

## Cambios en la cobertura arbolada de comunidades indígenas con y sin iniciativas de conservación, en Oaxaca, México

Recibido: 31 de diciembre de 2012. Aceptado en versión final: 2 de mayo de 2013.

Abril Velasco Murguía\*

Elvira Durán Medina\*

Raúl Rivera\*

David Barton Bray\*\*

**Resumen.** Se analizaron cambios en la cobertura arbolada entre 1990-2010, en once comunidades Chinantecas, en Oaxaca, México. De éstas, cinco realizan acción colectiva para la conservación del bosque (*con-ACPC*) y seis no (*sin-ACPC*). Mediante una clasificación supervisada de imágenes de satélite Landsat de 1990, 2000 y 2010, se obtuvieron mapas de cobertura arbolada/condición no-arbolada. Se realizaron cruces de mapas de 1990-2000 y 2000-2010, para obtener mapas de procesos de cambio (deforestación y revegetación) y tasas anuales de cambio. En el conjunto de comunidades la cobertura arbolada fue de alrededor del 90% en las tres décadas, pero hubieron diferencias significativas en la cobertura arbolada de las comunidades *con-ACPC* y *sin-ACPC*. En las primeras hubo mayor superficie arbolada, menor permanencia de la condición no-arbolada y tasas de

cambio relativamente menores. En las comunidades *sin-ACPC* hubo mayor revegetación entre 2000-2010, pero la recuperación de cobertura no parece ser intencional, ya que las comunidades carecen de acciones para cuidar el bosque. Las comunidades *con-ACPC* cuentan con asesores y en ellas se hacen investigaciones por parte de académicos y operan programas gubernamentales y no-gubernamentales, pero no es así en las comunidades *sin-ACPC*. Entender mejor la dinámica de bosques de alto valor ecológico en predios de propiedad social, como los del norte del estado de Oaxaca, es fundamental para orientar mejor políticas públicas enfocadas a atender los bosques a la escala local.

**Palabras clave:** Bosques comunitarios, condición no-arbolada, deforestación, acción colectiva para la conservación.

---

\* Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Oaxaca, Calle Hornos, No. 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, 71230, Oaxaca, México. E-mail: eduran3@hotmail.com/eduranm@ipn.mx

\*\* Florida International University, Estados Unidos.

Cómo citar:

Velasco Murguía, A., E. Durán Medina, R. Rivera y D. Barton Bray (2014), "Cambios en la cobertura arbolada de comunidades indígenas con y sin iniciativas de conservación, en Oaxaca, México", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 83, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 55-73, dx.doi.org/10.14350/rig.34975.

## Tree cover changes in indigenous communities with and without conservation initiatives in Oaxaca, Mexico

**Abstract.** We analyzed the dynamics of forest cover change between 1990-2010 in eleven Chinantec indigenous communities in the Sierra Norte of the state of Oaxaca, Mexico. Five communities exhibited collective action for forest conservation (with-CAC) and the remaining six did not (without-CAC). Using supervised classification of Landsat satellite images from three dates (1990, 2000 and 2010) we obtained maps of forested/non-forested conditions. We then crossed maps for 1990-2000 and 2000-2010 to generate maps of change processes (deforestation and re-vegetation) and annual rates of change. In general, forest cover was relatively stable (~90%), but there were significant differences between the forest cover in communities with-CAC and without-CAC. In the first, there was greater forest cover, less permanence of the non-forested condition, and

lower rates of change. In the communities without-CAC there was greater re-vegetation between 2000-2010, but forest recovery does not appear to have been intentional, since the communities had no initiatives for taking care of their forests. In the communities with-CAC there has been influence of advisors, academics, and programs with governmental and non-governmental entities, and these have had little presence in the without-CAC communities. Improved understanding of the dynamics of high ecological value forests in common property, such as those in the northern part of Oaxaca State, is fundamental for better orientation of public policy focused at local forest in Mexico.

**Key words:** Community forests, non-forestry condition, cover classification, collective action for conservation.

### INTRODUCCIÓN

El buen manejo de áreas forestales es clave para afrontar los retos que imponen las crecientes necesidades humanas, el desarrollo sustentable y la mitigación del cambio climático global (De Fries *et al.*, 2004; MEA, 2005; Nabuurs *et al.*, 2007; FAO, 2012). Esto hace necesario el monitoreo del estado que guardan los bosques, para atender las causas de su pérdida o degradación (Geist y Lambin, 2001; Herkenrath y Harrison, 2011) y, cuando es el caso, para entender mejor los contextos en que se están conservando y promoverlos. A diferencia del análisis de la dinámica de los bosques a nivel global, macroregional o nacional, la escala local ha sido menos estudiada, sobre todo en el sentido de entender causas inmediatas y fundamentales que determinan la deforestación (Rudel *et al.*, 2002; Rudel *et al.*, 2009, Boucher *et al.* 2011).

En México, el análisis de los cambios en la cobertura forestal a nivel local es importante porque más del 60% de los bosques está en terrenos de propiedad social (Madrid *et al.*, 2009). Dichos predios, en la Ley Agraria se reconocen como núcleos agrarios y pueden ser *ejidos* o *comunidades indígenas* y, de manera general, suelen nombrarse como bosques comunitarios (Bray y Merino, 2004). Los bosques comunitarios se ubican en

predios ejidales o comunales que van de cientos a miles de hectáreas, donde los dueños legales disponen sobre el uso y manejo de la tierra y el bosque; por lo que operan como unidades de manejo y de toma de decisiones (Bray, 2013). De allí que en la tarea de analizar los cambios en su cobertura, no se pueden excluir aspectos sociales, productivos e institucionales (Durán *et al.*, 2005; Durán *et al.*, 2011a; Robson y Berkes, 2011).

Aunque no es generalidad, algunos estudios han mostrado que en los bosques comunitarios de México, a pesar de la presencia y actividades humanas, es posible disminuir la deforestación e inclusive incrementar la superficie de bosque (Durán *et al.*, 2005M; Chowdhury, 2006; Ellis y Porter-Bolland, 2008; Durán *et al.*, 2011a). Esta evidencia es alentadora, pero aún se necesita: *a)* documentar más ampliamente los procesos de cambio en los bosques comunitarios; *b)* entender mejor los contextos sociales, institucionales y de manejo en que se logra mantener o recuperar cobertura, y *c)* hacer comparaciones entre comunidades que realizan distintas acciones de cuidado y manejo del bosque. Esto, a fin de incrementar la comprensión de los cambios en la cobertura de este tipo de bosques, y ayudar a orientar las políticas públicas enfocadas a atender acciones a nivel local. En las últimas décadas, para atender y fomentar el manejo y la conservación de los bosques a la

escala local, particularmente de los bosques comunitarios, el gobierno mexicano ha implementado programas *ad hoc*. La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) ha operado el programa de manejo forestal comunitario-PROCYMAF (ahora Silvicultura Comunitaria), el programa de conservación comunitaria-(COINBIO) y el programa de servicios ambientales hidrológicos-(PSAH). Recientemente, la Comisión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) ha implementado el programa de certificación de áreas voluntarias de conservación (AVC's). Oaxaca es uno de los estados con mayor vocación forestal, donde el 82% de sus bosques están en terrenos de propiedad social (Martin *et al.*, 2011; Durán *et al.*, 2012). Asimismo, se considera que es el estado que alberga la mayor biodiversidad en el país (García *et al.*, 2004). Por lo anterior, dichos programas gubernamentales han tenido mayor incidencia en este estado, pero su aplicación no ha sido generalizada a todos los núcleos agrarios. Esto ofrece la oportunidad para evaluar de manera sistemática el impacto de la injerencia o ausencia de dichas políticas públicas en la acción colectiva (acciones discutidas y consensadas) de los habitantes de comunidades o ejidos (INEGI, 2006), en cuanto al uso del suelo y el manejo del bosque.

Las unidades de estudio del presente trabajo fueron once *comunidades* de la etnia Chinanteca que contrastaron en su *acción colectiva* para la conservación del bosque (Bray *et al.*, 2012). El objetivo fue analizar la dinámica de su cobertura arbolada entre 1990-2010, y comparar las tendencias de cambio entre cinco comunidades que realizan acción colectiva para la conservación del bosque (*con-ACPC*) y seis que carecen de dicha acción colectiva (*sin-ACPC*).

## SITIO DE ESTUDIO

Se localizó al norte del estado de Oaxaca (Figura 1), en tres municipios contiguos (San Felipe Usila, San Juan Bautista Tlacoazintepec y San Pedro Sochiapam), que se encuentran al extremo noroeste la región étnica chinanteca. El municipio de Usila pertenece al distrito de Tuxtepec y los otros dos al distrito de Cuicatlán, donde colindan con la etnia

Cuicateca (Álvarez, 1994; De Teresa, 2011). Estos municipios tienen baja densidad poblacional y se consideran de alta marginación (Berumen, 2007). Más del 95% de los habitantes es hablante del chinanteco (Hernández, 2006), y alrededor del 90% de la población económicamente activa se ocupa en actividades del sector primario (INEGI, 2010). En dichos municipios se trabajó con once comunidades, las cuales se eligieron por ser contiguas y relativamente comparables en cuanto a sus características ambientales (clima, topografía y vegetación nativa), socioeconómicas e institucionales (Bevan, 1987; INEGI, 1980; De Teresa, 2011), pero contrastan en su acción colectiva para la conservación del bosque y los apoyos gubernamentales y no gubernamentales recibidos.

Cinco comunidades de estudio pertenecen al municipio de Usila (Analco, Santiago, San Pedro, Barrio y Santa Cruz), y abarcan el 67.2% de su superficie; una comunidad corresponde al municipio de Tlacoatzintepec y representa el 95.9% de la superficie municipal. Las cinco comunidades restantes se ubican en el municipio de Sochiapam (Zapotitlán, Retumbadero, Sochiapam, Zautla y Quetzalapa) y su área suma el 81.9% de la superficie municipal. La superficie del conjunto de comunidades sumó 48 678.94 ha. Al ser propiedad social, todas las comunidades tienen como máxima instancia de gobernanza interna para asuntos de usos del suelo y del bosque a la asamblea de comuneros (Hernández, 2007; Bray, 2013; Díaz *et al.*, 2013).

En el área prevalece el clima cálido húmedo con lluvias en verano. El gradiente altitudinal va de 200 a 3 000 msnm (INEGI, 1980), con diferencia de elevación dentro de las comunidades de al menos 1 000 m. En las partes bajas prevalecen selvas altas perennifolias y encinares tropicales, seguidos de bosques mesófilos y en las partes más altas se encuentran bosques de pino-encino y encinares templados (van der Wal, 1999; Rincón, 2007; Figura 2). También se practica la agricultura de roza-tumba-quema para producir maíz, y entre las principales fuentes de ingreso local está la producción de café y la cría de ganado (De Teresa, 2011).

Durante la década de los años ochenta y parte de los noventa del siglo pasado, todas estas comu-

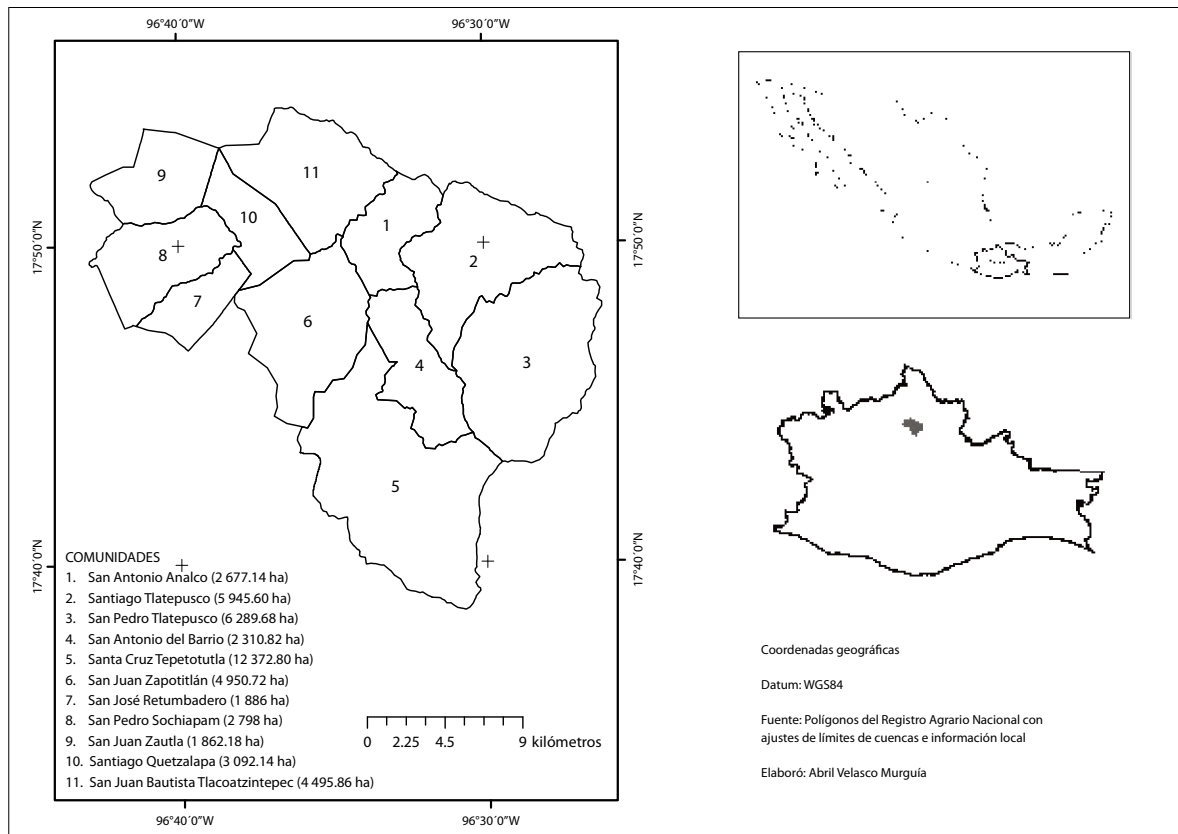


Figura 1. Macrolocalización del sitio de estudio y ubicación de las comunidades estudiadas. Las comunidades 1, 2, 3, 4 y 5 se ubican en el municipio de San Felipe Usila (Distrito de Tuxtepec). Las comunidades 6, 7, 8, 9 y 10 pertenecen al municipio de San Pedro Sochiapam y la comunidad 11 es cabecera municipal de San Juan Bautista Tlacoatzintepec (los dos municipios corresponden al Distrito de La Cañada).

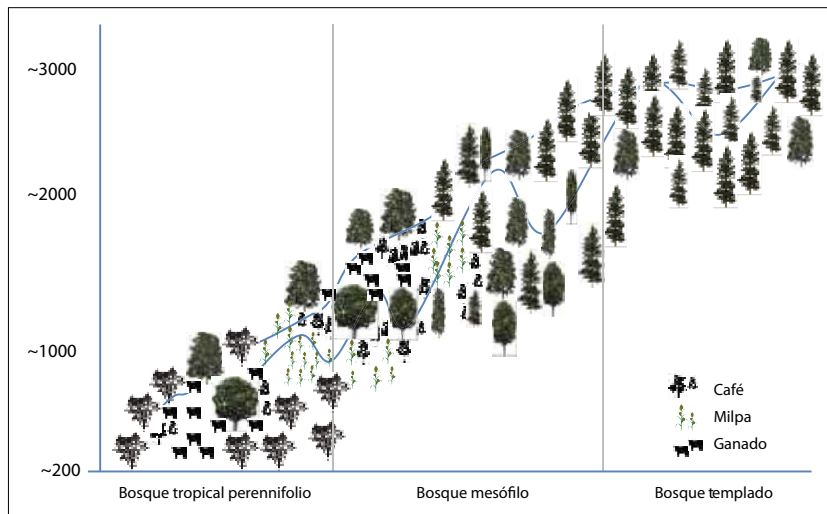


Figura 2. Perfil idealizado que muestra la distribución de los bosques naturales y los principales usos del suelo que se presentan en el gradiente de elevación de las comunidades de estudio.

nidades de estudio basaron su economía en la producción de café (Evangelista *et al.*, 2010; De Teresa, 2011). La desaparición del Instituto Mexicano del Café (INMECAFE) en 1989 y la inestabilidad del precio internacional del producto indujeron una crisis económica regional a partir de los noventa. Las comunidades experimentaron una fuerte migración y la gente que quedó tuvo que realizar ajustes en sus modos de producción local. La actividad ganadera, fomentada por programas del gobierno y apoyada con dinero de remesas, se ha adoptado como parte de una cultura de ahorro-inversión por los mismos habitantes, especialmente en las comunidades *sin-APC*. Esta situación indujo distintas dinámicas de conversión del bosque y de los cafetales de sombra, a pastizales y milpas; así como el abandono de cafetales (Romero, 2009; Hite, 2011). En las comunidades *con-ACPC* también se ha registrado una fuerte labor hacia la diversificación productiva de cultivos que no inducen desmonte como la vainilla, la pita, el cacao, la palma de tepejilote y el cultivo de hortalizas en micro-invernaderos.

En este escenario de crisis del café, a mediados de los años noventa llegaron extensionistas y estudiantes a la región chinanteca, quienes estuvieron apoyados por programas gubernamentales, universitarios y de organizaciones no-gubernamentales (ONG) con un enfoque conservacionista o de desarrollo rural (Bray *et al.*, 2012). Sin embargo, la presencia de estos actores no fue generalizada a todas las comunidades de La Chinantla; en el área en estudio solo se atendió a las comunidades que aquí se agrupan como comunidades *con-ACPC*. En dichas comunidades, estos actores externos realizaron diagnósticos de recursos naturales, y promovieron proyectos para fomentar su uso sustentable, y la conservación del bosque y de la biodiversidad (Bray *et al.*, 2012; CONANP, 2005; De Teresa, 2011; Molina, 2011). También hubo asesoría, capacitación y apoyos para consolidar esfuerzos de organización, y así se logró constituir al Comité de Recursos Naturales de la Chinantla Alta (CORENCHI). Otra labor de las ONG fue la de gestión de apoyos para proyectos e incentivos económicos.

## METODOLOGÍA

### Análisis espacial

Inicialmente se delimitaron los polígonos de las once comunidades de estudio, para ello se obtuvieron las perimetrales de cada comunidad en el Registro Agrario Nacional, la Procuraduría Agraria o el Archivo General Agrario. Cuando las colindancias de las comunidades se ajustaron con los límites de las cuencas, y esto no se reconoció en los polígonos oficiales de los predios comunales (definidos por líneas rectas entre vértices), se hizo un arreglo con la delimitación de microcuencas, realizada a partir de las cartas topográficas de INEGI. En siete de las once comunidades hubo factibilidad logística y de seguridad para realizar recorridos de campo; así, entre 2009 y 2010, se tomaron puntos georreferenciados de sitios característicos de los distintos tipos de bosque y de los principales usos del suelo. En cada punto se llenaron formatos para descripciones *in situ*, que incluyeron bocetos del paisaje circundante. Esta información sirvió como campos de entrenamiento para la clasificación supervisada de las imágenes de satélite.

Se analizaron imágenes de satélite de tres fechas distintas, tomadas en la época de secas: 1990 (LandSat 4 TM), 2000 (LandSat 7 ETM+) y 2010 (LandSat 7 ETM+), cuya resolución espacial fue de 30 m (Path 24, Row 48). Las fechas de las imágenes coincidieron con eventos que pudieron haber influido en la dinámica de cambios de la cobertura y usos del suelo: 1990-2000 coincide con el periodo de la crisis de los precios del café y 2000-2010 con el periodo en que inician acciones comunitarias de conservación del bosque.

Las imágenes fueron proporcionadas por CONAFOR, y a todas se les verificó la corrección geométrica mediante un re-muestreo de píxeles. Se llevaron a un error cuadrático medio permisible < 0.15 (Chuvieco, 2002), usando el programa PCI Geomatica versión 7.0. Posteriormente se realizó una clasificación supervisada de máxima similitud, la cual se apoyó con información de los campos de entrenamiento. Las imágenes de satélite se trabajaron en falso color (bandas 4, 7 y 1), a fin de resaltar contrastes en la vegetación. Se delimitaron seis clases de coberturas (bosques tem-

plados, bosques mesófilos y bosques tropicales perennifolios, cafetales de sombra, cultivos, pastizales y zonas urbanas) y la clase nula (la categoría que el sistema de información geográfica (SIG) no identificó dentro de las clases previamente definidas), se trabajó mediante un proceso post-clasificadorio en el programa ArcGIS 9.2 (ESRI, 2006). Esto se hizo mediante una clasificación no supervisada de la imagen correspondiente, y con ayuda del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), que se generó con el programa ENVI 4.7 (ITT, 2009).

El análisis de confiabilidad de las imágenes clasificadas de las tres fechas se basó en la revisión de la matriz de confusión (Chuvieco, 2002); lo cual implicó comparar puntos aleatorios de la clasificación generada con las coberturas mostradas por una ortofoto de 1990 y de imágenes SPOT 5 del 2000 y el 2009. Las imágenes SPOT provinieron de la Estación de Recepción México (ERMEXS) y fueron proporcionadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza en México (WWF, por sus siglas en inglés). Las escenas fueron tomadas en la época de secas (mes de febrero) y tuvieron una resolución espacial de 10 m, en modo multiespectral. Con base en la matriz de confusión, se calculó la exactitud total observada y el índice de Kappa (medida de la concordancia basada en las diferencias entre los datos de la clasificación y los de referencia; Congalton y Green, 1999). Para 1990, los valores para la exactitud fueron 0.93 y para el índice de Kappa 0.72; para el 2000, la exactitud fue 0.91 y el índice de Kappa fue 0.79 y, finalmente, para el 2010 la exactitud fue 0.98 y el índice de Kappa tuvo un valor de 0.89.

Considerando los valores anteriores y, particularmente, que en todos los casos el índice de Kappa fue > 0.7, se reconoce que la confiabilidad de la clasificación fue buena (López de Ullibarri y Fernández, 2001).

A partir de las imágenes clasificadas, se procedió a generar los mapas de las fechas correspondientes, cuyo tamaño de pixel fue de 30 m y con dos categorías en su leyenda: cobertura arbolada y condición no-arbolada. La cobertura arbolada incluyó bosques naturales, cafetales de sombra y vegetación secundaria (acahuales) con prevalencia de árboles. La condición no-arbolada incluyó áreas sin vegetación aparente, pastizales naturales

e inducidos, asentamientos humanos, milpas y vegetación secundaria con herbáceas y arbustos. Usando los mapas de cobertura se generaron mapas de procesos de cambio (Figura 3), para lo cual se realizaron cruces de mapas de cobertura para los periodos 1990-2000 y 2000-2010, mediante el uso del programa IDRISI Andes (Eastman, 2006). En los mapas de procesos de cambio, se reconoció: la *deforestación*, cobertura arbolada en un tiempo inicial ( $t_1$ ) cambió a una condición no-arbolada en fecha posterior ( $t_2$ ); la *revegetación*, cuando ocurrió el proceso opuesto, y las *permanencias* de cobertura arbolada y de condición no-arbolada. También se estimó la tasa anual de cambio ( $r$ ) para cada comunidad, mediante la fórmula de deforestación de FAO (1996):

$$r = \left[ 1 - \frac{S_1 - S_2}{S_1} \right]^{1/n} - 1,$$

donde:  $S_1$  superficie de cobertura arbolada para el tiempo  $t_1$ ,  $S_2$  superficie de cobertura arbolada en  $t_2$  y  $n$  diferencia en años entre  $t_1$  y  $t_2$ .

El valor resultante se multiplicó por cien, para expresarse en porcentaje. Finalmente, se compararon las diferencias en la cobertura, los cambios y las tasas de cambio entre las comunidades *con-ACPC* y *sin-ACPC*, y para ello se hicieron pruebas no paramétricas de Wilcoxon (Hair *et al.*, 1999).

### Contexto social de las comunidades con-ACPC y sin-ACPC

La agrupación *a priori* de las comunidades, en dos grupos, con acción colectiva para la conservación (*con-ACPC*) y sin ésta (*sin-ACPC*), se confirmó a partir de recopilar información socioeconómica, productiva y de manejo para cada comunidad. Ésta provino de la revisión de las listas de comunidades beneficiadas con el programa de PSAH de la CONAFOR, y los apoyos para elaboración de OTC, capacitación y manejo forestal, así como de las iniciativas voluntarias de conservación certificadas por CONANP, hasta el 2012. Se revisaron reportes técnicos y los archivos internos de las propias comunidades (actas de asamblea, estatutos y acuerdos

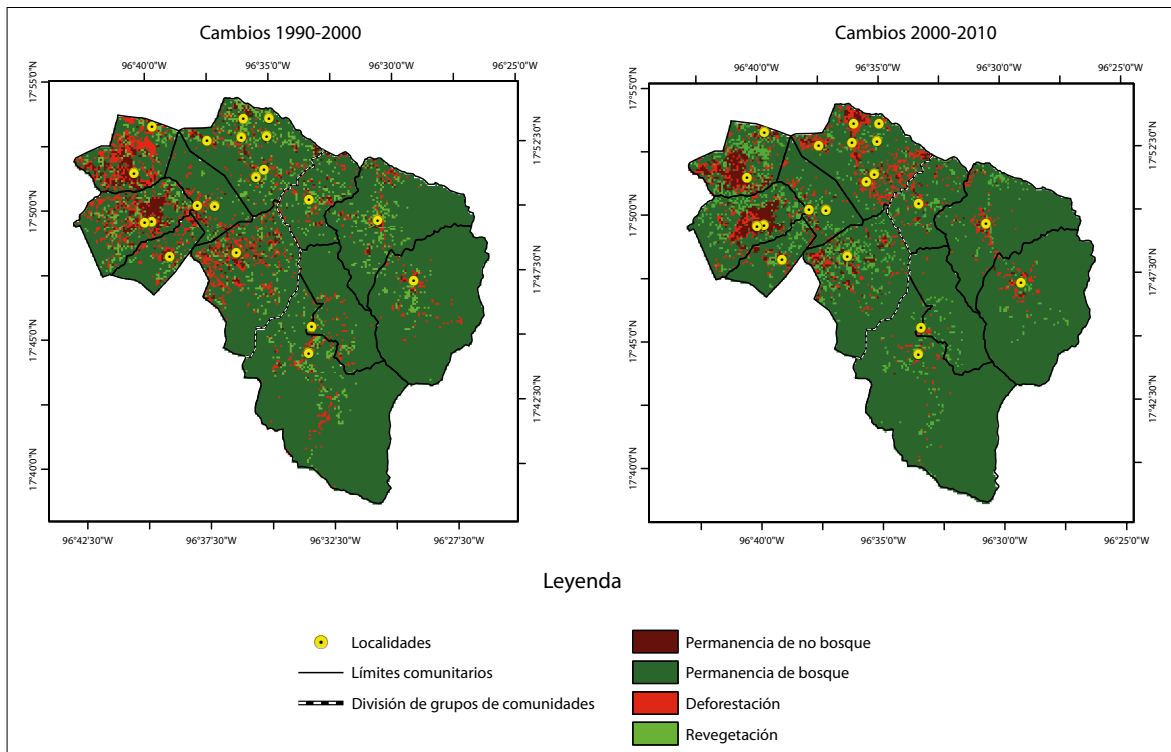


Figura 3. Mapas de procesos de cambio y permanencias ocurridos entre 1990-2000 y 2000-2010 en el área que comprende las once comunidades en estudio. Las comunidades ubicadas a la derecha de la línea punteada son designadas “*con-ACPC*” y las de la izquierda son “*sin-ACPC*”.

internos), cuando fue posible tener acceso a esos documentos. También se obtuvo información de entrevistas informales (*sensu* Bernard, 2002), las cuales consistieron en un guión de preguntas enfocadas a reconocer siete aspectos de cada comunidad: 1. Las acciones de la gente de la comunidad cuando bajó el precio del café. 2. Si habían acciones comunitarias de conservación (si tienen áreas voluntarias de conservación certificadas ante CONANP o solo acordadas por la Asamblea). 3. Si recibían apoyos del gobierno para la conservación del bosque (desde cuándo). 4. Si tenían asesores o habían tenido contacto con externos que promovieran la conservación del bosque en la comunidad. 5. Si en sus asambleas discutían temas relacionados con la conservación del bosque y si en sus estatutos la comunidad tenían cláusulas relacionadas con conservación. 6. Si contaban con OTC o habían iniciado la discusión para elaborarlo. 7. Si la comunidad tenía reglas sobre la apertura

de bosque, el pastoreo y el establecimiento de potreros. Las entrevistas se aplicaron a los presidentes del comisariado de siete de las once comunidades visitadas (Analco, Santiago, San Pedro, Barrio, Tepetotutla, Retumbadero y Sochiapam), y para las comunidades no visitadas (Zapotitlán, Zautla, Quetzalapa y Tlacoazintepec), se obtuvo información indirecta a partir de preguntar a informantes de las comunidades vecinas que tenían parientes o habían estado en dichas comunidades. Por otra parte, en la CONAFOR se investigó sobre la labor de promoción y apoyo en las comunidades de estudio, de los programas para el manejo y la conservación del bosque en la región, y de los pagos por servicios ambientales hidrológicos (PSAH). También se consultó a dos ONG: Geoconservación A. C., que ha realizado estudios o asesoría profesional en las comunidades de estudio ubicadas en el municipio de Usila, y Vidas A. C., que trabajaba en la región de Cuicatlán, y que tenía algunos antecedentes de

las comunidades de interés. La información recopilada se concentró sistemáticamente en hojas de cálculo, lo cual permitió corroborar datos y fechas provenientes de las distintas fuentes a nivel de cada comunidad. Posteriormente, en una línea de tiempo se esquematizaron los aspectos más significativos que podrían relacionarse con la conservación del bosque (eventos económicos, programas institucionales y acuerdos de manejo dentro de las comunidades; Figura 4).

Por otra parte, se recopiló el número de cabezas de ganado bovino a nivel municipal (INEGI, 1994, 1998 y 2009), las cuales fueron *quasi* cercanas a las fechas de las imágenes de satélite. A partir de esta información, y considerando el porcentaje de superficie de cada comunidad (asumiendo distribución homogénea del ganado en el municipio), se calculó la cantidad de ganado para las comunidades de estudio. Específicamente, para las cinco comunidades de estudio ubicadas en el municipio de San Felipe Usila, en el 2008 se hizo el recuento directo del ganado bovino; para ello se hicieron entrevistas informales con los comisariados y se aplicaron de manera aleatoria entrevistas estructuradas al 10% de los integrantes del padrón de comuneros de cada comunidad (Figel *et al.*, 2011). También se recopilaban datos de la población (total, económicamente

activa y menor de 15 años) en las distintas fechas analizadas, a partir de la consulta de los Censos de Población y Vivienda (INEGI, 1994, 2000 y 2010). Considerando el recuento de la población total y el área de cada comunidad se hicieron estimaciones de la densidad poblacional.

## RESULTADOS

### Cambios en la cobertura arbolada

Aunque en todo el periodo de análisis prevalecieron valores de cobertura por encima del 80% (Figura 5A; Tabla 1), el conjunto de comunidades presentó un rango relativamente amplio en su cobertura (57.5 a 98.7%). En 1990, la cobertura arbolada total fue de 89.5% de la superficie de las comunidades y esta cifra cambió a 89.3% en 2000, y a 90.5% en el 2010 (Tabla 1). De 1990 a 2010 se registró un aumento neto de 617 ha; sin embargo, los grupos de comunidades experimentaron tendencias distintas (Figura 3). En general, las comunidades *sin-ACPC* presentaron más fluctuaciones en los diferentes estimadores de la dinámica del bosque (permanencias, deforestación/revegetación y tasas de cambio; Figura 5). El balance neto fue que la cobertura arbolada entre 1990 y 2010 en las co-

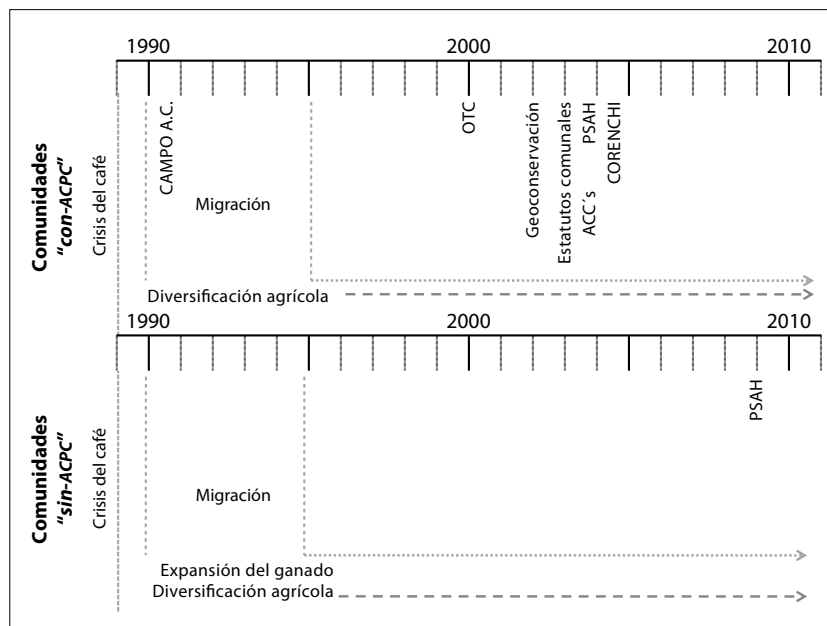


Figura 4. Línea de tiempo con eventos productivos, sociales y organizativos con relevancia para la permanencia o cambio en la cobertura arbolada, ocurridos durante dos décadas en las comunidades de estudio (1990 a 2010), y que aparentemente continúan en la actualidad.

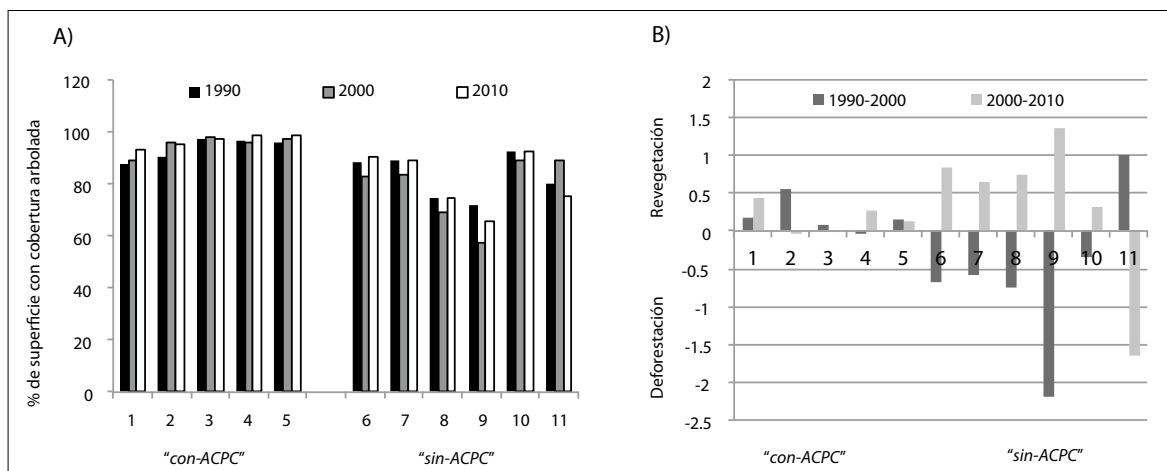


Figura 5. A) Porcentaje de la superficie de cobertura arbolada a nivel de cada comunidad de estudio en tres fechas (1990, 2000 y 2010). B) Tasas de cambio en la cobertura arbolada, ocurridas entre 1990-2000 y 2000-2010 en las comunidades estudiadas. Las primeras cinco comunidades, indicadas con números sobre el eje X, realizaron acción colectiva para la conservación del bosque ("con-ACPC") y las seis restantes carecen de dichas iniciativas ("sin-ACPC").

Tabla 1. Porcentaje de cobertura arbolada, respecto a la superficie total del predio comunal en las comunidades de estudio

| Agrupación                     | Comunidad       | Superficie Total (ha) | Cobertura arbolada   |               |                      |                |                      |                |
|--------------------------------|-----------------|-----------------------|----------------------|---------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|
|                                |                 |                       | 1990                 |               | 2000                 |                | 2010                 |                |
|                                |                 |                       | ha                   | %             | ha                   | %              | ha                   | %              |
| "Con-ACPC"                     | Analco          | 2 677.14              | 2 350.5              | 87.8          | 2 392.8              | 89.4           | 2 501.6              | 93.4           |
|                                | Santiago        | 5 945.6               | 5 392.7              | 90.7          | 5 699.69             | 95.9           | 5 680.95             | 95.6           |
|                                | San Pedro       | 6 289.68              | 6 107.3              | 97.1          | 6 150.03             | 97.8           | 6 136.2              | 97.6           |
|                                | Barrio          | 2 310.82              | 2 227.6              | 96.4          | 2 217.84             | 96.0           | 2 279.08             | 98.6           |
|                                | Santa Cruz      | 1 2372.8              | 11 853.1             | 95.8          | 1 2046.0             | 97.4           | 1 2216.0             | 98.7           |
| "Sin-ACPC"                     | Zapotitlán      | 4 950.72              | 4 391.3              | 88.7          | 4 102.2              | 82.9           | 4 464.81             | 90.2           |
|                                | Retumbadero     | 1 886.00              | 1 674.8              | 88.8          | 1 581                | 83.8           | 1 685.87             | 89.4           |
|                                | Sochiapam       | 2 796.00              | 2 085.8              | 74.6          | 1 934.86             | 69.2           | 2 084.81             | 74.6           |
|                                | Zautla          | 1 862.18              | 1 337.0              | 71.8          | 1 070.4              | 57.5           | 1 225.97             | 65.8           |
|                                | Quetzalapa      | 3 092.14              | 2 860.2              | 92.5          | 2 763.08             | 89.4           | 2 851.46             | 92.2           |
|                                | Tlacoatzintepec | 4 495.86              | 3 605.7              | 80.2          | 3 989.79             | 88.7           | 3 375.72             | 75.1           |
| Total                          |                 | 48 679                | 43 886               | 89.5          | 43 948               | 89.3           | 44 503               | 90.5           |
| Promedio (desviación estándar) |                 | 4 425.4<br>(3 069.3)  | 3 989.6<br>(3 027.9) | 87.7<br>(8.6) | 3 995.2<br>(3 134.5) | 88.3<br>(11.3) | 4 045.7<br>(3 142.0) | 86.2<br>(12.7) |

comunidades *con-ACPC* aumentó en 882 ha, mientras que en las comunidades *sin-ACPC* la cobertura se redujo en 266 ha. Los principales contrastes se observaron en la comunidad de Zautla, que registró menos cobertura arbolada (71.8% en 1990, 57.5%, en 2000 y 65.8% en 2010), y las comunidades con mayor cobertura que fueron San Pedro (con 97.1% en 1990 y 97.8% en 2000) y Santa Cruz (con 98.7% en 2010).

La permanencia arbolada fue el proceso que prevaleció en todas las comunidades durante

las dos décadas de análisis. El porcentaje de cobertura arbolada fue mayor en las comunidades *con-ACPC*, en relación con las comunidades *sin-ACPC* (Figura 5A). Un patrón opuesto ocurrió con la permanencia no-arbolada, ya que ésta fue mayor en las comunidades *sin-ACPC* que en las comunidades *con-ACPC*. Las diferencias entre permanencias en cobertura arbolada y condición no arbolada de ambos grupos de comunidades fueron estadísticamente significativas (Tabla 2).

Tabla 2. Cambios o permanencias en los periodos 1990-2000 y 2000-2010; así como tasas de cambio (valores positivos indican revegetación y valores negativos indican deforestación)

| Agrupación               | Comunidad           | 1990-2000    |               |                      |                         |                | 2000-2010     |               |                      |                         |                |
|--------------------------|---------------------|--------------|---------------|----------------------|-------------------------|----------------|---------------|---------------|----------------------|-------------------------|----------------|
|                          |                     | Revegetación | Deforestación | Permanencia arbolada | Permanencia no-arbolada | Tasa de cambio | Revegetación  | Deforestación | Permanencia arbolada | Permanencia no-arbolada | Tasa de cambio |
| "Con -ACPC"              | Analco              | 8.85         | 7.29          | 80.5                 | 3.3                     | 0.18           | 9.1           | 5.0           | 84.4                 | 1.5                     | 0.45           |
|                          | Santiago            | 7.58         | 2.39          | 88.3                 | 1.6                     | 0.56           | 3.1           | 3.4           | 92.5                 | 1.1                     | -0.03          |
|                          | San Pedro           | 2.58         | 1.88          | 95.2                 | 0.3                     | -0.04          | 1.7           | 1.9           | 95.9                 | 0.6                     | -0.02          |
|                          | Barrio              | 3.24         | 3.64          | 92.7                 | 0.4                     | 0.07           | 3.9           | 1.2           | 94.8                 | 0.2                     | 0.27           |
|                          | Santa Cruz          | 3.75         | 2.2           | 93.6                 | 0.4                     | 0.16           | 2.5           | 1.1           | 96.3                 | 0.2                     | 0.14           |
|                          | Media ( $\pm$ D.E.) | 5.2<br>(2.8) | 3.5<br>(2.2)  | 90.1<br>(5.9)        | 1.3<br>(1.3)            |                | 4.0<br>(2.9)  | 2.5<br>(1.7)  | 92.8<br>(4.9)        | 1.0<br>(0.5)            |                |
| "Sin -ACPC"              | Zapotitlán          | 7.05         | 12.84         | 75.8                 | 4.3                     | -0.67          | 12.2          | 4.8           | 78.0                 | 5.0                     | 0.85           |
|                          | Retumbadero         | 6.79         | 11.78         | 77.0                 | 4.4                     | -0.58          | 11.1          | 5.5           | 78.3                 | 5.1                     | 0.64           |
|                          | Sochiapam           | 10.58        | 15.99         | 58.6                 | 14.8                    | -0.75          | 14.3          | 8.9           | 60.3                 | 16.6                    | 0.75           |
|                          | Zautla              | 11.63        | 25.97         | 45.9                 | 16.6                    | -2.20          | 19.9          | 11.6          | 45.9                 | 22.6                    | 1.37           |
|                          | Quetzalpa           | 4.57         | 7.66          | 84.8                 | 3.0                     | -0.34          | 8.3           | 5.5           | 83.9                 | 2.3                     | 0.32           |
|                          | Tlacoatzintepec     | 14.43        | 5.91          | 74.3                 | 5.3                     | 1.01           | 5.4           | 19.1          | 69.7                 | 5.9                     | -1.66          |
|                          | Media ( $\pm$ D.E.) | 9.2<br>(3.7) | 13.4<br>(7.1) | 69.4<br>(14.3)       | 8.1<br>(5.9)            |                | 11.9<br>(5.0) | 9.2<br>(5.5)  | 69.4<br>(14.1)       | 9.6<br>(8.0)            |                |
| Comparación entre grupos |                     | n.s.         | n.s.          | *                    | *                       | n.s.           | n.s.          | **            | *                    | *                       | n.s.           |

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

La revegetación y la deforestación ocurrieron en todas las comunidades durante el periodo de análisis (Figura 3). Las comunidades *sin-ACPC* mostraron mayor dinamismo en ambos procesos de cambio (valores promedio más altos y mayor desviación estándar) que las comunidades *con-ACPC*. Sin embargo, solo se encontraron diferencias significativas en la deforestación entre ambos grupos de comunidades para el periodo 2000-2010 (Tabla 2). En cuanto a las tasas de cambio, entre 1990-2000 el valor promedio fue  $r = -0.24 (\pm 0.84)$ , lo que sugirió que la deforestación prevaleció (Tabla 2, Figura 5B), pero esta tendencia se revirtió en el periodo 2000-2010, cuando el valor de la tasa de cambio fue positivo ( $r = 0.28 \pm 0.76$ ). Entre 1990-2000, seis comunidades se deforestaron (tasas de cambio negativas); de ellas, cinco fueron del grupo *sin-ACPC*, y en la siguiente década todas se revegetaron (Tabla 1; Figura 5B). Tlacoazintepec (*sin-ACPC*) fue la comunidad que tuvo la mayor revegetación entre 1990-2000 ( $r = 1.01$ ), pero una década después presentó la mayor deforestación ( $r = -1.66$ ). Aunque en general hubo valores más bajos en las tasas de cambio en las comunidades *con-ACPC*, las diferencias entre ambos grupos no fueron estadísticamente significativas.

### **Contexto social de las comunidades de estudio**

La información social confirmó la pertinencia de la segregación de las comunidades respecto a su acción colectiva, pero también ayudó a reconocer otros factores (incentivos, presencia de actores externos, ganadería y fluctuaciones poblacionales) que pudieron haber influido en la permanencia o conversión de áreas con cobertura arbolada. Entre 1990-2000, todas las comunidades experimentaron severos efectos económicos por la “crisis” en los precios del café (Hite, 2011), migración y cambios en los sistemas productivos (Romero, 2009). Actualmente, en todas las comunidades aún se cultiva café, pero sin la intensidad con que se hacía hasta 1990, y este producto ya no es la única fuente de ingreso (Nieratka, 2011). Gran parte del café producido en las comunidades *con-ACP* es orgánico, y en menor cantidad producen café “convencional”, y su venta se hace a través de organizaciones cafetaleras o individualmente a intermediarios. En las

comunidades *sin-ACPC*, Sochiapam es el principal productor y concentrador de café, y básicamente producen café “convencional”.

Aunque en 1990 las comunidades *con-ACPC* ya contaban con apoyo de la ONG Campo A. C., quien asesoraba para comercializar el café y capacitación en la organización de productores (Molina, 2011), ésta no atendía temas relacionados con el manejo y conservación del bosque. Sin embargo, sentó bases para promover la discusión y acción entre miembros de las comunidades. La acción colectiva para el cuidado del bosque y la biodiversidad en las comunidades *con-ACPC* ha sido un proceso de más de una década, durante el cual han participado distintos actores externos (Bray *et al.*, 2012). Aunque desde mediados de los noventa ya había ideas y discusión sobre el cuidado del bosque dentro de las comunidades, las iniciativas de conservación se consolidaron después del 2000. Con el apoyo de externos se llevaron a cabo proyectos de diversificación productiva, planeación territorial, incentivos por servicios ambientales e ideas sobre la conservación (Figura 4).

A través de procesos de varios años, todas las comunidades *con-ACPC* han elaborado ordenamientos territoriales comunitarios (OTC) y Estatutos comunales. A continuación se ejemplifica el proceso de elaboración de los OTC y Estatutos con el caso de Santa Cruz Tepetotutla. En el 2000 inició el proceso, para lo cual se contó con asesoría de ERA A. C., y con apoyo financiero de CONAFOR. Dicha ONG hizo el diagnóstico y una propuesta de OTC que delimitó áreas para usos agropecuarios, de aprovechamiento forestal y de conservación. Un conflicto interno detuvo el proceso. En 2003 la comunidad solicitó concluir el proyecto, recibió asesoría de Geoconservación A. C., y financiamiento de un proyecto del PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo). La Asamblea nombró a un grupo de comuneros y con ellos se terminó la propuesta de OTC, se presentó a la Asamblea, y ésta la aprobó, pero faltaba ver cómo se iba a implementar. En 2004 la CONAFOR financió la discusión de implementación y su regulación (Estatutos) y las ONG Geoconservación A.C. y Campo A.C. asesoran el proceso. La Asamblea discutió y aprobó la propuesta de Estatutos y la Procuraduría Agraria

le dio reconocimiento jurídico. Así, la autoridad comunal ya tuvo un instrumento técnico (OTC) y la normatividad interna (Estatutos) que regulan la gestión del terreno comunal y el acceso individual y colectivo a la tierra, el agua y el bosque (Anta y Mondragón, 2006). Asimismo, estas comunidades han signado convenios para el pago por servicios ambientales hidrológicos con la CONAFOR, certificaron Áreas Voluntarias de Conservación (AVC) ante CONANP. También trabajan de manera organizada con el Comité de Recursos Naturales de La Chinantla (CORENCHI) para cuya membresía se tiene, como requisito inicial, la firma del acuerdo regional para cuidar el bosque, la flora y la fauna de las cuencas donde están sus terrenos comunales. Lo anterior muestra que estas comunidades desde hace una década han estado fuertemente involucradas en escenarios de discusión y organización en torno al uso de sus terrenos comunales, y más allá de éstos; por lo que, además de cargos o comisiones, recurrentemente están en reuniones y asambleas, lo que induce una constante y estrecha acción colectiva, tanto al interior, como con su organización CORENCHI.

El 76.3% de la superficie en estas comunidades se ha certificado como AVC (conservación comunitaria), pero su manejo dista del esquema de no tocar, ya que está permitida la extracción de madera, leña y otros productos no maderables para uso doméstico. Asimismo, sus estatutos prohíben el uso del fuego y la cacería de animales silvestres fuera de las áreas agrícolas, y aunque el manejo de la milpa es individual, se mandata al comunero la construcción de guardarayas (franjas desmontadas de 5 m de ancho alrededor de la parcela) con fines de proteger el bosque de incendios. La ganadería no está prohibida, pero se ha ido desincentivando y, por estatutos, las personas que la practican solo pueden hacer potreros en las áreas de pastoreo designadas en la asamblea de cada comunidad, se mandata cuidar de no provocar pérdida o compactación del suelo, fomentar el uso de especies arbóreas forrajeras y tratar de hacer la alimentación cortando el pasto.

Los eventos ocurridos entre 1990 y 2010 (Figura 4) permiten reconocer que en las comunidades *sin-ACPC* la acción colectiva para cuidado intencio-

nal del bosque aún es incipiente o no es parte de su agenda. Todas las comunidades de este grupo carecen de OTC, estatutos actualizados, ninguna tiene AVC o mantiene áreas de conservación basadas en acuerdos internos, y solo Sochiapam, a partir de 2008, empezó a participar en el programa PSAH de CONAFOR.

Los entrevistados reconocieron que con la baja del precio del café se abandonaron muchos cafetales, o se transformaron a milpas y potreros. La ganadería fue una de las actividades más atractivas, por eso el número de cabezas de ganado bovino aumentó entre 1990 a 2000, pero esa tendencia disminuyó de 2000 a 2010 (Figura 6), esto se atribuyó a que el terreno de las comunidades tienen poca aptitud ganadera, no se tenían conocimientos sobre la actividad y no hubo asesoría técnica.

De acuerdo con el plan municipal de desarrollo de San Pedro Sochiapam de 2008 y los informantes locales, la ganadería aún es una actividad importante en las comunidades *sin-ACPC*. Aparentemente, en todas éstas, dicha actividad se hace sin ninguna restricción sobre donde se deben hacer los potreros. Los datos oficiales de cabezas de ganado para el municipio de Usila, asumiendo distribución homogénea, sugieren que las comunidades *con-ACPC* tienen más ganado del que en realidad se

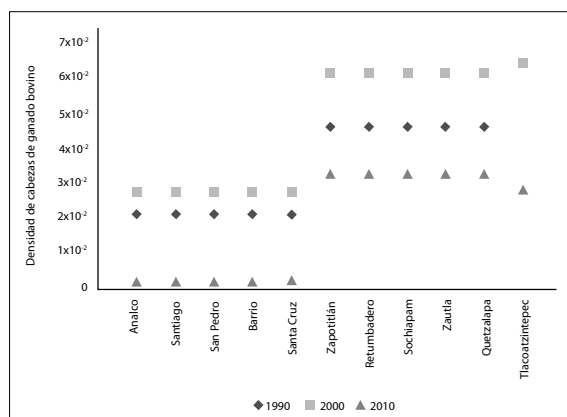


Figura 6. Tendencias en la densidad de cabezas de ganado en las comunidades de estudio en fechas cercanas a 1990 (INEGI 1994), 2000 (INEGI 1998) y 2010 (INEGI, 2009). Específicamente, los datos de 2010 de las primeras cinco comunidades corresponden a información recabada en campo en 2008 (Figel *et al.*, 2011).

pudo registrar en un recuento directo (Figura 6). Esto se debe a que en los últimos años, la ganadería se ha ido concentrando en la cabecera municipal y otras comunidades con tierras planas cerca de la vega del río Usila (Reyes D. documento inédito). Los entrevistados en las comunidades de estudio del municipio de Usila, reconocieron que durante la década de los noventa y hasta el 2000 hubo más vacas, pero que la ganadería no prosperó porque tuvieron problemas por mal manejo, por ataques de felinos y porque conforme la comunidad se fue involucrando más en la conservación del bosque, cada vez menos personas continuaron criando ganado. Actualmente se está regulando el establecimiento de potreros y no se incentiva su práctica.

En cuanto a la densidad de población, los datos de los censos mostraron que de 1990 al 2010 la mayoría de las comunidades se mantuvieron estables y tuvieron densidades por debajo del nivel estatal, con excepción de Sochiapan y Zautla (Figura 5A). Las comunidades *con-ACPC* casi no crecieron y presentaron menos densidad en su población total, en su población económicamente activa (PEA) y en su población menor de 15 años, en relación con las comunidades *sin-ACPC*. Estas últimas comunidades han tenido mayor variación en su densidad poblacional y sus tendencias de crecimiento poblacional, lo cual parece estar relacionado con incrementos en su población menor de 15 años. Los desajustes demográficos que se aprecian, entre la población joven de 1990 y 2000, y la PEA en 2000, y en 2010, podrían relacionarse con el fenómeno de la migración, aunque esta hipótesis requiere de un estudio más minucioso.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### **Análisis de la cobertura, cambios y tasas**

El análisis de la cobertura, los procesos y las tasas de cambio ayudaron a reconocer la dinámica que presentaron las once comunidades de estudio en un periodo de veinte años (1990-2010); así como a hacer una comparación sistemática entre las dos agrupaciones de comunidades establecidas. En 1990 existían contrastes en la superficie de cobertura arbolada, las comunidades *con-ACPC* tenían 93% de

cobertura; mientras que las comunidades *sin-ACPC* registraban el 82.8%. La ruta que siguieron las comunidades en dos décadas condujo a que aquellas comunidades *con-ACPC*, incrementaran paulatinamente su superficie con cobertura arbolada para el 2010 (96.8%), pero en las comunidades *sin-ACPC*, al 2010 la cobertura arbórea se redujo un poco (81.2%). Los mapas de procesos de cambio mostraron que todas las comunidades presentan áreas sin cobertura, resultado de la deforestación o de la permanencia en la condición no-arbolada. Esto, en parte se puede relacionar con la demanda de tierra para las milpas, ya que cada familia realiza claros de entre una y dos hectáreas anualmente, para producir el maíz de autoconsumo. Además, porque en todas las comunidades se cría ganado bovino, que demanda sitios permanentes para pastoreo.

La deforestación y la permanencia de la condición no-arbolada fue diferente entre las comunidades *con-ACPC* y *sin-ACPC*. En el primer grupo se concentró alrededor de los asentamientos humanos, pero fue mayor y más dispersa en las comunidades *sin-ACPC* (Figura 3). La tendencia hacia menor dispersión de la condición no arbolada en las comunidades *con-ACPC* se puede atribuir a que cuentan con OTCs (Anta *et al.*, 2006; Bray *et al.*, 2012), los cuales constituyen una herramienta poderosa para la planeación y gestión del uso y manejo de territorios comunales. Con el OTC y los Estatutos las comunidades pueden inducir la concentración espacial de las milpas y potreros en la llamada zona de usos agrícolas. Esta zona está sujeta a revegetación y deforestación periódicamente (van der Wal, 1999), pero el resto del área se mantiene más estable al no permitirse desmontes. En las comunidades *sin-ACPC*, al carecer de OTC y estatutos con cláusulas que organicen espacialmente los usos del suelo, los habitantes tienen mayor flexibilidad de escoger sitios para ubicar sus cultivos y potreros dentro del predio comunal, y no tienen restricciones para desmontar.

### **Explicando la deforestación**

Aunque no hubo diferencia estadísticamente significativa entre las tasas de cambio entre los grupos de comunidades, al analizar este parámetro junto con la superficie arbolada se encontró que valores

altos y positivos en las tasas, no necesariamente indican que se está ganando cobertura. Por ejemplo, Zautla (una comunidad *sin-ACPC*) registró la tasa de cambios para 2000-2010 más alta ( $r=+1.36$ ), lo que indicó que fue la comunidad con mayor ritmo de revegetación. Sin embargo, esta comunidad tuvo la menor cobertura arbolada en las dos décadas (57.5 y 65.8%, respectivamente), y pese a la revegetación en la última década no sobrepasó la cobertura que tenía en 1990 (71.82%). Otras comunidades *sin-ACPC* también presentaron valores altos y positivos en las tasas de cambio de 2000 a 2010, pero al carecer de iniciativas de conservación del bosque, podría explicarse como un proceso pasivo de recuperación de cobertura. Aunque también podría relacionarse con la disminución de la densidad de ganado hacia el 2010 y la migración (sugerida por la ligera disminución de la población económicamente activa; Figuras 6 y 7). Dentro del mismo grupo, Tlacoatzintepec presentó un patrón opuesto. Esta comunidad registró la mayor tasa de revegetación entre 1990-2000, lo que le llevó a aumentar su cobertura de 80.2 a 88.7%, respectivamente; pero en la siguiente década presentó la mayor tasa de deforestación, quedando en 2010 con menor cobertura (75.1%) que la que tuvo en 1990. Aparte del aumento de su población joven (Figura 7C), las causas de las tendencias de cambio hacia la pérdida de bosque en esta comunidad no se explicó claramente con la información disponible.

La deforestación de bosques tropicales comúnmente se ha relacionado con la ganadería extensiva (Boucher *et al.*, 2011; Durand y Lazos, 2004; Evangelista *et al.*, 2010). En las comunidades de estudio optaron por esta práctica, cuando ocurrió la crisis del café. Esto se debió a que por su aislamiento de carreteras o grandes núcleos de población, tuvieron menos oportunidad de emplearse en micro-negocios, oficios o comercio ambulante, como ocurrió con otras comunidades (Romero, 2009; De Teresa, 2011). Con excepción de Tlacoatzintepec, en todas se observó aumento en la densidad de ganado bovino entre 1990-2000 (Figura 6). Sin embargo, aunque en todas las comunidades la densidad de ganado disminuyó para la siguiente década, en las comunidades *sin-ACPC* la densidad fue comparativamente más alta que en las

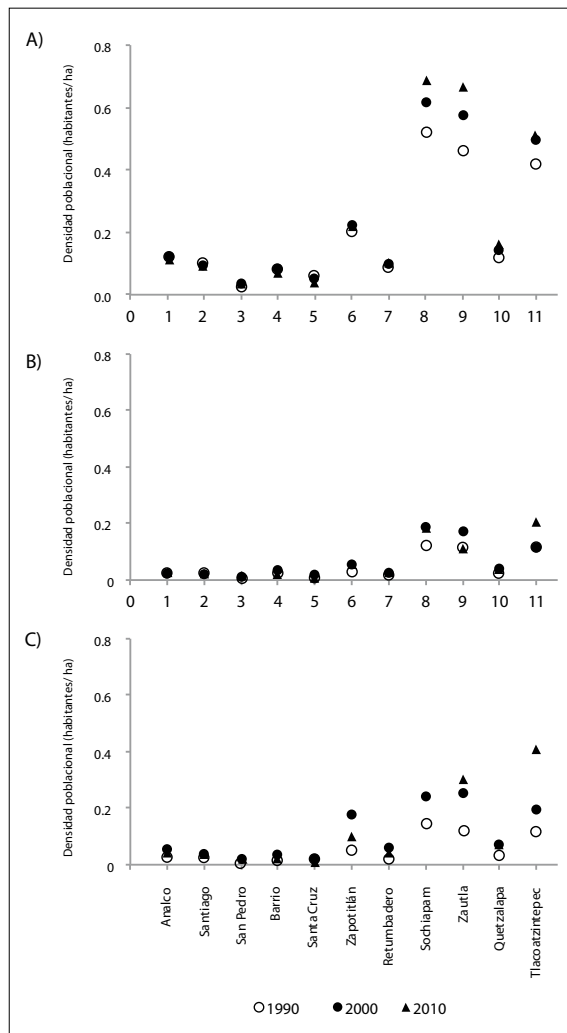


Figura 7. Tendencias poblacionales en las once comunidades de estudio. A) Densidad poblacional total, B) Densidad de la población económicamente activa, C) Densidad de la población menor de 15 años. Fuente: Censos de Población y Vivienda 1990, 2000, 2010.

comunidades *con-ACPC*. Estos datos confirman la percepción local en cuanto a que las comunidades *sin-ACPC* han adoptado más la práctica de la ganadería, y podría explicar su mayor permanencia de condición no-arbolada. En contraste, las comunidades *con-ACPC* tuvieron valores significativamente más bajos de permanencia no-arbolada. Estas comunidades también intentaron la ganadería, pero no prosperó porque faltó dinero para invertir, se cometieron muchos errores en el manejo y hubo

pérdida de vacas por ataques de felinos (Durán *et al.*, 2011b). Asimismo, con las iniciativas comunitarias de conservación esta práctica empezó a estar más regulada, ya que los OTC han acotado la zona de pastoreo y los estatutos regulan la apertura de potreros y el manejo que se debe hacer de éstos. Lo anterior, quizá es la explicación de la disminución marcada de la densidad de vacas de 2000 a 2010, de manera que actualmente es una actividad marginal, que solo es practicada por pocas familias.

La recurrente revegetación de zonas agropecuarias se ha relacionado con el abandono de cultivos por migración (Bonilla *et al.*, 2012; López, *et al.*, 2002; Robson y Berkes, 2011). La densidad de población total en ocho de las once comunidades de estudio casi no cambió entre 1990 y 2010, lo cual coincide con lo reportado en otras comunidades de la misma etnia (Romero, 2009; Robson y Berkes, 2011), donde está mejor documentado el fenómeno de la migración. La migración, es un fenómeno histórico en La Chinantla (Bevan, 1987), pero sigue vigente debido a la marginación de las comunidades (Berumen, 2007; De Teresa, 2011). Sin embargo, aunque establecer esta relación no fue el propósito de este estudio, se encontró que las comunidades con valores más bajos de densidad poblacional entre 1990-2010, fueron aquellas que presentaron mayor porcentaje de permanencia de cobertura arbolada ( $\geq 90\%$ ; Tabla 2, Figura 7A). En el resto de comunidades (Sochiapam, Zautla y Tlacoatzintepec), hubo menor permanencia arbolada y la población aumentó entre 1990 y 2010, y particularmente en Tlacoatzintepec se registró el mayor incremento en población joven.

### **Conservación del bosque con organización e incentivos**

Tanto la ganadería como la migración podrían haber influido en las tendencias observadas; sin embargo, las comunidades *con-ACPC* están conservando sus bosques de manera intencional. Asimismo, están haciendo planeación y tomando acuerdos que sugieren que la actitud conservacionista podría mantenerse en el futuro. Entre los acuerdos está la prohibición de desmontar bosques maduros para los cultivos, y la recuperación de áreas agrícolas que quedaron dentro de las zonas de conservación (Bray

*et al.*, 2012). En contraste, no es claro que tanto las tendencias de cambio en la cobertura arbolada de las comunidades *sin-ACPC* pueda mantenerse en el largo plazo, y además ante la falta de prácticas de cuidado de los bosques (como hacer guardarayas para prevenir incendios o regulación de áreas de pastoreo, de extracción doméstica o conversión de bosque a milpas), éstos podrían deforestar o degradarse (tener menor densidad de árboles, disminución de diámetros o perder especies de importancia ecológica; Boucher *et al.*, 2011).

Cabe destacar que si bien las comunidades indígenas suelen tener una cosmovisión que involucra el cuidado del bosque (Boege, 2008), esto no significa que automáticamente se comprometen con los esquemas contemporáneos para su conservación. Los chinantecos tradicionalmente tienen desconfianza hacia los externos (Bevan, 1987; De Teresa, 2011), sobre todo a las instancias de gobierno. Sin embargo, la conservación formal (*sensu* Martín *et al.*, 2011) implica la adopción de nuevos lenguajes (como el de la conservación biológica, la sustentabilidad y los servicios ambientales) y permitir que operen esquemas de gobernanza de multiple-escala (Bray *et al.*, 2012). La conservación activa y organizada se deriva de procesos de acción colectiva, discusión y organización, de coyunturas histórico-económicas, o porque se experimentan programas estratégicos enfocados a influir en la dinámica del bosque (Chowdhury, 2006; Seixas y Davy, 2008; Romero, 2009; Durán *et al.*, 2011a; Bray *et al.*, 2012). Por ejemplo, el CORENCHI se constituyó legalmente hasta 2004 pero hay indicios de que fue un proceso de casi una década, donde hubieron liderazgos y discusión dentro de las comunidades *con-ACPC* en cuanto al cuidado y manejo racional del bosque, así como preocupación por la diversificación productiva y la planeación del uso de los territorios (Bray *et al.*, 2012). Los asesores, académicos y los apoyos de programas gubernamentales y ONG promovieron las ideas de conservación y de manejo sustentable. Así, después de varios años, y al contar con más información y los incentivos del PSAH para 13 756 ha (48% de la superficie de sus tierras), las comunidades *con-ACPC* superaron parte de la desconfianza y aceptaron certificar como AVCs el 76.3% de las 29 596 ha que corresponden

a sus predios (Bray *et al.* 2012; Nieratka, 2011). Las implicaciones ecológicas de este tipo de arreglos entre comunidades y dependencias de gobierno, además de la cobertura arbolada documentada en este trabajo, se han reconocido en su riqueza florística y en otros indicadores como son los registros de felinos y sus presas (Durán *et al.*, 2011b; Figel *et al.*, 2011; Rincón, 2007). Sin embargo, dichos actores externos, los apoyos y el incentivo del PSAH no llegaron a todas las comunidades de La Chinantla (CONANP, 2005), quizá no por premeditación, sino con base en la geopolítica del estado de Oaxaca (Álvarez, 1994; García *et al.*, 2004). Estratégicamente se dio prioridad a los bosques tropicales y mesófilos del distrito de Tuxtepec y la región prioritaria de la Sierra Norte (CONANP, 2005). La Chinantla ocurre en tres regiones geopolíticas: la Sierra Norte, Papaloapan y la Cañada, pero esta última se relaciona más con ecosistemas templados y semiáridos. Las comunidades *con-ACPC* se ubican en la región de Tuxtepec, pero las comunidades *sin-ACPC* pertenecen a la región de La Cañada. Esta ubicación geopolítica quizá limitó su atención, sin tener en cuenta que la masa de bosques tropicales ocurría en un continuo y era parte de la transición con otros ecosistemas (CONANP, 2005; CONABIO, 2011). Este puede ser un ejemplo más de que los límites administrativos pueden influir en las acciones de atención de programas enfocados al manejo de ecosistemas (Meffe *et al.*, 2002).

En otro sentido, es importante reconocer que la región en estudio es de extrema o alta marginación (Berumen, 2007), y que más del 90% de la población de las comunidades produce el maíz y frijol que consumen, para lo cual desmontan bosques primarios o secundarios (van der Wal, 1999). Por tanto, la deforestación no se debería considerar como un acto irracional (Bonilla *et al.*, 2012; De Fries *et al.*, 2004), sino como parte de los sistemas socio-productivos los cuales son determinados por la tradición y cultura campesina, la necesidad de autoabastecimiento, el nivel de aislamiento, los efectos de mercado y el estatus económico de las comunidades (Evangelista *et al.*, 2010; Romero, 2009). Para la gente local el bosque representa a la naturaleza, la biodiversidad, la regulación del clima, y la protección del suelo y los manantiales

(Durán *et al.*, 2011b). En tanto que la condición no-arbolada representa las milpas y potreros, que son los medios de vida, de ingreso y empleo local (Boege, 2008; Bonilla *et al.*, 2012).

### **Escala local y políticas públicas para el cuidado del bosque**

Ante los escenarios actuales del cambio climático y de la crisis de biodiversidad, se reconoce la necesidad de pensar globalmente, pero actuar a nivel local (MEA, 2005; CONAFOR, 2010; Rands *et al.*, 2010; Herkenrath y Harrison, 2011). Analizar el cambio en la cobertura y usos del suelo en las once comunidades de la etnia chinanteca, permitió reconocer tendencias de cómo le va al bosque ante dos “modelos” comunitarios contrastantes en cuanto al manejo e involucramiento de los actores locales. Uno es el de las comunidades *con-ACPC*, que implicó intención de conservación y cuidado del bosque, y el otro modelo (comunidades *sin-ACPC*) donde la intención de cuidado del bosque no es explícita. Así, fue posible analizar los factores que podrían influir en la dinámica local de la cobertura arbórea (Boucher *et al.*, 2011; Geist y Lambin, 2001; Rudel *et al.*, 2002), que por restricciones de la escala, no se discuten en otros estudios más generales (Velázquez *et al.*, 2003; Gómez *et al.*, 2006; CONABIO 2010).

Este estudio intentó una primera exploración de la relación entre la acción colectiva y la conservación de cobertura arbolada en bosques comunitarios de La Chinantla, Oaxaca. La relativa homogeneidad de las comunidades de estudio y sus contrastes en acción colectiva para el cuidado del bosque, facilitó el análisis comparativo de la dinámica del bosque, entre aquéllas que intencionalmente lo cuidan y las que aparentemente no lo hacen. Los resultados sugieren que comunidades que han recibido más orientación y apoyo hacia un mejor manejo y ordenación de uso de sus tierras, han logrado incrementar la cobertura arbolada y establecer arreglos institucionales para su conservación. Aparentemente, la acción colectiva no fue el factor único, sino que parece haber influencia de variables poblacionales y de la densidad de ganado. Sin embargo, las posibles causales de cambios en la cobertura pueden ser influenciadas con los apoyos

sociales y productivos, los incentivos, la capacitación y la organización. Por lo anterior, consideramos que la labor que las dependencias federales, los académicos y las ONG realizaron en las comunidades *con-ACPC*, influyeron en lograr la meta de preservar los bosques de alto valor ecológico que en ellas se encuentran (CONANP, 2005; CONABIO, 2010; Figel *et al.*, 2011), al tiempo que favoreció el empoderamiento local para su conservación (Bray *et al.* 2012; Martin *et al.*, 2011). Entonces, de seguir la misma estrategia, se podría mantener y ampliar el radio de incidencia de políticas públicas en materia forestal y de conservación biológica en la región. Ya que aun cuando las comunidades *sin-ACPC* carecen de acciones colectivas para la conservación intencional del bosque, se encontró que mantienen el 82% de su cobertura, y al tener seguridad en la tenencia de la tierra y casi el mismo esquema de gobernanza local, presentan potencial para involucrarse de manera más activa en una gestión más sustentable de sus territorios y en cuidar de bienes públicos locales (Bray *et al.*, 2012; Díaz *et al.*, 2013), como son los bosques.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el CONACYT, el IPN y USAID. Se agradece a las comunidades de estudio por las facilidades otorgadas para la investigación y la toma de datos, así como a todos los que contribuyeron con sus comentarios e información.

## REFERENCIAS

- Álvarez, L. R. (1994), *Geografía General del Estado de Oaxaca*, Carteles Unidos, México.
- Anta, S., A. Arreola, M. A. González y J. Acosta (2006), *Ordenamiento Territorial Comunitario. Planeación Territorial*, INE-SEMARNAT, México.
- Anta, S. y F. Mondragón (2006), "El ordenamiento territorial y los estatutos comunales: el caso de Santa Cruz Tepetotutla, Usila, Oaxaca", en Anta, S., A. Arreola, M. A. González y J. Acosta, *Ordenamiento Territorial Comunitario. Planeación Territorial*, INE-SEMARNAT, México, pp. 191-2008.
- Bernard, H. R. (2002), *Research methods in anthropology. Qualitative and quantitative Approaches*, Third edition, Altamira press, Walnut Creek, CA.
- Berumen, M. E. (2007), "Migración y grados de marginación: el caso del estado de Oaxaca", en *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, núm. 84 (texto completo en <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2007/mebb-marg.htm>).
- Bevan, B. (1987), *Los chinantecos y su hábitat*, Serie Antropología Social, núm. 75, Instituto Nacional Indigenista, México.
- Boege, E. (2008), *Patrimonio Biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, México.
- Bonilla Moheno, M., M. Aide y M. L. Clark (2012), "El efecto del cambio poblacional en el uso del suelo en paisajes rurales de México: un análisis a nivel estatal", *Investigación Ambiental*, núm. 4, pp. 087-100.
- Boucher, D., P. Elias, K. Lininger, C. May-Tobin, S. Roquemore and E. Saxon (2011), *The root of the problem. What's driving tropical deforestation today?*, Tropical Forest and Climate Initiative/Union of Concerned Scientists, Cambridge, MA.
- Bray, D. B. (2013), "When the state supplies the commons: Origins, changes and design of Mexico's common property regime", *Journal of Latin American Geography*, no. 12, pp. 33-55.
- Bray, D. y L. Merino (2004), *La experiencia de las comunidades forestales en México*, INE-SEMARNAT, CCMSS, México.
- Bray, D., E. Durán and O. A. Molina (2012), "Multi-scale governance and indigenous/community conserved areas in Oaxaca, Mexico", *International Journal of the Commons*, no. 6, pp. 151-178.
- Chowdhury, R. R. (2006), "Landscape change in the Calakmul Biosphere Reserve, Mexico: Modeling the driving forces of smallholder deforestation in land parcels", *Applied Geography*, no. 26, pp. 129-152.
- CONABIO (2010), *El Bosque Mesófilo de Montaña de México. Amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Usos de la Biodiversidad, México.
- CONANP (2005), *Región prioritaria para la conservación de La Chinantla, Oaxaca*, CONAP-SEMARNAT, Oaxaca, México.
- CONAFOR (2010), *Visión de México ante REDD+*, CONAFOR-SEMARNAT, México.
- Congalton, R. G. and K. Green (1999), *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*, Lewis Publisher, Florida.

- Chuvieco, E. (2002), *Teledetección ambiental: la observación de la Tierra desde el Espacio*, Ariel, Barcelona, España.
- De Fries, R. S., J. A. Foley and G. P. Asner (2004), "Land-use choices: balancing human needs and ecosystem function", *Frontiers in Ecology and Environment*, no. 2, pp. 249-257.
- De Teresa, A. P. (2011), *QUIA-NA, La selva Chinanteca y sus pobladores*, Juan Pablos Editor, México.
- Díaz Cayeros, A., B. Magaloni and A. Ruiz-Euler (2013), "Traditional Governance, Citizen Engagement, and Local Public Goods: evidence from Mexico", *World Development*.
- Durán, E., J. F. Mas and A. Velázquez (2005), "Land use/cover change in community-based forest management regions and protected areas in Mexico", in Bray, D. B., L. Merino Pérez and D. Barry (eds.), *The Community Forests of Mexico*, University of Texas Press, Texas, pp. 215-238.
- Durán, E., D. B. Bray, A. Velázquez and A. Larrazábal (2011a), "Multi-scale forest governance, deforestation, and violence in two regions of Guerrero, Mexico", *World Development*, no. 39, pp. 611-619.
- Durán, E., D. B. Bray y J. Figel (2011b), "Interacción hombre-jaguar y acciones para la conservación del jaguar en comunidades chinantecas del municipio de San Felipe Usila, Oaxaca", en Briones, M. et al. (eds), *Estudios del Jaguar en Oaxaca*, CIIDIR-Oaxaca, IPN, México, pp. 243-266.
- Durán E., J. Robson, M. Briones, F. Berkes and D. Bray (2012), "Wildlife conservation on community conserved lands: experiences from Oaxaca, Southern Mexico", in Dudley, N. and S. Solton (eds.), *Protected Landscapes and Wild Biodiversity Values*, IUCN, Switzerland, pp. 243-266.
- Durand, L. and E. Lazos (2004), "Colonization and tropical deforestation in the Sierra Santa Marta, Southern Mexico", *Environmental Conservation*, no. 31, pp. 11-21.
- Eastman, J. R. (2006), *Idrisi Andes Guide to GIS and Image Processing*, Clark Labs, Clark University, USA.
- Ellis, E. and L. Porter-Bolland (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 Yucatán Peninsula, Mexico", *Forest Ecology and Management*, no. 256, pp. 1971-1983.
- ESRI (2006), *ArcGIS Help (9.2)*, Environmental Systems Research Institute, Inc., New York.
- Evangelista, V., J. López Blanco, J. Caballero y A. Martínez (2010), "Patrones espaciales de cambio de cobertura y uso del suelo en el área cafetalera de la sierra norte de Puebla", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 72, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 23-38.
- FAO (1996), *Forest Resources Assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes*, no. 130, FAO, Roma, Italia.
- FAO (2012), *State of the World's Forests 2012*, FAO, Roma, Italia.
- Figel, J., E. Durán and D. B. Bray (2011), "Jaguar conservation in a community-dominated landscape in montane forests in Oaxaca, Mexico", *Oryx-Flora & Fauna International*, no. 45, pp. 554-560.
- García Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez y M.A. Briones (2004), *Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología-UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza/World Wildlife Fund, México.
- Geist, H. J. and E. F. Lambin (2001), *What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational. Case Study Evidence*, LUCC International Project Office, LUCC Report No. 4, Bélgica.
- Gómez Mendoza, L., E. Vega Peña, M. I. Ramírez, J. L. Palacio Prieto and L. Galicia (2006), "Projecting land use change processes in Sierra Norte of Oaxaca", *Applied Geography*, no. 26, pp. 276-290.
- Hair, J. F., R. E. Anderson, R. L. Tatham and W. C. Black (1999), *Análisis Multivariante*, 5a. ed., COPIBOOK, España.
- Herkenrath, P. and J. Harrison (2011), "The 10th Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity—a breakthrough for biodiversity", *Oryx-Flora & Fauna International*, no. 45, pp. 1-2.
- Hernández Díaz, J. (2006), *Grupos indígenas en Oaxaca. Situación sociodemográfica*, Plaza y Valdés, UABJO, Instituto Nacional de Estadística, México.
- Hernández Díaz, J. (2007), *Ciudadanías diferenciadas en un estado multicultural: los usos y costumbres en Oaxaca, México*, UNAM/UABJO, Siglo XXI Eds., México.
- Hite, E. (2011), *Transformations of a coffee landscape in southern Mexico: a case study of emigration and conservation in the Sierra Norte, Oaxaca*, tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Internacional de Florida, EUA.
- INEGI (1980), *Cartas topográficas* (E14D17, E14D18, E14D28), Instituto Nacional de Geografía e Informática, México.
- INEGI (1994), *Oaxaca. Resultados Definitivos del VII Censo Agrícola-ganadero*, tomo IV, Instituto Nacional de Geografía e Informática, Aguascalientes, México.
- INEGI (1998), *Oaxaca. Información Básica del Sector Agropecuario*, tomo II, Instituto Nacional de Geografía e Informática, Aguascalientes, México.
- INEGI (2000), *XII Censo General de Población y Vivienda*, Instituto Nacional de Geografía e Informática, Aguascalientes, México.

- INEGI (2006), *Núcleos Agrarios Oaxaca. Tabulados Básicos por Municipio*, Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Tabulación de Solares 1992-2006, Instituto Nacional de Geografía e Informática, Aguascalientes, México.
- INEGI (2009), *Censo Agropecuario 2007, IX Censo Ejidal*, Instituto Nacional de Geografía e Informática, Aguascalientes, México.
- INEGI (2010), *Censo de Población y Vivienda*, Instituto Nacional de Geografía e Informática, Aguascalientes, México.
- ITT Visual Information Solutions (2009), *ENVI 4.7*, version 4.7. Boulder, Colorado.
- López de Ullibarri, G. y P. Fernández (2001), *Medidas de concordancia: el Índice de Kappa* [http://www.fisterra.com/mbe/investiga/kappa/kappa2.pdf, fecha de consulta: 1 de abril de 2013].
- López Granados, E. M., M. E. Mendoza y A. Acosta (2002), "Cambio de cobertura vegetal y uso de la tierra. El caso de la cuenca endorreica del lago de Cuizteo, Michoacán", *Gaceta Ecológica-INE*, núm. 64, pp. 19-34.
- Martin, G. J., C. I. Camacho Benavides, C. A. del Campo, S. Anta, F. Chapela and M. A. González (2011), "Indigenous and community conserved areas in Oaxaca, Mexico", *Management of Environmental Quality: An International Journal*, vol. 22, no. 2, pp. 250-266.
- Madrid, L., J. M. Núñez, G. Quiroz y Y. Rodríguez (2009), "La propiedad social forestal en México", *Investigación Ambiental*, núm. 1, pp. 179-196.
- MEA (2005), *Ecosystem and Human Well-being: Synthesis*, Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Washington, D. C.
- Meffe, G. K., L. A. Nielsen, R. L. Knight and D. S. Schenborn (2002), *Ecosystem Management: Adaptive Community-Based Conservation*, Island Press, Washington, D. C.
- Molina, O. A. (2011), *Análisis de las instituciones de gobernanza multi-escala para la acción colectiva de conservación de la biodiversidad en La Chinantla, Oaxaca, México*, tesis de Maestría, CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, México.
- Nabuurs, G. J., O. Masera, K. Andrasko, P. Benítez Ponce, R. Boer, M. Dutschke, E. Elsiddig, J. Ford-Robertson, P. Frumhoff, T. Karjalainen, O. Krankina, W. A. Kurz, M. Matsumoto, W. Oyhantcabal, N. H. Ravindranath, M. J. Sáenz Sánchez and X. Zhang (2007), "Forestry", in Metz, B., O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave and L. A. Meyer (eds), *Climate Change 2007: Mitigation*, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press, New York, pp. 542-584.
- Nieratka, L. (2011), *Do Payments for Hydrological Services Reduce Poverty and Strengthen Social Capital? An Examination of Household Welfare and Collective Action in the Sierra Norte of Oaxaca, Mexico*, tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Internacional de Florida, USA.
- Rands, M. R., W. M. Adams, L. Bennun, S. H. M. Butchart, A. Clements, D. Coomes, A. Entwistle, I. Hodge, V. Kapos, J. P. W. Scharlemann, W. J. Sutherland and B. Vira (2010), "Biodiversity conservation: Challenges Beyond 2010", *Science*, no. 329, pp. 1298-1303.
- Rincón Gutiérrez, A. (2007), *Estructura y composición florística de los bosques tropicales húmedos de montaña de Santa Cruz Tepetotutla, Oaxaca, México*, tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Robson, J. P. and F. Berkes (2011), "Exploring some of the myths of land use change: Can rural to urban migration drive declines in biodiversity?", *Global Environmental Change*, no. 21, pp. 844-854.
- Romero Luna, M. (2009), *Economía rural en una región socioproductiva del noroeste del estado de Oaxaca. Respuestas locales ante cambios nacionales*, tesis de Maestría, Instituto Mora, México.
- Rudel, T. K., D. Bates and R. Machinguishi (2002), "A tropical forest transition? Agricultural changes out-migration, and secondary forest in Ecuadorian Amazon", *Annals of the Association of American Geographers*, no. 92, pp. 87-102.
- Rudel, T. K., R. De Fries, G. P. Asner and W. F. Laurance (2009), "Changing drivers of deforestation and new opportunities for conservation", *Conservation Biology*, no. 23, pp. 1396-1405.
- Seixas, C. S. and B. Davy (2008), "Self-organization in integrated conservation and development initiatives", *International Journal of the Commons*, no. 2, pp. 99-125.
- van der Wal, H. (1999), *Chinantec shifting cultivation: Interactive landuse. A case-study in the Chinantla, Mexico, on secondary vegetation, soils and crop performance under indigenous shifting cultivation*, Treebook No. 3, Treemail Publishers, Heelsum, The Netherlands.
- Velázquez, A., E. Durán, I. Ramírez, J. F. Mas, G. Ramírez, G. Bocco and J. L. Palacio (2003), "Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, Mexico", *Global Environmental Change*, no. 13, pp. 175-184.