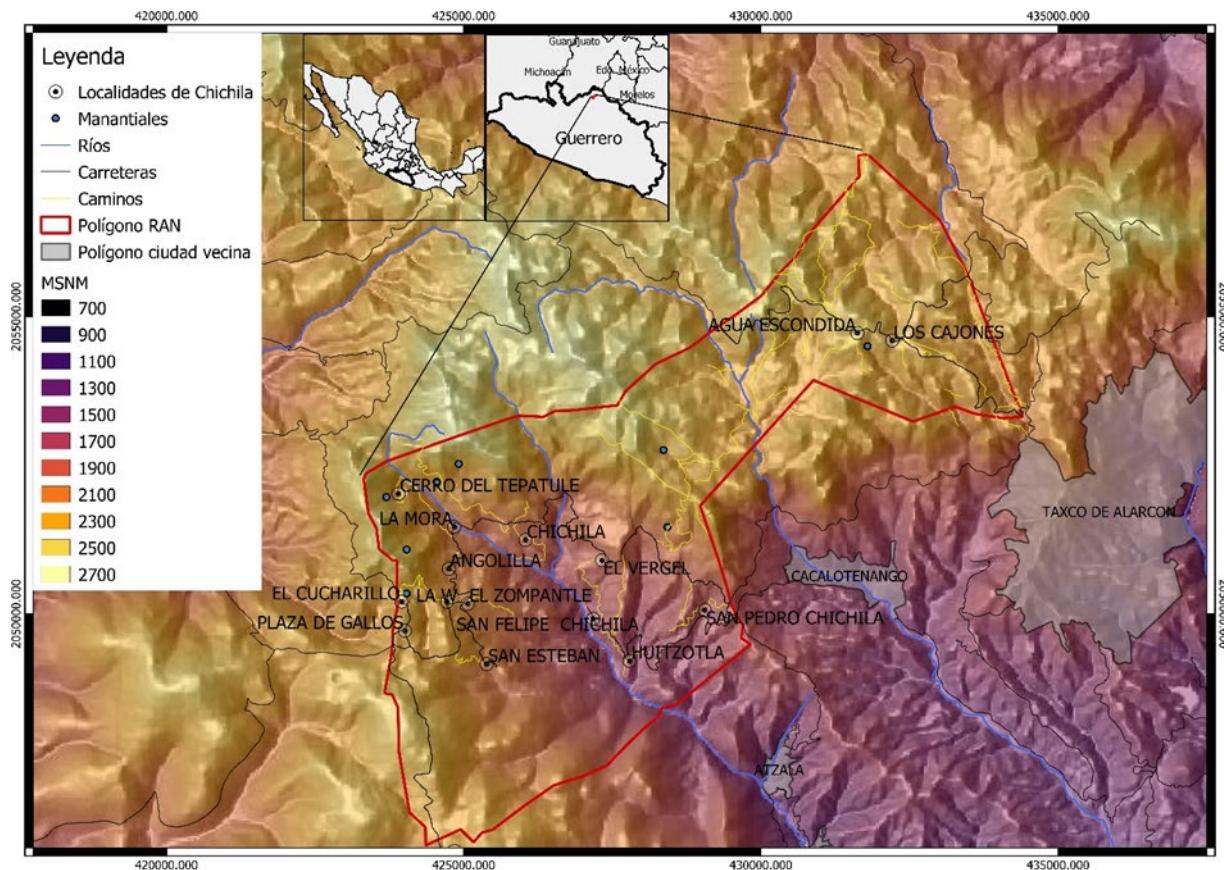


FIGURA 1. Ubicación del área de estudio (elaboración propia con base en el conjunto de datos topográficos 1: 50 000, carta E14A68 y E14A67, Inegi 2012-2018).

Las remesas internacionales son una fuente importante de recursos económicos para los habitantes de la comunidad; más de 50% de la población ha emigrado durante el periodo 1980–2000 (Gutiérrez, 2002). Según la Conapo (2010) el grado de marginación de las 12 localidades que integran los bienes comunales de Chichila es alto.

Estructura política de la comunidad agraria de Chichila

La Asamblea General (AG) es la máxima autoridad a escala de la comunidad agraria. Los representantes del Comisariado de Bienes Comunales son el presidente, el secretario y el tesorero, quienes son elegidos cada tres años. También está el Consejo de Vigilancia constituido por la misma estructura que el Comisariado de Bienes Comunales y su función es vigilar los actos y operaciones del comisariado.

La AG se reúne semestralmente; es responsable de aprobar, delimitar y asignar las tierras de uso común, determinar su régimen de explotación, regular el uso, aprovechamiento, acceso y conservación de las tierras de la comunidad, así como de sus aguas y recursos forestales. Los derechos y obligaciones de los comuneros están especificados en el Estatuto Comunal. La última versión de ese reglamento se aprobó por decisión de AG en el 2002, después de que se decidieron colectivamente los usos y formas de manejo del territorio comunal a través del Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC) (Gutiérrez, 2002).

Las Asambleas Locales son doce, una por cada localidad, estas funcionan de manera independiente y autónoma entre sí y de la AG. Tienen la misma estructura que la AG. Cada localidad tiene organizaciones especializadas en el manejo del agua y los bosques, tal es el caso de



los Comités de Vigilancia Forestal, los que se componen por seis o siete comuneros (de la Mora, 2013)

Materiales

Los materiales empleados para la elaboración de los mapas de la cobertura y uso del suelo (CUS) fueron dos ortofotos digitales en blanco y negro de noviembre de 1995, en escala 1:20 000 (E14A68d y E14A67f); una escena *Spot-5* de febrero de 2009 (con tamaño de pixel de 10 m) y una *Sentinel-2* de febrero de 2019 (tamaño de pixel 10 m). Adicionalmente, se utilizaron otras fuentes de datos que permitieron solucionar dudas en el proceso de fotointerpretación, tales como, compuestos de color elaborados a partir de una escena Landsat 5 TM del año 1997, y mosaicos de imágenes de alta resolución disponibles en las plataformas BING (fecha del mosaico 2012-2014) y *World Imagery* de ESRI (fecha del mosaico febrero 2017). En estas plataformas se pueden consultar mosaicos con una resolución espacial de 1 m y 2.5 m respectivamente. El proceso de corrección atmosférica en las imágenes satelitales se realizó con ayuda del *plugin semi-automatic classification* (SCP) de Qgis. Todas las imágenes fueron proyectadas al sistema de referencia WGS 84 coordenadas UTM zona 14 N.

Elaboración de mapas de CUS

En una etapa preparatoria se realizaron recorridos de campo, durante los cuales se tomó información georeferenciada de los tipos de cobertura y usos del suelo. También se revisaron otros trabajos regionales sobre los tipos de vegetación, tales como los de Martínez Gordillo et al., (2004) y González-Espínosa et al. (2012).

Para la elaboración de los mapas de CUS, las imágenes satelitales se corrigieron radiométrica y espectralmente, y se visualizaron en falso color. Se fotointerpretaron directamente en pantalla las ortofotos de 1995, a las cuales se les sobrepusieron, con trasparencia, los compuestos derivados de la imagen Landsat. A fin de evitar los falsos cambios en la elaboración del mapa de 2009, una copia del mapa de 1995 se sobrepuso en la imagen SPOT de 2009, y sobre ella

se fotointerpretaron y modificaron únicamente las áreas que sufrieron cambios entre las dos fechas. Un procedimiento similar se empleó para la generación del mapa 2019. A fin de asegurar homogeneidad en la escala espacial entre todas las fechas de interés, se empleó una escala de despliegue única (aproximadamente 1:15 000) para la rodalización e interpretación de todos los materiales.

La leyenda de los mapas se definió a partir de los datos de campo y los bibliográficos disponibles, tomando en cuenta las limitaciones impuestas por los materiales geográficos. Se emplearon como referencia los trabajos elaborados por (Martínez Gordillo et al., 2004; González-Espínosa et al., 2012). En la tabla 1 se muestra la descripción de los distintos tipos de vegetación y uso de suelo de las seis clases empleadas para este estudio.

Análisis de los cambios en la cobertura y uso de suelo

Con el apoyo del *plugin SCP* disponible en Qgis 3.10, se cruzaron los mapas de cobertura del suelo y se obtuvieron las matrices de cambio. La matriz de cambio es una tabla de doble entrada en donde las filas contienen la superficie de las categorías (o clases de cobertura del suelo) en el tiempo 1 (t1), mientras que las columnas muestran la superficie en el tiempo 2 (t2). Las celdas a lo largo de la diagonal principal representan las zonas que no sufrieron ningún cambio entre el t1 y el t2. También se calcularon las superficies de persistencia (ha), ganancias y pérdidas de las diferentes coberturas durante dos períodos, 1995-2009 y 2009-2019, usando la metodología propuesta por Pontius et al. (2004). En la figura 2 se esquematizan los cálculos.

Se definieron las distintas dinámicas de la cobertura forestal con base en el trabajo de Velázquez et al. (2003) y Velázquez et al. (2011). Deforestación: se refiere al cambio de bosque a no bosque. Degradación: se refiere a una permanencia del bosque, pero con pérdida de más de 30% de cubierta del dosel, por ejemplo, cuando un bosque de coníferas pasa a ser un bosque secundario. Recuperación: se refiere a una inhibición o eliminación de los factores o los disturbios que causan la degradación, favoreciendo una

restauración pasiva en donde puede existir una recuperación de los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies (Vargas y Mora, 2008). Un ejemplo de esta dinámica es la permanencia del bosque con un aumento de la cubierta del dosel, por ejemplo, cuando una porción del bosque de coníferas pasa a ser un bosque de *Quercus*. Reforestación: referido al cambio no-bosque bosque, por ejemplo, cuando una vegetación secundaria pasa

a ser un bosque de coníferas. Esta dinámica refiere, como lo menciona Conabio (2020), a una planeación y operación para sembrar árboles, lo cual, no necesariamente está encaminado a recuperar la función y composición de especies. Finalmente, están las clases de no cambio que corresponden a los procesos de permanencia del bosque y permanencia del no-bosque. En la figura 2 se muestran los valores agrupados de la matriz de cambios, por cada dinámica.

TABLA 1. Descripción y agrupación de las clases de cobertura y uso de suelo.

| <i>Clase de uso de suelo y cobertura vegetal</i> | <i>Acrónimo</i> | <i>Descripción</i> | <i>Foto del sitio</i> | <i>Imagen multiespectral "falso color"</i> |
|--|-----------------|--|--|---|
| Bosque de <i>Quercus</i> | Bq | Bosque denso con abundante sotobosque y epífitas. Se incluye el bosque mesófilo de montaña y bosque de latifoliadas | A photograph showing a dense forest of tall trees, likely Quercus, with a mix of green and brown foliage under a clear blue sky. | A false-color multispectral image showing the same forest area, with colors ranging from red and orange to green and blue, highlighting different vegetation types. |
| Bosque de coníferas | Bc | Bosque de <i>Pinus</i> y <i>Juniperus</i> , en algunas áreas se mezcla con algunas especies de <i>Quercus</i> de climas más cálidos. Por debajo de los 1600 m s.n.m. empieza a mezclarse con bosques tropicales caducifolios | A photograph of a forest dominated by tall evergreen trees, with some deciduous species interspersed, under a bright sky. | A false-color multispectral image of the same forest area, showing distinct patterns of red, green, and brown. |
| Bosque secundario | Bs | Bosque perturbados y/o abiertos, conservan algunos árboles maduros intercalados con vegetación arbórea. Por debajo de los 1600 m s.n.m. empieza a mezclarse con bosques tropicales caducifolios | A photograph of a secondary forest with a mix of mature trees and younger growth, showing a variety of green shades. | A false-color multispectral image of the secondary forest, showing a mix of red, green, and brown tones. |
| Vegetación secundaria | Vs | Vegetación arbórea y arbustiva de especies de bosques: de coníferas, de <i>Quercus</i> y tropicales caducifolios. | A photograph of a scrubby area with low-lying plants and small trees, typical of secondary vegetation. | A false-color multispectral image of the secondary vegetation, showing a mix of red, green, and brown. |
| Agricultura | Agt | Principalmente agricultura de temporal, maíz y frijol, y algunos pastizales. | A photograph of a dry, tilled agricultural field under a clear blue sky. | A false-color multispectral image of the agricultural field, showing a mix of red, green, and brown. |
| Desprovisto de vegetación | Dv | Carreteras, presas, viviendas y zonas desprovistas de vegetación. | A photograph of a dirt road or clearing surrounded by sparse vegetation and rocky terrain. | A false-color multispectral image of the same area, showing a mix of red, green, and brown. |



| | Tiempo 2 | Bq | Bc | Bs | Vs | Agt | Dv | Total (t1) | Pérdidas |
|------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------|
| Tiempo 1 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| Bq | 1 | P_{11} | P_{12} | P_{13} | P_{14} | P_{15} | P_{16} | P_{1+} | $P_{1+} - P_{11}$ |
| Bc | 2 | P_{21} | P_{22} | P_{23} | P_{24} | P_{25} | P_{26} | P_{2+} | $P_{2+} - P_{22}$ |
| Bs | 3 | P_{31} | P_{32} | P_{33} | P_{34} | P_{35} | P_{36} | P_{3+} | $P_{3+} - P_{33}$ |
| Vs | 4 | P_{41} | P_{41} | P_{43} | P_{44} | P_{45} | P_{46} | P_{4+} | $P_{4+} - P_{44}$ |
| Agt | 5 | P_{51} | P_{52} | P_{53} | P_{54} | P_{55} | P_{56} | P_{5+} | $P_{5+} - P_{55}$ |
| Dv | 6 | P_{61} | P_{62} | P_{63} | P_{64} | P_{65} | P_{66} | P_{6+} | $P_{6+} - P_{66}$ |
| Total (t2) | | P_{+1} | P_{+2} | P_{+3} | P_{+4} | P_{+5} | P_{+6} | 1 | |
| Ganancias | | $P_{+1} - P_{11}$ | $P_{+2} - P_{22}$ | $P_{+3} - P_{33}$ | $P_{+4} - P_{44}$ | $P_{+5} - P_{55}$ | $P_{+6} - P_{66}$ | | |

FIGURA 2. Matriz tabulada y dinámicas en la cobertura forestal.

Bq= bosque de *Quercus*, Bc = bosque de coníferas, Bs = bosque secundario, Vs = vegetación secundaria, Agt = agricultura, Dv = desprovisto de vegetación.

Los valores de color verde representan las transiciones que equivalen a una dinámica de regeneración para la cobertura forestal. Los valores en el color azul representan a las de recuperación; en color naranja las de degradación; en color rojo las de deforestación y los valores en gris a las permanencias.

Finalmente, se determinaron tasas anuales de cambio con base en la ecuación de la FAO (1996):

$$t = (S_2 / S_1)^{1/n} - 1$$

donde:

t = tasa de cambio (se multiplica por 100 para expresarse en porcentaje)

S_1 = superficie de un tipo dado de cobertura/uso del suelo en el tiempo 1

S_2 = superficie de la misma cobertura/uso del suelo en el tiempo 2

n = número de años transcurridos entre los dos tiempos

Factores que explican el cambio de cobertura y uso de suelo

Para obtener un mejor entendimiento sobre los factores sociales relacionados con el manejo de los recursos naturales, se llevaron a cabo 20 entrevistas semiestruc-

turadas a las autoridades locales y municipales. El objetivo de las entrevistas fue profundizar en los conflictos y la organización interna y externa de los comisariados, actores clave que tuvieron un papel en el diseño técnico o en la gestión y operación de los convenios de PSAH, así como en su relación con las dinámicas para la conservación y restauración de los bosques, trazadas durante los últimos 20 años en Chichila.

Las preguntas que guiaron las entrevistas se hicieron con base en el análisis y conclusiones de los tres estudios realizados en la comunidad, los cuales demostraron un aumento en la cobertura vegetal relacionado con la migración y los convenios locales de pagos por servicios ambientales hidrológicos. En este sentido se hicieron entrevistas a los actores involucrados directamente en el proceso de participación en esquemas de PSAH, y a los habitantes y autoridades para conocer su percepción sobre el aumento o disminución de la cobertura forestal, así como sus posibles causas. En total, se realizaron 20 entrevistas, de

las cuales, cuatro fueron a autoridades internas de la comunidad (comisariados 2003–2006, 2009–2012, 2012–2015 y 2015–2018); cinco a autoridades externas y a habitantes de la parte alta (seis) y baja (cinco). Las respuestas a las entrevistas semiestructuradas se analizaron mediante el software ATLAS ti 7. Este análisis refiere al procedimiento para la categorización de datos verbales o de conducta, con fines de clasificación, resumen y tabulación. Es así que se incorpora lo que los participantes plantean (autoridades, comuneros y habitantes) del fenómeno u observación realizada (cambios de cobertura y uso de suelo) en dicho espacio (Fox et al., 2003).

Adicionalmente se realizó una búsqueda de archivos históricos, que abordan o mencionan a la comunidad;

también se acopió información geográfica, económica, demográfica y social.

RESULTADOS

Mapas de cobertura y uso de suelo

Los tres mapas de cobertura y uso del suelo para los años 1995, 2009 y 2019 se muestran en la figura 3. En la figura 4 se presentan las superficies correspondientes de las clases de coberturas y uso de suelo derivadas de los mapas. De acuerdo con este último resultado, en los últimos 25 años hubo una recuperación del bosque de *Quercus* y del bosque de coníferas y una disminución de las áreas de agricultura y de vegetación secundaria.

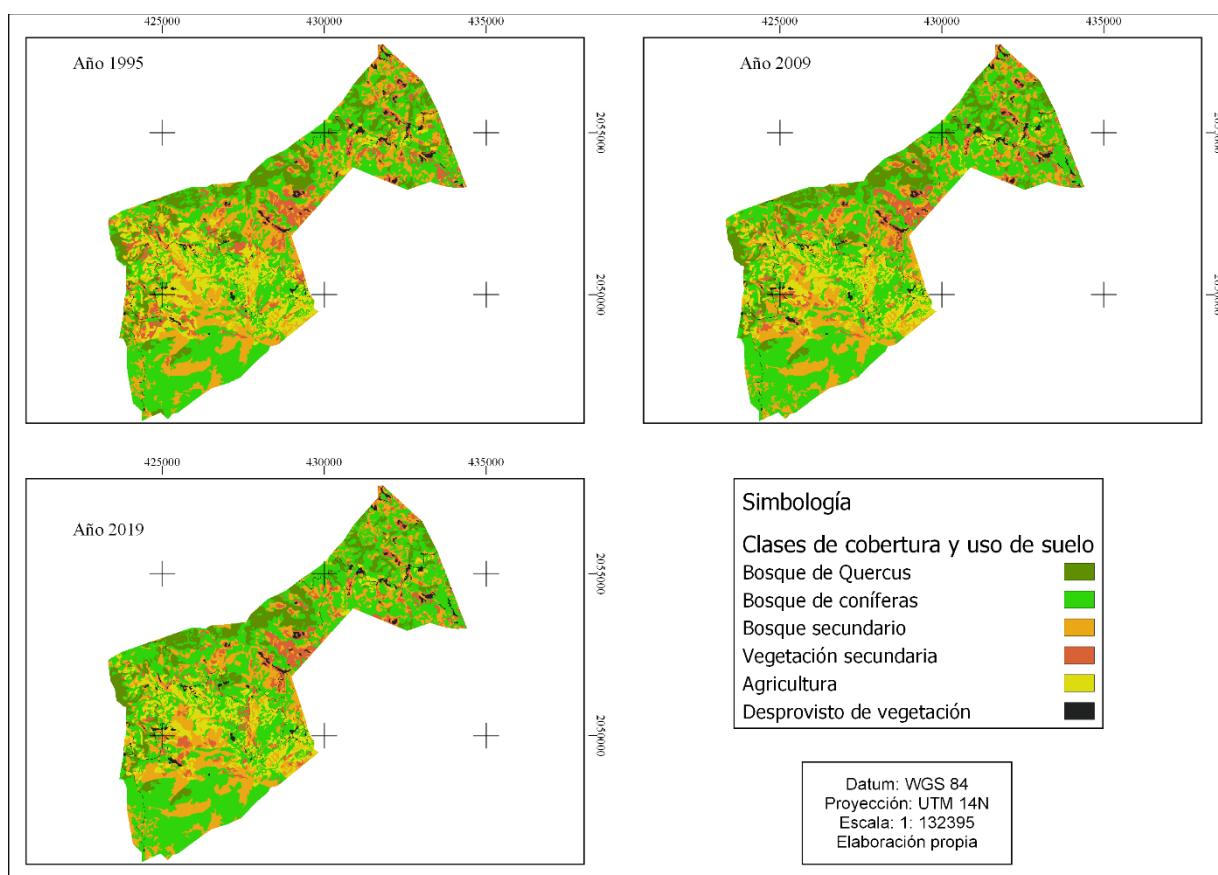


FIGURA 3. Mapas de cobertura y uso de suelo de Chichila.

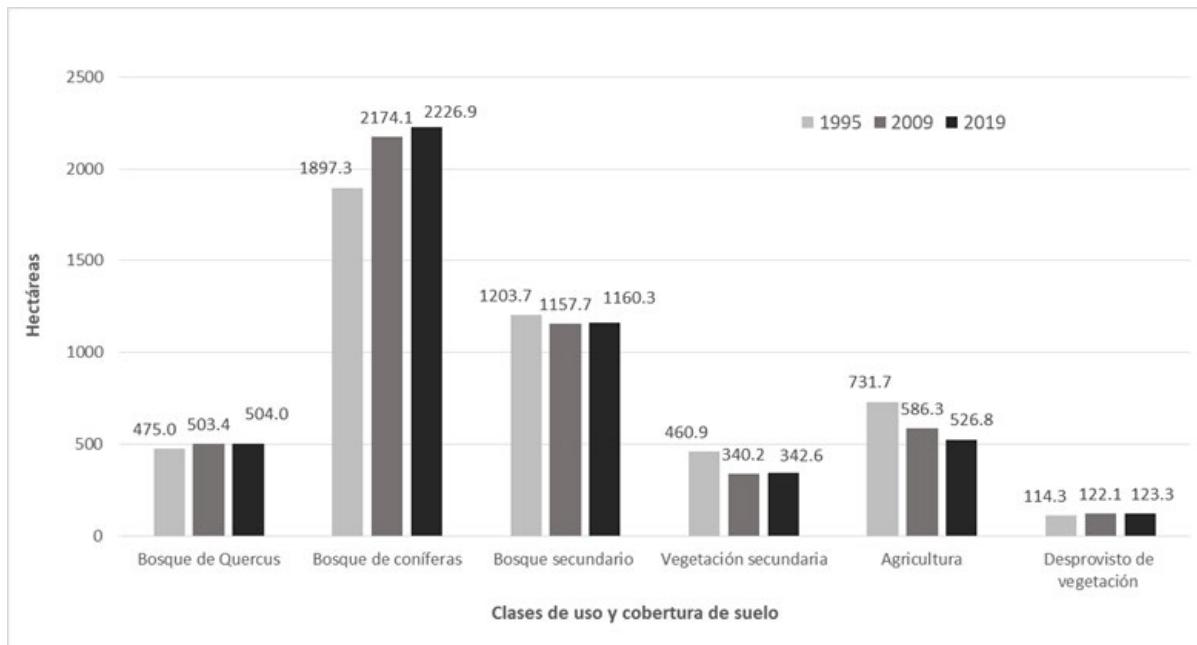


FIGURA 4. Cambios en la cobertura y uso de suelo en Chichila, 1995–2009–2019.

Transiciones entre categorías, indicadores de cambio

En las figuras 5 y 6 se muestran las superficies y su porcentaje de las ganancias y pérdidas entre cada clase para el periodo 1995-2009 y 2009-2019. En la figura 5 se observa una ganancia para la agricultura de 20.8 ha (0.43%), superficie perdida por la clase de vegetación secundaria, sin embargo, la ganancia de la vegetación secundaria desde la superficie de agricultura fue de 62.3 ha (1.28%). Las clases *bosque de coníferas* y *bosque secundario* obtuvieron y cedieron superficie desde y para todas las clases en ambos periodos. Se observó una revegetación de la superficie agrícola, no obstante, esta dinámica se atenuó para el segundo periodo. Además, la cifra de ganancia para la clase *bosque de Quercus* disminuyó en el segundo periodo.

La suma de la persistencia de cada categoría en el periodo 1995-2009 (Fig. 5) expresa que 3840.4 ha (79%) de la superficie de Chichila se mantuvieron estables. Los cambios en las coberturas y usos de suelo ocurrieron en 1041 ha (21%) durante 14 años. Las mayores pérdidas fueron para las clases *bosque secundario*, *vegetación secundaria* y *agricultura* (194.58 ha, 111.02 ha y 98.92 ha, respectiva-

mente) y, por otro lado, las coberturas que presentaron mayores ganancias fueron *bosque de coníferas* y *bosque secundario* (232.06 ha y 171.50 ha). La categoría con mayores intercambios (ganancias y pérdidas) fue *bosque secundario* con 331.49 ha (6.79%).

En el segundo periodo 2009-2019 (Fig. 6), 4510 ha (93%) del área que comprende Chichila permanecieron estables, mientras que 186 ha (7%) expresaron cambios en las coberturas y usos de suelo. El *bosque secundario* presentó la mayor superficie de pérdidas con 65.41 ha, seguido de la *agricultura* con 40.86 ha. *Bosque de coníferas* fue la tercera clase con mayor pérdida, con 39.81 ha.

En la figura 7 se muestra la suma de pérdidas y ganancias que experimentó cada categoría, es decir, los cambios netos para los periodos 1995-2009 y 2009-2019. Las categorías con la mayor superficie de cambios netos en el primer periodo fueron *bosque de coníferas*, con un incremento de 138.33 ha (2.83%) y *agricultura* con un decrecimiento de 72.66 ha (1.49%). En el segundo periodo, *agricultura* disminuyó 29.78 ha y *bosque de coníferas* aumentó 26.47 ha.

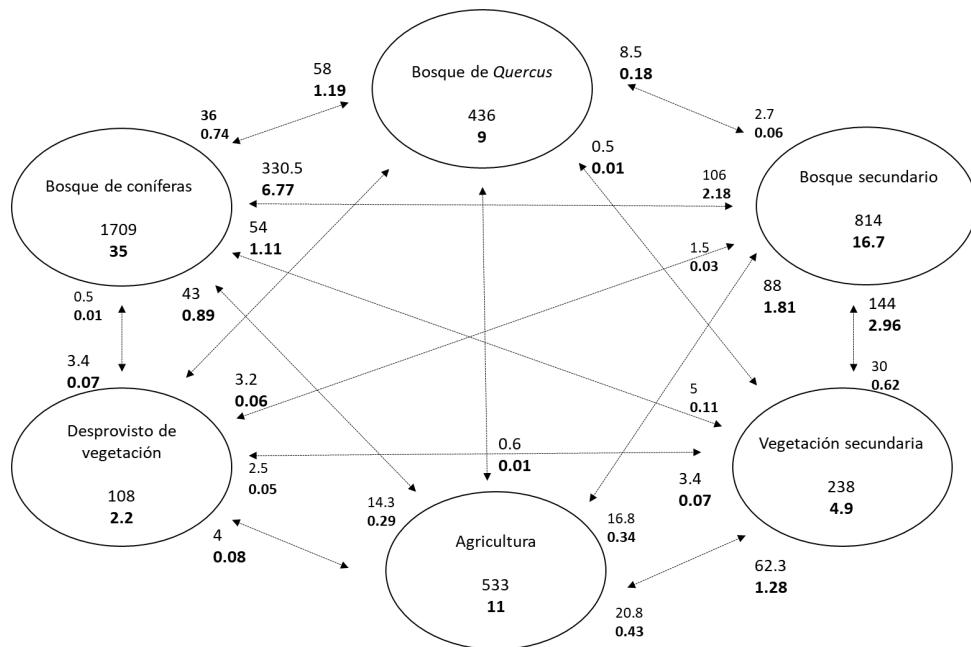


FIGURA 5. Porcentaje de las dinámicas de cambio de cobertura y uso de suelo en Chichila, Guerrero (1995-2009).

Los números en negro dentro de cada círculo corresponden al porcentaje de superficie que permaneció; las cifras alrededor de cada círculo muestran las ganancias desde la clase contraria, lo que significa una pérdida para estas clases.

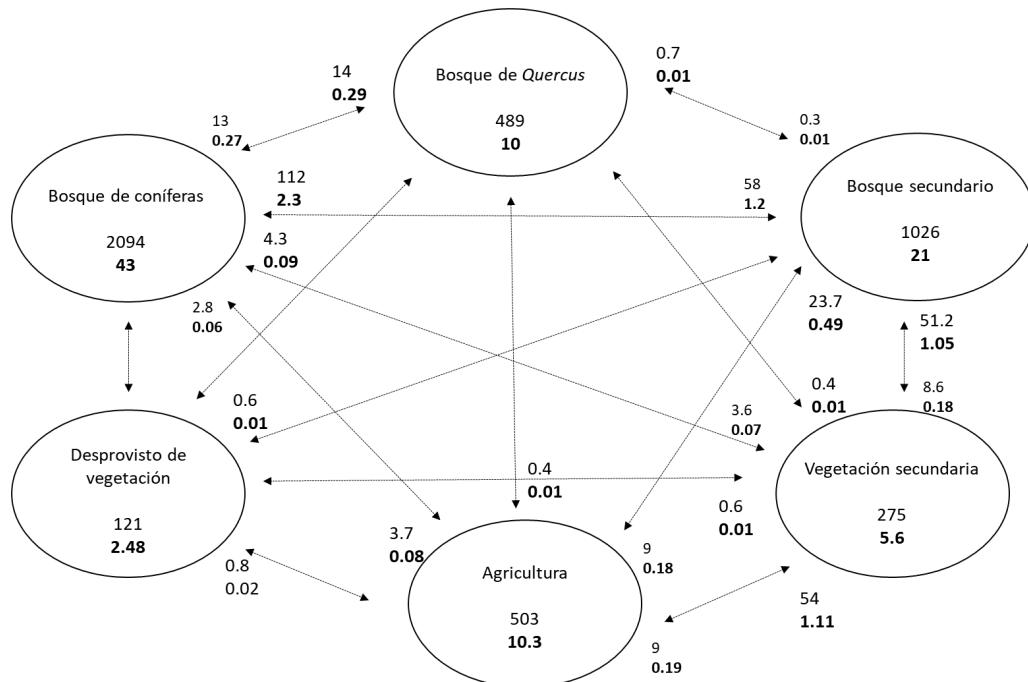


FIGURA 6. Porcentaje de las dinámicas de cambio de cobertura y uso de suelo en Chichila, Guerrero (2009-2019).

Los números en negro dentro de cada círculo corresponden al porcentaje de superficie que permaneció; las cifras alrededor de cada círculo muestran las ganancias desde la clase contraria, lo que significa una pérdida para estas clases.

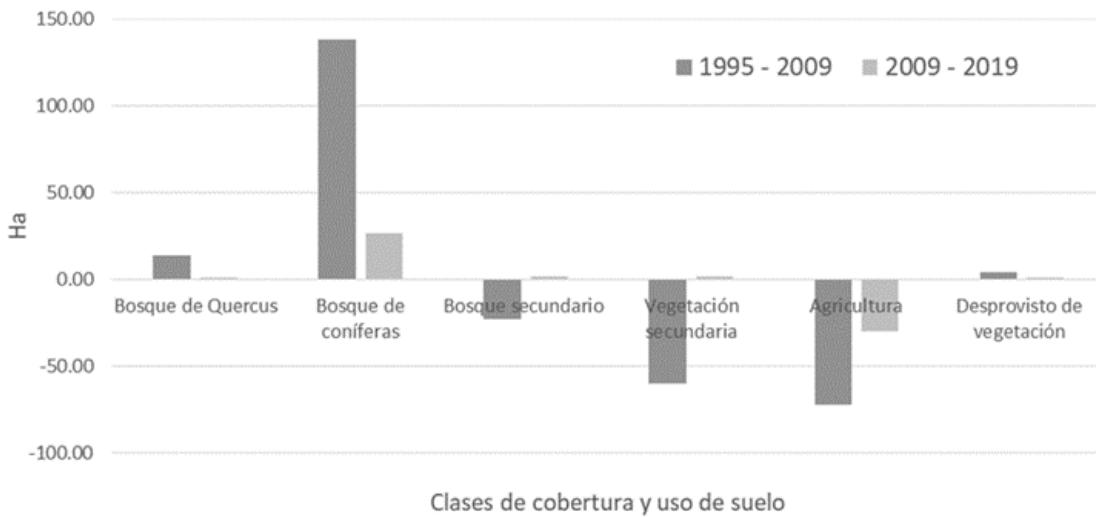


FIGURA 7. Cambios netos de las clases de cobertura y uso de suelo, en Chichila, Guerrero (1995-2009 y 2009-2019).

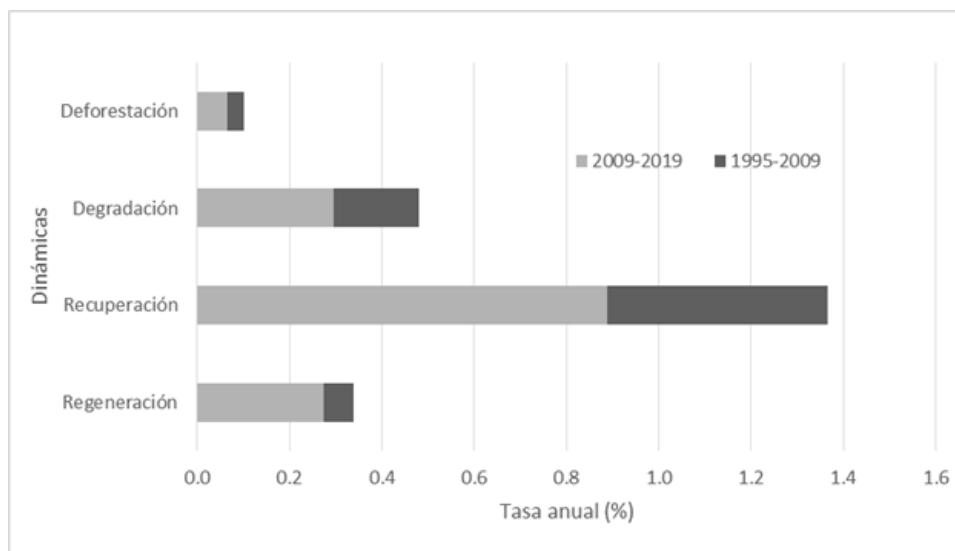


FIGURA 8. Tasas anuales de las dinámicas forestales para los períodos 1995–2009 y 2009–2019 en Chichila, Guerrero.

Tasas y dinámicas en la cobertura forestal

En la figura 8, se muestran las tasas anuales de deforestación, degradación, recuperación (revegetación) y regeneración de la cobertura forestal conforme a la agrupación de tipos de cambio propuestos en la figura 2. Se puede apreciar que las tasas de cambio fueron mayores durante el primer periodo analizado (1995-2009) y que la clase predominante fue la que se refiere a la recuperación de los bosques.

La ubicación y magnitud de las dinámicas de la cobertura forestal se muestran en la figura 9, en ella se puede observar que las mayores dinámicas de la cobertura forestal se presentaron en 4 zonas. Se observan dos dinámicas distintas en el territorio que comprende Chichila: una en la parte alta (PA), que refiere a los incisos a) y d) donde se encuentran las localidades de Agua escondida y Cajones; y otra en la parte baja (PB), que refiere a los incisos c) y b) en donde se encuentran el resto de las localidades de Chichila.

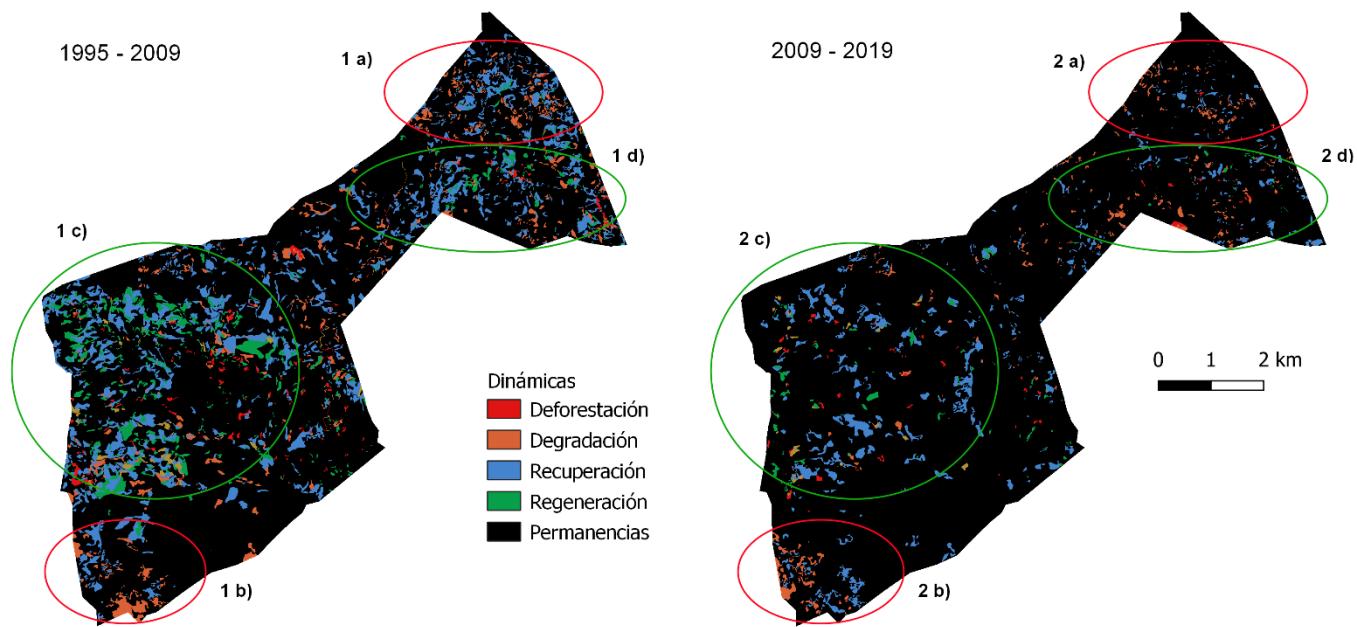


FIGURA 9. Mapa de las dinámicas de la cobertura forestal en Chichila, Guerrero: 1995-2009 y 2009-2019.

Los círculos verdes indican una dinámica mayor de recuperación y regeneración y los círculos rojos una dinámica mayor de degradación y deforestación.

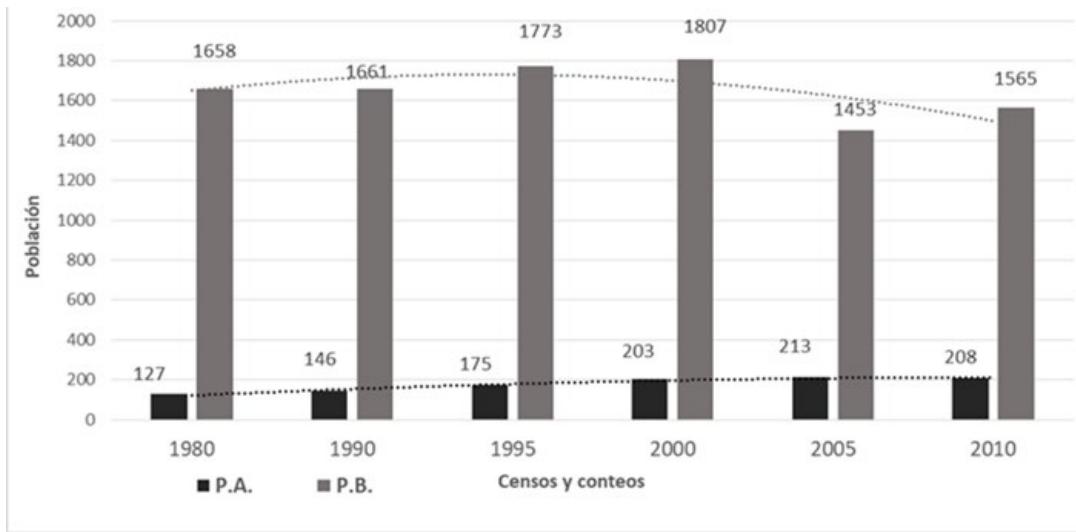


FIGURA 10. Crecimiento poblacional (1980-2010) de la parte alta y baja de Chichila. (Inegi, 2010).

Factores que explican el cambio de cobertura y uso de suelo

De acuerdo con la evidencia proporcionada por los mapas, existe una mayor recuperación de la cobertura vegetal y la regeneración de la cobertura forestal para el primer período. Esta dinámica está relacionada con el despoblamiento de la

PB (Fig. 10) y el abandono de la ganadería y la agricultura (Figs. 11 y 12). Otro factor que coadyuvó fue la iniciativa de líderes locales por emprender proyectos para la conservación de sus recursos naturales y establecer instrumentos comunitarios, como el OTC, donde se definieron las áreas comunitarias para conservar y restaurar



los bosques. Así, mediante los fondos recibidos del Ayuntamiento de Taxco y de la Conafor, se realizaron actividades de restauración y reforestación.

En la PA de Chichila se encuentran las presas de agua que dieron origen a los convenios de PSAH con la ciudad de Taxco, sin embargo, desde la percepción de sus habitantes, los apoyos para el campo a esta zona son escasos, así lo expresaron ocho de los entrevistados. No obstante, aquí se construyeron unas cabañas para un proyecto ecoturístico y, debido a la falta de claridad en el manejo de los recursos para su construcción y a las tensiones entre los habitantes de las localidades de la PA, este proyecto no ha sido apropiado por los pobladores. En

las entrevistas a tres autoridades de la PA, se mencionó que existe poca asistencia a las asambleas locales y poco interés en asistir por parte de los jóvenes. Además, existe la percepción, por parte de los cinco comisariados, dos autoridades de Taxco y siete habitantes de la PA, de que hay una menor cooperación y organización. Otro factor emergente, que se mencionó en 12 de las 20 entrevistas, es la presencia del crimen organizado; en el ayuntamiento de Taxco se mencionó que los apoyos para el campo fueron interrumpidos desde el año 2014 por esta situación de inseguridad. Por otra parte, en todas las entrevistas se reconoció que existe un grupo de personas que continúan con la venta de carbón vegetal.

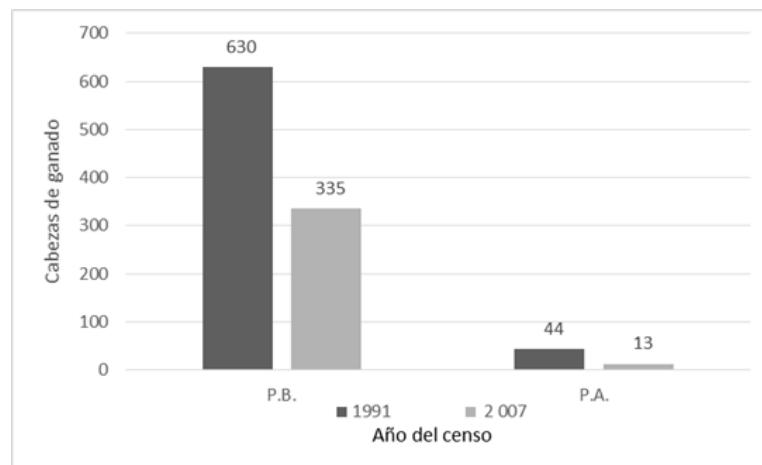


FIGURA 11. Cabezas de ganado bovino 1991 y 2007 (con base en Inegi (2019)).

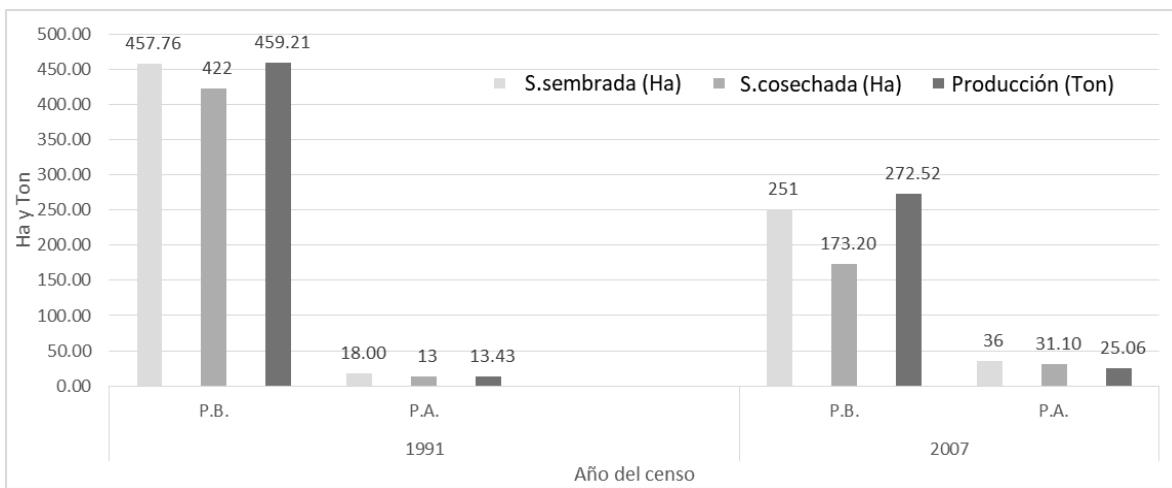


FIGURA 12. Producción de maíz en 1991 y 2007 (con base en Inegi (2019)).

En el inciso 1d) de la figura 9 se muestra una recuperación de la cobertura forestal, esto se relaciona con los esfuerzos realizados por la comunidad de Chichila, en colaboración con el ayuntamiento de Taxco, para reforestar la microcuenca donde se encuentran las presas que abastecen de agua a esta ciudad; sin embargo, también se aprecia un área deforestada. De acuerdo con los entrevistados, esto se debe a las actividades realizadas para la construcción de las presas, a los caminos construidos para facilitar el acceso entre la PA y la PB, y a la extracción de madera que realizan los vecinos de la periferia de la ciudad de Taxco, dinámica que en el segundo periodo (Fig. 9 2d) se refleja en varias zonas de degradación, y en algunas otras de deforestación ocasionadas por incendios.

En el área con mayor recuperación en el primer periodo (Fig. 9 1a) también se observan áreas de degradación, esto se debe a los primeros esfuerzos por reforestar y al abandono progresivo de la agricultura en esas zonas, no obstante, el fácil acceso a los bosques de *Quercus* y a la extracción legal de carbón por parte de los vecinos, ha ocasionado que se aproveche en zonas cercanas dentro de Chichila.

Con respecto a los cambios de cobertura de la PB, en la figura 9 (1b y 2b) se destacan las zonas en donde se registró mayor degradación en los dos periodos; estos cambios se relacionan con la invasión o el aprovechamiento ilegal de madera por parte de vecinos, este conflicto territorial no es nuevo, en las entrevistas y archivos históricos (Archivo histórico de Taxco, 2019) se hace mención a este conflicto desde hace más de 70 años. Sin embargo, en los últimos años en los esfuerzos por combatir esta extracción ilegal, las autoridades se han enfrentado con amenazas y actos de violencia; esto refleja una ausencia de las autoridades locales, estatales y federales encargadas de procurar la protección ambiental y mediar este tipo de conflictos. Este conflicto territorial ocasiona una degradación de la cobertura forestal en ambos períodos que se aprecian en la figura 9 (b y 2b). Por otra parte, durante el primer periodo se abandonaron grandes extensiones agrícolas, muchas de las cuales fueron reforestadas con especies de pino y otras transitaron a vegetación secundaria, esto también se aprecia en la figura 9 (1c).

DISCUSIÓN

El caso de Chichila muestra el proceso de abandono agrícola acompañado de esfuerzos por parte de las autoridades para proteger y conservar sus bosques, lo cual aceleró la transición forestal (Klooster, 2003). Este tipo de procesos se ha observado en otros estudios rurales en Centroamérica y México, que hacen referencia al papel de las remesas en la dinámica de los paisajes rurales. Las remesas han afectado claramente el patrón forestal de la comunidad, por un lado disminuyendo la presión por aprovechar los recursos maderables mediante la disminución de la población y el aumento de ingresos económicos (Hecht, 2009; Benayas et al., 2007; Aide y Grau, 2004; Bonilla-Moheno et al., 2012; Bonilla-Moheno et al., 2013; García-Barrios et al., 2009; Hecht, 2014) y por otro lado modificando las instituciones locales (Robson y Berkes, 2011), en este caso de Chichila a favor de conservar sus recursos naturales.

En Chichila se observa una disminución de la actividad agrícola y ganadera, lo que coincide con estudios regionales mexicanos (Radel et al., 2019; López et al., 2006; Ellis y Porter-Bolland, 2008) los cuales confirman que las ganancias de cobertura forestal ocurrieron en algunas regiones donde la migración era importante, pero donde la ganadería no compensó el proceso del abandono de la tierra, como es el caso de Chichila. Sin embargo, se observa una degradación de la cobertura forestal para Chichila en ambos períodos (1995-2009 y 2009-2019); en la mayoría de los casos de estudio regionales mexicanos mencionados arriba, los reajustes de los medios de vida en las zonas rurales marginadas no han frenado la deforestación. Los centros de población urbana cerca de las zonas marginadas siguen creciendo como es el caso de Taxco así como su demanda de agua, de energía, alimentos y otros bienes que proporcionan los bosques templados (Galicia et al., 2018). Este aprovechamiento no forestal se practica desde hace siglos por los vecinos dentro de la comunidad agraria y se relaciona con incendios forestales que reflejan una pérdida y degradación del bosque. No obstante, en todas las



entrevistas, se reconoce que el control de incendios forestales ha mejorado con los años.

Por otro lado, debido a la demanda de madera para carbón y la forma en que se satisface mediante la tala ilegal, el aumento de la cobertura forestal por abandono agrícola acompaña a la disminución de la calidad del bosque en la PA de Chichila para el periodo 2009-2019 (Fig. 9). El aprovechar selectivamente a *Quercus spp.* conduce a un bosque secundario dominado por especies de pinos en lugar de los bosques originales de encino o mixtos; como se menciona también en otros estudios (Cayuela et al., 2006), esta dinámica se asocia a que existen pocos esfuerzos en el monitoreo y a la ausencia de sanciones para normar la conducta de quienes explotan grandes cantidades de madera de encino.

En condiciones en las que la viabilidad de la agricultura a pequeña escala disminuye pero las poblaciones rurales continúan haciendo uso de las tierras boscosas, los aspectos institucionales de la gestión forestal son fundamentales (Durán et al., 2011). En Chichila, un conjunto diferente de reglas de usufructo que rigen las áreas agrícolas abandonadas fomentó la plantación de árboles y la protección de los bosques locales.

Los resultados muestran que la zona de estudio experimentó un proceso de transición forestal, puesto que en el periodo 1995-2009, 62.3 ha (1.28%) de *agricultura* fueron ganadas por la clase *vegetación secundaria*; 88.2 ha (1.81%) por *bosque secundario* y 43.2 ha (0.89%) por *bosque de coníferas*. Los diferentes estudios (Merino, 2006; de la Mora, 2013; Zamora Saenz et al., 2017) que abordan a la comunidad agraria de Chichila en distintos periodos, coinciden en que es un caso exitoso de esquemas de PSAH, sin embargo, durante los últimos años (2014-2019) las instituciones que se habían formado para procurar una buena organización en torno al manejo de sus recursos naturales fueron desarticulándose y dieron paso a un nuevo régimen en donde las decisiones y planeación se realizan por quienes ocupan los cargos de autoridad y por los actores que vinculan a la comunidad con quienes dan un pago mediante fondos concurrentes.

El incumplimiento de los compromisos (principalmente del gobierno municipal) genera desconfianza entre los participantes, debido a la falta de definición de los objetivos que cada uno de ellos desea lograr con esos convenios en el mediano y largo plazos; y al desconocimiento de las atribuciones y competencias de cada uno de los agentes involucrados.

Chichila es una comunidad agraria que apostó a un manejo sostenible de sus recursos naturales partiendo desde la estructura local, tomando la iniciativa de ofertar estos servicios ambientales a algún “comprador”, como sucedió en otras comunidades forestales dentro de los esquemas de PSAH (Madrid Ramírez, 2011; Paré et al., 2008). De la Mora (2013) refiere que, con cada comisariado y presidente municipal, las relaciones internas y externas vuelven a estrecharse o debilitarse para poder establecer convenios con Conafor, Taxco y empresas. Aunado a lo anterior, Chichila enfrenta el aumento de la presencia del crimen organizado, al igual que en muchas de las comunidades rurales de Guerrero (Soberanes, 2020). El crimen organizado, además de encargarse del tráfico de drogas, disputa también el cobro de derecho de piso y la actividad forestal (Soberanes, 2020). Finalmente cabe destacar que en ninguna de las entrevistas fue mencionado el papel de las ADVC o de las AICAs como un factor que explicara el proceso de transición forestal; aparentemente este tipo de estrategias de conservación no han tenido impacto significativo.

CONCLUSIONES

El abandono de tierras agrícolas de la parte baja, evidencia que gran parte de Chichila se encuentra inmersa en un proceso de transición forestal de vegetación arbustiva a bosques de coníferas y de *Quercus*. La agricultura fue la cobertura que presentó mayores pérdidas netas de superficie; mientras que las clases de bosque de coníferas y bosque de *Quercus* obtuvieron mayores ganancias. La superficie que comprende la cobertura forestal, a pesar de que aumentó, ha mantenido una dinámica de degradación en dos zonas focalmente, una en la parte baja donde la

extracción de madera es por personas ajenas a la comunidad y otra en la parte alta por los habitantes de Chichila.

Entre los factores más importantes que han propiciado el aumento y la recuperación de la cobertura forestal en Chichila están: los cambios en las instituciones locales y las prácticas de apropiación de los recursos naturales; la ubicación geográfica (su cercanía a la ciudad de Taxco) y las características ecológicas de Chichila; la percepción de escasez de agua por parte de habitantes de Chichila y de Taxco; la creciente migración de la población más joven hacia Estados Unidos, que se traduce en un abandono de las áreas agrícolas; la reducción en la parte baja de la dependencia económica hacia los recursos forestales; el arribo al poder de líderes comunitarios interesados en generar proyectos de desarrollo económico sustentable a escala local; las estrategias locales de conservación, como el Ordenamiento Territorial Comunitario, la modificación del Estatuto Comunal para normar el uso y acceso a los recursos naturales y, por último, los convenios de compensación por servicios ambientales hídricos-forestales.

RECONOCIMIENTOS

El primer autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el apoyo otorgado a través de la beca de maestría (No. 883308) para realizar esta investigación.

REFERENCIAS

- Archivo Histórico Colonial de Taxco. Carpetas de Cabildo y Presidencia, 1939-1940. Centro de enseñanzas para extranjeros CEPE, UNAM, Taxco de Alarcón, Guerrero.
- Arriaga, L., Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez, E., & Gómez, L. (2000). *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-terrestres-prioritarias-de-mexico>
- Aide, T. M., & Grau, H. R. (2004). Globalization, Migration, and Latin American Ecosystems. *Science*, 305(5692), 1915-1916. <https://doi.org/10.1126/science.1103179>.
- Alix-Garcia, J. M., Shapiro, E. N., & Sims, K. R. E. (2012). Forest Conservation and Slippage: Evidence from Mexico's National Payments for Ecosystem Services Program. *Land Economics*, 88(4), 613-638. <https://doi.org/10.3368/le.88.4.613>
- Baynes, J., Herbohn, J., Smith, C., Fisher, R., & Bray, D. (2015). Key factors which influence the success of community forestry in developing countries. *Global Environmental Change*, 35, 226-238. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.09.011>
- Benayas, J. M. R., Martins, A., Nicolau, J. M., & Schulz, J. J. (2007). Abandonment of agricultural land: An overview of drivers and consequences. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 2(57), 1-14. <https://doi.org/10.1079/PAVSNRR20072057>
- Bocco, G. (1998). Naturaleza y sociedad. Escalas de espacio y tiempo. *Ciencias*, 51, 54-59. <https://www.revistacienciasunam.com/en/108-revistas/revista-ciencias-51/902-naturaleza-y-sociedad-escalas-de-espacio-y-tiempo.html>
- Bonilla-Moheno, M., Aide, T. M., & Clark, M. L. (2012). The influence of socioeconomic, environmental, and demographic factors on municipality-scale land-cover change in Mexico. *Regional Environmental Change*, 12(3), 543-557. <https://doi.org/10.1007/s10113-011-0268-z>
- Bonilla-Moheno, M., Redo, D. J., Aide, T. M., Clark, M. L., & Grau, H. R. (2013). Vegetation change and land tenure in Mexico: A country-wide analysis. *Land Use Policy*, 30(1), 355-364. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.04.002>
- Cayuela, L., Golicher, D. J., Benayas, J. M. R., González-Espínosa, M., & Ramírez-Marcial, N. (2006). Fragmentation, disturbance and tree diversity conservation in tropical montane forests. *Journal of Applied Ecology*, 43(6), 1172-1181. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01217.x>
- Comisión Nacional Forestal [Conafor] (2020). *Estimación de la tasa de deforestación en México para el periodo 2001-2018 mediante el método de muestreo*. Documento técnico. Jalisco, México. Conafor. <https://www.gob.mx/conafor/documentos/estimacion-de-la-tasa-de-deforestacion-bruta-en-mexico-para-el-periodo-2001-2018-mediente-el-metodo-de-muestreo?idiom=es>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [Conabio] (2020). *Reforestación*. Conabio. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/reforestacion>.
- Costedoat, S., Corbera, E., Ezzine-de-Blas, D., Honey-Rosés, J., Baylis, K., & Castillo-Santiago, M. A. (2015). How effective are biodiversity conservation payments in Mexico?. *PLoS ONE*, 10(3), e0119881. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119881>
- Durán, E., Bray, D. B., Velázquez, A., & Larrazábal, A. (2011). Multi-Scale Forest Governance, Deforestation, and Violence in Two



- Regions of Guerrero, Mexico. *World Development*, 39(4), 611-619. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.08.018>
- Ellis, E. A., & Porter-Bolland, L. (2008). Is community-based forest management more effective than protected areas? A comparison of land use/land cover change in two neighboring study areas of the Central Yucatan Peninsula, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 256(11), 1971-1983. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.07.036>
- Fox, J., Rindfuss, R. R., Walsh, S. J., & Mishra, V. (2003). *People and the Environment: Approaches for Linking Household and Community Surveys to Remote Sensing and GIS* (1a ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/b101866>
- Galicia, L., Chávez-Vergara, B. M., Kolb, M., Jasso-Flores, R. I., Rodríguez-Bustos, L. A., Solís, L. E., Guerra de la Cruz, V., Pérez-Campuzano, E., & Villanueva, A. (2018). Perspectivas del enfoque socioecológico en la conservación, el aprovechamiento y pago de servicios ambientales de los bosques templados de México. *Madera y Bosques*, 24(2), e2421443. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421443>
- García-Barrios, L., Galván-Miyoshi, Y. M., Valdivieso-Pérez, I. A., Masera, O. R., Bocco, G., & Vandermeer, J. (2009). Neotropical forest conservation, agricultural intensification, and rural out-migration: The Mexican experience. *BioScience*, 59(10), 863-873. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.10.8>
- González-Espinosa, M., Meave, J. A., Ramírez-Marcial, N., Toledo-Aceves, T., Lorea-Hernández, & Ibarra-Manríquez, G. (2012). Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas*, 21(1-2), 36-52. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/26>
- Gutiérrez, G. F. (2002). *Estudio Técnico Participativo para el Ordenamiento Territorial de los Bienes Comunales de San Pedro y San Felipe Chichila, Municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero*. Conafor - Procymaf.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (2010). *Localidades de la República Mexicana, 2010, escala: 1:1. Obtenido de Principales resultados por localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2010*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (2019). *Microdatos. Censo Ejidal 1991 y 2007*. Laboratorio de microdatos, procesamiento remoto de datos, 2018, proyecto 1046.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (2015). *Conjunto de datos vectoriales de información topográfica escala 1:50 000 serie III*. Inegi
- Hecht, S. (2009). The new rurality: Globalization, peasants and the paradoxes of landscapes. *Land Use Policy*, 27(2), 161-169. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.08.010>
- Hecht, S. B. (2014). Forests lost and found in tropical Latin America: the woodland 'green revolution'. *Journal of Peasant Studies*, 41(5), 877-909. <https://doi.org/10.1080/03066150.2014.917371>
- Klooster, D. (2003). Forest Transitions in Mexico: Institutions and Forests in a Globalized Countryside. *Professional Geographer*, 55(2), 227-237. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1111/0033-0124.5502010>
- López, E., Bocco, G., Mendoza, M., Velázquez, A., & Aguirre-Rivera, J. R. (2006). Peasant emigration and land-use change at the watershed level: A GIS-based approach in Central Mexico. *Agricultural Systems*, 90(1-3), 62-78. <https://doi.org/10.1016/j.aggsy.2005.11.001>
- Madrid Ramírez, L. (2011). Los pagos por servicios ambientales hidrológicos: más allá de la conservación pasiva de los Bosques. *Investigación ambiental*, 3(2), 52-58.
- Martínez Gordillo, M., Cruz Duran, R., Castrejón Reyna, J. F., Valencia Ávalos, S., Jiménez Ramírez, J., & Ruiz-Jiménez, C. A. (2004). Flora vascular de la porción guerrerense de la Sierra de Taxco, Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica*, 75(2), 105-189.
- Mas, J. F., Velázquez, A., Díaz-Gallegos, J. R., Mayorga-Saucedo, R., Alcántara, C., Bocco, G., Castro, R., Fernández, T., & Pérez-Vega, A. (2004). Assessing land use/cover changes: A nationwide multidate spatial database for Mexico. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(4), 249-261. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2004.06.002>
- McAfee, K., & Shapiro, E. N. (2010). Payments for Ecosystem Services in Mexico: Nature, Neoliberalism, Social Movements, and the State. *Annals of the Association of American Geographers*, 100(3), 579-599. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00045601003794833>
- Merino, L. (2006). Agua, bosques y participación social. La experiencia de la comunidad de San Pedro Chichila, Guerrero. *Gaceta Ecológica*, 80, 33-49.
- De la Mora, G. (2013). *Servicios ambientales y propiedad. Análisis sociológico de los procesos de apropiación de la tierra, el agua y el bosque en una comunidad agraria*. Plaza y Valdés Editores.
- Muñoz, M., Castillo, M., Line, F., Mondragón, E., Carrillo, O., Tipper, R., & Navarro, C. (2021) Comparación de métodos de detección de cambio forestal en el marco del proyecto Forests 2020. Realidad, datos y espacio. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 12(1), 16-29. <https://rde.inegi.org.mx/index.php/2021/04/08/comparacion-de-metodos-de-deteccion-de-cambio-forestal-en-el-marco-del-proyecto-forests-2020/>

- Paré, L., Robinson, D., & Antonio González, M. (2008). *Gestión de cuencas y servicios ambientales. Perspectivas comunitarias y ciudadanas*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Instituto Nacional de Ecología - Itaca - Raíses - Sendas, A.C. - WWF. https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/Gestion_de_cuencas_y_servicios_ambientales._Perspectivas_comunitarias_y_ciudadanas.pdf
- Pontius, R. G., Shusas, E., & McEachern, M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101(2-3), 251-268. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.008>
- Radel, C., Jokisch, B. D., Schmook, B., Carte, L., Aguilar-Stoen, M., Hermans, K., & Aldrich, S. (2019). Migration as a feature of land system transitions. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 38, 103-110. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.05.007>
- Robson, J. P., & Berkes, F. (2011). Exploring some of the myths of land use change: Can rural to urban migration drive declines in biodiversity?. *Global Environmental Change*, 21(3), 844-854. doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.04.009
- Seppelt, R., Lautenbach, S., & Volk, M. (2013). Identifying trade-offs between ecosystem services, land use, and biodiversity: a plea for combining scenario analysis and optimization on different spatial scales. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(5), 458-463. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.05.002>
- Sims, K. R. E., Alix-Garcia, J. M., Shapiro-Garza, E., Fine, L. R., Radeloff, V. C., Aronson, G., Castillo, S., Ramírez Reyes, C., & Yañez-Pagans, P. (2014). Improving Environmental and Social Targeting through Adaptive Management in Mexico's Payments for Hydrological Services Program. *Conservation Biology*, 28(5), 1151-1159. <https://doi.org/10.1111/cobi.12318>
- Soberanes, R. (22 de junio de 2020). México: revivir bosques donde antes crecían amapolas. *Mongabay*. <https://es.mongabay.com/2020/06/mexico-revivir-bosques-donde-antes-crecian-amapolas/>
- Vargas, O., & Mora, F. (2008). La restauración ecológica. Su contexto, definición y dimensiones. En O. Vargas (Ed.), *Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino (el caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca)* (pp. 19-40). Universidad Nacional de Colombia.
- Velázquez, A., Durán, E., Ramírez, I., Mas, J. F., Bocco, G., Ramírez, G., & Palacio, J. L. (2003). Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: The case of Oaxaca, Mexico. *Global Environmental Change*, 13(3), 175-184. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(03\)00035-9](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(03)00035-9)
- Velázquez, A., Nuñez Hernandez, J. M., André Couturier, S., & Bocco Verdinelli, G. (2011). *Propuesta Metodológica para Normar la Evolución de la Evaluación de la Tasa de Deforestación y Degradación Forestal en México*. WWF - CCMSS - TNC.- Centro Geo - CIGA UNAM.
- Zamora Saenz, I., Cabestany Ruiz, G., Lucio Herández, M., García Cuevas, L. M., & Vargas Pérez, E. (2016). Percepción social sobre el Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en los bienes comunales de San Pedro y San Felipe Chichila, Taxco, Guerrero. *Sociedad y Ambiente*, 10, 57-77. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i10.1652>

Manuscrito recibido el 07 de diciembre de 2020

Aceptado el 06 de octubre de 2022

Publicado el 17 de diciembre de 2022

Este documento se debe citar como:

Valencia Negrete, M., Castillo Santiago, M. A., Bello Baltazar, E., & Vázquez Sánchez, M. Á. (2022). Regeneración y conservación del bosque comunitario, el caso de Chichila, Guerrero. *Madera y Bosques*, 28(3), e2832297. <https://doi.org/10.21829/myb.2022.2832297>



Madera y Bosques por Instituto de Ecología, A.C. se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercialCompartirlGual 4.0 Internacional.