



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL, UNIDAD OAXACA

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE  
RECURSOS NATURALES (BIODIVERSIDAD DEL NEOTRÓPICO)**

---

**“Análisis de cambios en la cobertura arbolada en nueve comunidades del  
Norte del Estado de Oaxaca y su relación con la acción colectiva para la  
conservación del bosque, el manejo y uso del suelo”**

---

TESIS QUE PRESENTA:

**ABRIL VELASCO MURGUÍA**

Director de Tesis:

Dra. Elvira Durán Medina

## INDICE

	pág
<b>RESUMEN</b>	1
<b>ABSTRACT</b>	2
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL</b>	3
Planteamiento del problema y justificación de trabajo	6
Marco teórico y pragmático	8
Objetivo general y específicos	16
Hipótesis de trabajo	16
Estructura de la tesis	17
Referencias bibliográficas	18
<b>CAPÍTULO II. ANÁLISIS DE CAMBIOS EN LA COBERTURA ARBOLADA EN COMUNIDADES INDÍGENAS DEL NORTE DEL ESTADO DE OAXACA, MÉXICO, EN EL PERÍODO 1990-2010</b>	
Resumen	23
<i>Abstract</i>	24
Introducción	25
Metodología	28
<i>Sitio de estudio</i>	
<i>Antecedentes para el análisis cartográfico</i>	
<i>Análisis cartográfico</i>	
<i>Análisis social</i>	
Resultados	35
<i>Cobertura arbolada y condición no-arbolada</i>	
<i>Cambios y permanencias en la cobertura arbolada y la condición no-arbolada</i>	
<i>Tendencias en coberturas arboladas entre comunidades con y sin ACPC</i>	
Análisis y Discusión	40
<i>Aproximación para el análisis de la cobertura arbolada (leyenda)</i>	
<i>Patrones temporales de cambios</i>	
Conclusión	44
Referencias bibliográficas	46
<b>CAPÍTULO III. RELACIÓN ENTRE LA DINÁMICA DE LA COBERTURA ARBOLADA Y LA ACCIÓN COLECTIVA PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE Y EL MANEJO Y USO DEL SUELO EN ONCE COMUNIDADES DEL NORTE DE OAXACA, MÉXICO.</b>	
Resumen	50
Introducción	51
Métodos	54
<i>Área de estudio</i>	
<i>Dinámica de la cobertura arbolada</i>	
<i>Datos sociales y de acción colectiva para la conservación del bosque, manejo y uso de suelo.</i>	
Resultados	60
<i>Dinámica de la cobertura arbolada</i>	

*Acción colectiva para la conservación del bosque, el manejo y uso del suelo*

*Relación entre la dinámica del bosque y la acción colectiva para su conservación*

Discusión	65
Agradecimientos	75
Referencias bibliográficas	76
<b>CAPÍTULO IV. CONSIDERACIONES FINALES</b>	
Consideraciones finales	81
Conclusión	84



# INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

## SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

### ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 28 del mes de octubre del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca

(CIIDIR-OAXACA) para examinar la tesis de grado titulada: **“Análisis de cambios en la cobertura arbolada en nueve comunidades del norte del Estado de Oaxaca y su relación con la acción colectiva para la conservación del bosque y el manejo y uso del suelo”**

Presentada por la alumna:

Velasco  
Apellido paterno

Murguía  
materno

Abril  
nombre(s)

Con registro: 

B	0	9	1	5	1	1
---	---	---	---	---	---	---

aspirante al grado de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA  
Directora de tesis

Dra. Elvira Durán Medina

Dr. David Barton Bray

Dr. Gabriel Ramos Fernández

Dra. Mara Rosas Baños

M. en C. Carlos Raúl Bonilla Ruz

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dr. Juan Rodríguez Ramírez



CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACION PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
C.I.I.D.I.R.  
UNIDAD OAXACA  
I.P.N.

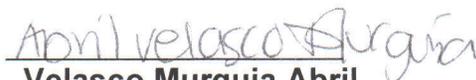


**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESION DE DERECHOS**

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 22 del mes de noviembre del año 2011, el (la) que suscribe Velasco Murguía Abril alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro **B091511**, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dra. Elvira Durán Medina y cede los derechos del trabajo titulado: **“Análisis de cambios en la cobertura arbolada en nueve comunidades del norte del Estado de Oaxaca y su relación con la acción colectiva para la conservación del bosque y el manejo y uso del suelo**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: [posgradoax@ipn.mx](mailto:posgradoax@ipn.mx) ó [abrilbh@yahoo.com.mx](mailto:abrilbh@yahoo.com.mx) Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

  
**Velasco Murguía Abril**



## **Agradecimientos**

Agradezco a todos y cada uno de los involucrados en la revisión de esta tesis. Al M.C. Carlos Bonilla Ruz, Dr. Gabriel Ramos Fernández, Dr. David Bray, a la Dra. Mara Rosas Baños y en especial a mi directora de tesis la Dra. Elvira Durán Medina.

A las becas CONACyT, USAID y Beca tesis por el apoyo financiero durante el desarrollo de la maestría y trabajo de campo.

Muy especialmente al Biól. Raúl Rivera, por la paciencia, disponibilidad y asesoría en lo referente a sistemas de información geográfica y percepción remota.

Al Geógrafo Anuar Martínez de WWF-México, A la M. C. Gladys Reyes Macedo de Vinculación Interdisciplinaria para el Desarrollo Ambiental y lo Social (VIDAS, A.C.) y al Dr. Eddie Ellis del Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO) de la Universidad Veracruzana, y a las comunidades visitadas por la información y las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

Al Dr. José Luis Chávez Servia por su asesoría en estadística multivariada.

Al Dr. Alejandro Flores Martínez (Q.E. P.D.) y a la Dra. Demetria Mondragón Chaparro por su atinada guía en los seminarios que impartieron.

A mis compañeros en la maestría Gloria y Oscar y a todos aquellos con los que conviví en mi estancia en CIIDIR.

## **DEDICATORIA**

A la vida por permitirme esta experiencia

A mis padres por su amor, paciencia y gran ejemplo.

A mi hermana Cristal y sobrinas que son el motor de mi vida

A mis amigos por ser mi válvula de escape de lo cotidiano

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN GENERAL

Los bosques abarcan el 31 % de la superficie total de la tierra, su importancia es clave por los múltiples recursos que proveen, por sus funciones protectoras de otros recursos como los suelos y recursos hídricos, así como por su contribución a regular el clima regional. Por ser reservorios y poder capturar grandes cantidades de carbono, los bosques se visualizan como sectores estratégicos para afrontar el cambio climático global (CONAFOR-SEMARNAT 2010, FAO, 2010). En México, la deforestación y la degradación de los bosques ha disminuido en los últimos años, esta tendencia ocurre principalmente en los bosques templados, pero éste problema continúa para los bosques tropicales. Afrontar ésta situación, hace necesario documentar mejor donde están ocurriendo las pérdidas de bosque y reconocer sus causales; por ello, los estudios sobre la dinámica de los cambios en las coberturas y usos del suelo es un ejercicio de suma relevancia (Geist y Lambin 2001). Analizar la dinámica del bosque en un periodo de tiempo, permite reconocer al menos dos tendencias básicas; la reducción o el aumento de la superficie de bosque o de la cobertura arbolada. Por sus implicaciones y su prevalencia, la deforestación ha recibido más atención (Lambin, 1997), aunque la recuperación de cobertura inducida o natural es un fenómeno que también se puede reconocer. La determinación de los cambios en la cobertura de bosque y los usos del suelo ha sido fuertemente apoyada por los avances tecnológicos en percepción remota y los sistemas de información geográfica. Sin embargo, el gran reto, una vez que se analizan los patrones de cambio en la cobertura de bosque, es determinar o entender sus causas (Geist y Lambin 2001, Rudel *et al.* 2009, Borchert *et al.* 2011). A partir de esto, es que se tiene más bases para tratar de revertir el fenómeno, cuando éste no es positivo. Los procesos de cambio en la cobertura y uso del suelo suelen responder a la interacción de distintos factores

socio-económicos, demográficos, políticos, culturales, ecológicos; por lo cual, Rudel (2005) propone analizar el fenómeno de manera más integral y como un “evento ecológico” (es decir, contextualizar los cambios en la cobertura e identificar sus causas más próximas). Los estudios sobre la dinámica del bosque han hecho gran énfasis en escalas globales, nacionales o macroregionales, pero recientemente se está enfatizando la necesidad de ahondar más en documentar mejor la escala local (Rudel *et al.* 2009, Boucher *et al.* 2011), lo cual implica en la lógica elemental empatar correctamente las escalas de descripción del fenómeno con la de los factores que lo inducen (Teermer *et al.* 2010).

A nivel mundial, México se encuentra entre los países con mayor superficie forestal (FAO, 2010), y riqueza biológica. A pesar de que oficialmente se dice que casi se ha frenado la deforestación en los bosques templados, se reconoce que éste fenómeno sigue afectando los bosques tropicales, considerados de alto valor ecológico (CONAFOR-SEMARNAT 2010). Actuar para revertir esta situación implica reconocer tres aspectos centrales: Primero, que gran parte de los bosques mexicanos son bosques comunitarios; es decir, que legalmente son tierras de propiedad común en la modalidad de ejidos o comunidades (Ley Agraria, Bray *et al.* 2005). Segundo, que la deforestación en los bosques comunitarios es fuertemente promovida por la conversión a tierras agrícolas, pero sobre todo por actividades pecuarias; siendo la ganadería extensiva un factor también de deforestación y degradación de los bosques. Tercero, que el abandono de tierras agrícolas está generando recuperación en distintas partes del México rural, a pesar de que éste fenómeno ha sido poco reconocido (Robson, 2009).

Mundialmente se ha tratado de reducir la problemática de la deforestación y por ende la pérdida de biodiversidad y de los servicios ambientales que brindan mediante la constitución de Áreas Naturales Protegidas (ANPs). Sin embargo, estudios evidencian que esta estrategia no es

suficiente para lograr ese propósito, en gran medida porque no existe la capacidad económica adecuada por parte del gobierno para el cuidado de los bosques, además de que se requieren estrategias de conservación complementarias donde participen las comunidades que detentan la tierra (Durán *et al.*, 2007, Bray *et al.*, 2008, Ellis y Porter, 2008). Por lo que un modelo alternativo a ANPs para la conservación de bosque que incluye estas características, es el de Áreas de Conservación Comunitaria (ACCs).

Las ACCs son consideradas como iniciativas de acción colectiva para la conservación implementadas por las propias comunidades, cuya contribución inicial es la de proteger biodiversidad y sitios que proveen servicios ambientales hidrológicos mediante la conservación de bosques naturales (primarios) y de cobertura arbolada en sistemas agroforestales; siendo positivas ya que ayudan a disminuir la deforestación y fomentan un manejo sustentable de los recursos naturales del territorio. En México este modelo se ha formalizado legalmente para su certificación, a partir de 2008 con la modificación en la LGEEPA publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de mayo de 2008 (Ortega *et al.* 2010), convirtiéndose en Áreas de Conservación Voluntaria. Anta (2007) reporta que el Estado de Oaxaca al poseer una gran diversidad de especies y ser el estado con mayor propiedad comunal en el país, con 717 comunidades agrarias, se ha posicionado como líder y ejemplo en conservación comunitaria a nivel nacional e internacional (WWF; Ortega del Valle *et al.* 2010)

Oaxaca es uno de los estados con mayor vocación forestal, y dado que gran parte de sus bosques se encuentran en terrenos comunales, es que a ellos se han canalizado programas de gobierno encaminados a promover mejores prácticas de manejo, aprovechamiento y conservación de los bosques por poco más de una década (Anta 2007). Sin embargo, a pesar de no ser un panorama generalizado, se ha demostrado la existencia de frentes de deforestación y degradación

(Velázquez *et al.* 2003, Gómez-Mendoza *et al.* 2006, Duran *et al.* 2007); pero en contraste, también se reconoce la existencia de algunas de las experiencias más maduras de participación social en el manejo forestal y la conservación comunitaria, sea esta formal o informal (Martín *et al.* 2010, Ortega del Valle *et al.* 2010). Dado que los programas gubernamentales y no gubernamentales encaminados al manejo comunitario de bosques operan a nivel de núcleos agrarios, que en ellos se toman decisiones sobre el manejo y los usos del suelo, y que allí se deciden los esfuerzos comunitarios a favor de la conservación; esta confluencia hace necesario hacer evaluaciones del estado del bosque a nivel de las comunidades. Lo que ocurre en las comunidades sin duda se suma y es lo que se percibe y se reporta en los patrones regionales (Gómez-Mendoza *et al.* 2006).

Considerando lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo analizar los cambios en la cobertura forestal entre 1990-2010, en once comunidades Chinantecas del norte de Oaxaca. Cinco de las cuales han emprendido acción colectiva para la conservación del bosque (con ACPC) y la certificación ante la CONANP de áreas de conservación comunitarias en la última década. Estas comunidades, asimismo, pertenecen a una organización intercomunitaria que tiene entre sus metas la conservación y manejo sustentable del bosque (Comité de Recursos Naturales de la Chinantla Alta; CORENCHI A.C.). Las otras seis, en contraste, no cuentan con esa acción colectiva (sin ACPC) o con otras iniciativas explícitas en favor del bosque.

### **Planteamiento del problema y justificación de trabajo**

Los estudios de deforestación en Oaxaca se puede decir que son escasos y en su mayoría son regionales (Gómez-Mendoza *et al.*, 2006; Paniagua, 2009) o analizan todo el Estado en su conjunto (Velázquez *et al.* 2003, Durán *et al.*, 2007). Por tanto, existe la necesidad de contar con

una mejor comprensión del fenómeno de permanencia o cambio en la cobertura arbolada a nivel de comunidad (núcleos agrarios), que es el nivel al que se decide el manejo y uso de tierras arboladas, ya que la mayoría de los bosques están en tierras comunales. Es común que los estudios de deforestación en Oaxaca se centren en estimar la magnitud de los cambios, pero no se ha hecho énfasis en analizar las causas o factores que pueden estar induciéndolos. Por lo que es de suma importancia analizar conjuntamente la dinámica de cambios en la cobertura forestal, y tratar de relacionarla con indicadores de acción colectiva comunitaria relativos a la conservación, manejo y uso del suelo. El reconocer estas relaciones es especialmente relevante para Oaxaca, debido a que es el estado con mayor diversidad biológica y gran parte de esta se alberga en sus bosques, pero sobre todo porque más del 80% de los bosques de Oaxaca se encuentran en tierras propiedad de comunidades y ejidos (Bray *et al.*, 2005). Por tanto, los estudios a nivel de las comunidades representan una necesidad no atendida.

Estimaciones más focalizadas acerca del mantenimiento o pérdida del bosque o de la cobertura arbolada puede servir como indicador de la eficiencia o no de la acción colectiva, en relación a iniciativas locales de conservación de los bosques o de manejo y uso del suelo que se están llevando a cabo en algunas regiones oaxaqueñas (Ortega del Valle *et al.* 2010). Sin embargo, esta información básica actualmente no es disponible.

El poder dar soporte, mediante estudios como el que aquí se presenta, a la idea de que la pérdida de cobertura arbolada y la acción colectiva guardan relación, podría impulsar y justificar con bases más sólidas que las políticas públicas enfoquen sus programas de tal manera que fomenten la participación local, los ordenamientos territoriales comunitarios (OTCs), los pagos por servicios ambientales (PSA) y desincentiven actividades expansivas (como la ganadería),

principalmente en regiones con bosques de alto valor para la conservación. Asimismo, reconocer patrones de la deforestación y las causas locales que pudieron dar origen son útiles en el desarrollo de políticas para la planeación regional.

## **Marco teórico y pragmático**

### *Problemática de la deforestación en México y en Oaxaca*

México es un país megadiverso, ocupa la quinta posición en número de plantas superiores, quinto en el total de mamíferos, la décima en aves, la segunda en el total de reptiles, la cuarta en anfibios, y el cuarto lugar en biodiversidad a nivel mundial (Casas, 2005). Pese a que la tendencia de la tasa de deforestación en la última década ha disminuido (FAO, 2010), de continuar al ritmo actual en pocos años México podría disminuir su superficie de bosque (Velázquez *et al.* 2002; Mas *et al.*, 2003), e incrementar la problemática ambiental del país.

Oaxaca por ser un estado que concentra gran parte de la biodiversidad florística y faunística del país (García-Mendoza *et al.*, 2004), ha sido objeto de estudios sobre los procesos de cambio de coberturas y usos del suelo (Velázquez *et al.* 2003; Durán *et al.*, 2007). Se estima que entre 1980 y 2000, Oaxaca ha perdido entre el 5 y 8 % del total de la superficie forestal, aunque también se reconocen contrastes regionales en los niveles de deforestación. A nivel regional se cuenta con estudios de cambio de coberturas y uso de suelo en la región cuenca del Río Copalita (Durán *et al.*, 2007), en la región Sierra Norte (Gómez-Mendoza *et al.*, 2006) y en La Chinantla (Paniagua, 2009). Los estudios de deforestación para estas dos últimas regiones estiman grandes contrastes en la deforestación, e incluyen parcialmente el sitio de estudio donde se desarrollará el presente trabajo (municipios de San Pedro Sochiapam y San Felipe Usila). Gómez-Mendoza *et al.* (2006)

estimó una tasa de deforestación para los bosques tropicales y templados de Sierra Norte de 3 % anual en el período de 1980 a 2000 y la deforestación en La Chinantla del 2004 al 2005 fue del 0.04% de su superficie total (459,489.46 ha).

Llama la atención que la mayoría de los trabajos se centran en reconocer los procesos de cambio y su magnitud (tasas de deforestación), sin poner énfasis en las causas de los cambios ocurridos (Turner *et al.* 2004; Rudel, 2005; Pineda *et al.* 2009). De acuerdo con lo anterior, se puede decir que aún son escasas las investigaciones locales o regionales que tratan de explicar las causas de estos cambios utilizando variables socioeconómicas y ambientales (Bocco *et al.*, 2001).

#### *La percepción remota y el análisis de cambios en la cobertura*

Una herramienta fundamental utilizada actualmente para conocer la dinámica de cambios en la cobertura forestal, la constituye la percepción remota (Pompa, 2008). El uso de imágenes satelitales y sistemas de información geográfica ha probado ser una herramienta útil para monitorear la deforestación a distintas escalas en periodos de tiempo determinados. Existen diferentes aproximaciones de análisis, pero todas se basan en un modelo de comparar mapas de cobertura de al menos dos fechas distintas que cumplan con el criterio de similitud en escala, leyenda y superficie. Y a partir del mapa se generan estimaciones de la tasa de deforestación (Velázquez *et al.* 2002).

#### *Propiedad común y acción colectiva*

Teóricamente la comunidad como concedora y poseedora de la autoridad para decidir sobre su territorio, que en un ejercicio de coordinación (acción colectiva), es considerada como la mejor organización facultada para el manejo eficiente de sus propios recursos naturales (Ostrom, 1990). Esto para las comunidades se traduce en reducir su pobreza, pero también aumenta la eficiencia y la sostenibilidad de los recursos.

Existen elementos que debilitan el potencial de la acción colectiva como la presión demográfica, los incentivos generados por los mercados y los programas y políticas que motivan la ampliación de actividades productivas y por ende la pérdida de bosque (Ramírez y Berdegué 2003). Sin embargo, agentes externos como las instancias gubernamentales que promuevan la conservación y buenas prácticas de manejo, los mismos consultores y los investigadores pueden servir como catalizadores en la acción colectiva (*sensu* Katon 2001), dando a conocer a las comunidades los beneficios que representa el manejo cooperativo de los recursos naturales tanto para ellos, como para la sociedad en general.

Es importante recalcar que la acción colectiva es proceso social que toma tiempo y que se adapta al contexto físico, político y socioeconómico de cada comunidad.

### *Conservación comunitaria de bosques y deforestación*

Recientemente, con la modificación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en mayo de 2008, se impulsó el esquema de conservación comunitaria de la biodiversidad. La LGEEPA actualmente reconoce áreas voluntarias destinadas a la conservación, y dentro de ellas está la modalidad de las Áreas Comunitarias de Conservación (ACCs) que corresponde a las iniciativas de conservación impulsadas por comunidades y ejidos

en distintas partes del país (Elizondo y López, 2010, Ortega del Valle *et al.* 2010). Las ACCs, en contraste con las ANPs que se establecen mediante decreto del Ejecutivo federal, son reconocidas oficialmente cuando los dueños legales de la tierra determinan su certificación ante la SEMARNAT, por medio de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Sin embargo, las ACCs son un resultado de varias acciones emprendidas por las propias comunidades para ordenar y conservar sus recursos.

Oaxaca al poseer una gran diversidad de especies y ser el estado con mayor propiedad comunal en el país, con 717 comunidades agrarias (Anta 2007); se ha posicionado como líder y ejemplo en conservación comunitaria a nivel nacional e internacional (WWF; Ortega del Valle *et al.* 2010). Este tipo de conservación evidencia que las comunidades oaxaqueñas, se perfilan como el nuevo paradigma de la relación del hombre-naturaleza (Pérez, 2005; Berkes, 2007, Toledo, 2010); donde sus pobladores exponen su autonomía en la regulación del uso de sus territorios y recursos naturales, como estrategia viable de conservación y uso sostenible de los ecosistemas de propiedad comunal (Merino, 2008). En algunas de ellas existen grandes extensiones de bosques tropicales y templados, donde los indígenas locales en su tarea de poseedores del bosque, han implementado estrategias para su conservación (Robson, 2009).

La certificación de áreas comunitarias protegidas, ofrece un nuevo panorama en el proceso de la conservación a nivel nacional, y se diferencia de los esquemas gubernamentales, porque se basa en un proceso de participación social y definición de acuerdos internos por los miembros de una comunidad (Luna, 2008). Sin embargo, la certificación no recoge en su totalidad las iniciativas de las comunidades en la protección de sus recursos (Ortega del Valle *et al.*, 2010).

Quizá uno de los casos que más destacados a nivel nacional y estatal es el grupo de áreas de conservación certificadas que se encuentra precisamente en la Sierra Norte-Chinantla (Anta, 2007), área donde se encuentran las comunidades que integran el Comité de Recursos Naturales de la Chinantla Alta (CORENCHI), se estima que conservan más de 25,000 ha. de bosques (Anta 2007).

En la península de Yucatán, Ellis y Porter-Bolland (2008), han mostrado la bondad de una ACC para mantener la cobertura forestal, en relación a una ANP. Durán *et al.* (2007) y Gómez Mendoza *et al.* 2006, ponen de manifiesto que en Oaxaca las iniciativas comunitarias para proteger áreas altamente biodiversas y para hacer un manejo sustentable de los recursos naturales de sus territorios, son positivas y podrían ayudar a disminuir la deforestación. Sin embargo, no existen estudios que establezcan formalmente esta relación.

En una revisión general del estado actual de las coberturas en las comunidades que corresponden a las comunidades de CORENCHI, llama la atención que éstas mantienen un continuo de bosque. Este resultado contrasta con comunidades relativamente cercanas y comparables física y biológicamente, donde se vislumbra claramente la ausencia de bosque. De esta observación, así como de visitas al sitio de estudio, surge la pregunta del papel que puede tener la acción colectiva entorno al uso del suelo, ¿Las iniciativas comunitarias como las que se desarrollan en las comunidades del CORENCHI, tienen injerencia en reducir o inducir pérdida de cobertura arbolada? Responder a esta pregunta es la meta del presente trabajo.

*Actividades productivas y deforestación.*

Es posible señalar que la mayor contribución a la deforestación es de carácter antrópico, principalmente relacionada con actividades agrícolas y pecuarias. Estas prácticas son influenciadas por el mercado (crisis del café) y por la orientación políticas públicas para apoyo a ciertos sectores. También se ha concebido que la extracción de madera como una causa de deforestación, esto es parcialmente verdadero, porque se ha demostrado que cuando se hace un manejo adecuado del bosque esta actividad puede ayudar a mantener y propiciar la expansión del bosque (Durán *et al.*, 2005, Mathews, 2006). Estudios han mostrado el potencial de bosques comunitarios bajo manejo forestal, para conservar su cobertura a niveles comparables con las ANPs (Durán *et al.* 2007, Bray *et al.* 2008, Ellis y Porter-Bolland, 2008).

### *Los Chinantecos y sus bosques*

La región Chinantla, de interés para este estudio, corresponde a la porción noroeste de la región chinanteca (límitrofe con la región cuicateca), al norte colinda con los mazatecos y al sur con los zapotecos (Ver figura 1). Predomina la lengua Chinanteca (Hernández-Díaz, 2006). Los Chinantecos han ocupado el territorio desde hace mil años (Bevan, 1987) han vivido aislados de otros grupos y con poca interacción por lo remoto del territorio y al difícil acceso debido a la falta de vías de comunicación.

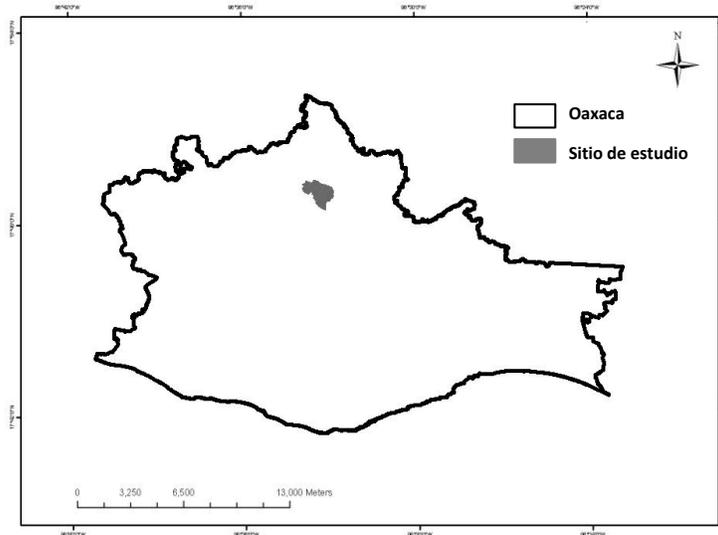


Figura 1. Mapa de Sitio de Estudio

Los chinantecos culturalmente están ligados a su medio ambiente, por esa razón es que no han ejercido una transformación permanente sobre sus recursos naturales. El manejo de sus tierras y de uso de los recursos de sus bosques proviene de tiempos ancestrales (Weitlaner y Castro 1973; Bevan 1987). Durante la conquista y a principios del siglo pasado seguían viviendo como sus antepasados.

Las áreas más conservadas de este territorio se ubican en las partes altas, en las que predomina el cultivo de roza, tumba y quema; donde a principios de siglo, se observaban las mayores densidades de población. Por el contrario, las zonas que presentan mayores niveles de erosión, se ubicaban en los municipios con bajas densidades demográficas y donde se ha desarrollado un patrón predominantemente ganadero y/o agrocomercial (de Teresa, 1999). Después de la crisis del café, la migración de las partes altas a las partes bajas y hacia fuera de la Chinantla se incrementó (de Teresa 2011, Robson y Berkes 2011).

A mediados del siglo XX inició el cultivo del café en la zona, volviéndose la actividad económica principal en los 70's y 80's, pero esta actividad decreció de manera abrupta en los 90's debido a la crisis internacional del café, ocasionando una disminución en el valor del producto (Hite 2011). Este fenómeno indujo cambios sociales y económicos importantes, que posiblemente influyeron en el estado del bosque, pero que hasta ahora no han sido bien valorados.

Un factor social que trajo consigo la crisis del café, fue la migración de ciertos miembros en las familias, lo que podría haber fomentado el cultivo de autoconsumo y las remesas cubrían otras necesidades. La población que se quedó, optó por realizar otras actividades económicas, siendo la ganadería la que prosperó mayormente. Esta actividad fue promovida e incentivada por distintos programas gubernamentales y hasta la fecha se reconocen áreas ganaderas en gran parte de los municipios cercanos a Tuxtepec. Sin embargo, los procesos generados por la crisis del café no fueron homogéneos en el territorio Chinanteco. Ya que algunas áreas, sobre todo las más remotas siguieron con la práctica del café y otras intentaron la ganadería, pero dada su poca inversión y la baja aptitud del terreno, esta no prosperó, como es el caso de las comunidades de CORENCHI (Bray et al. Sometido).

La documentación de antecedentes históricos de las últimas décadas para la zona generados por D. Bray (comunicación personal), sugieren que la crisis del café y las decisiones de uso del suelo ligadas a ésta, son los principales factores a considerar para explicar las tendencias de la tasa de cambios en estas comunidades. Pero existe otro evento de suma importancia ecológica para este sitio, son las iniciativas de conservación comunitaria. La relevancia de ambos factores en explicar las tendencias de la deforestación es uno de los propósitos de este estudio.

## **Objetivo**

### General

Analizar la dinámica de cambio en la cobertura arbolada en once comunidades del norte del estado de Oaxaca en dos décadas (1990-2010) y reconocer su relación con indicadores de acción colectiva para la conservación del bosque, y el manejo y uso del suelo.

### Específicos

- Analizar la dinámica de la cobertura arbórea en comunidades del norte del estado de Oaxaca, a fin de reconocer los patrones de cambio de cobertura arbolada en las últimas dos décadas.
- Documentar la existencia o no de actividades productivas y de acción colectiva en torno al manejo y uso de suelo y la conservación del bosque.
- Identificar y analizar si las iniciativas de acción de colectiva realizadas en las comunidades se relacionan con los patrones de cambio en la cobertura arbolada, específicamente pérdida (evaluada como lo que convencionalmente se reporta como tasa de deforestación *sensu* Velázquez *et al.* 2003).

## **Hipótesis de trabajo**

Las comunidades que han implementado medidas de acción colectiva en torno a la conservación del bosque y el manejo y uso del suelo, presentan un menor grado de deforestación y de ocurrir,

el patrón es menos disperso; mientras que en el caso contrario, hay mayor deforestación y es más disperso

### **Estructura de la tesis**

Esta tesis se constituye de cuatro capítulos y un anexo (Capítulo I: Introducción, Capítulo II: Análisis de cambios en la cobertura arbolada en comunidades indígenas del Norte del Estado de Oaxaca, México, en el periodo 1990-2010, Capítulo III: Relación entre la dinámica de la cobertura arbolada y la acción colectiva para la conservación del bosque y el manejo y uso del suelo en once comunidades del norte de Oaxaca, México, Capítulo IV: Consideraciones finales). Todos los capítulos se han preparado para leerse de manera independiente, consecuentemente puede ser un documento repetitivo en cuanto a aspectos generales y cada uno presenta bibliografía de manera autónoma.

En la Introducción se aborda sobre la problemática de la deforestación en bosques tropicales en el mundo, la deforestación en México y en Oaxaca, así como las medidas que se han tomado para mitigarla; Los capítulos II y III se encuentran estructurados de forma independiente al cuerpo de la tesis, ya que están escritos en formato de artículo, presentan secciones diferentes de acuerdo a las normas que exige la revista en las que se desean publicar (Investigaciones Geográficas y Environmental Conservation, respectivamente). En el capítulo II se analiza cartográficamente la tasa de cambios en la cobertura arbolada en comunidades del Norte de Oaxaca en dos décadas (1990-2000 y 2000-2010). En el capítulo III se plantea la posible relación entre las tasas de cambios en la cobertura arbolada (2000-2010) con las actividades de acción colectiva para la conservación, manejo y uso de suelo en las comunidades de estudio, Este

capítulo sólo considera el período 2000-2010 ya que es la década en que las comunidades se organizan para desarrollar actividades encaminadas a la conservación de sus recursos naturales. Finalmente en el capítulo IV se concentran las consideraciones finales, recomendaciones y las principales conclusiones.

### **Referencias bibliográficas**

- Anta, S. 2007. Áreas Naturales de Conservación Voluntaria. Iniciativa Cuenca. Pp. 7-13.
- Berkes, F. 2007. Community-based conservation in a globalized world. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104:15188-15193.
- Bevan, B. 1987. Los Chinantecos y su Hábitat. *Serie Antropología Social*, núm. 75, Instituto Nacional Indigenista, México. 231 pp.
- Bocco, G., M. Mendoza y O. Masera. 2001. “La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación”, *Investigaciones Geográficas-UNAM*, 44:18-38.
- Boucher, D., P. Elias, K. Lininger, C. May-Tobin, S. Roquemore, y E. Saxon. 2011. The Root of the Problem What ’s Driving Tropical Deforestation Today? *Tropical Forest and Climate Initiative Union of Concerned Scientists*.
- Bray D., L. Merino-Pérez y D. Barry (Eds.) 2005. *The Community Forests of Mexico*. University of Texas Press, Texas. (ISBN 0-292-70637-5)
- Bray D., E. Durán, S. Anta, G. J. Martin y F. Mondragón. 2008. A new conservation and development frontier: community protected areas in Oaxaca, Mexico. *Current Conservation* 2:7-9.
- Bray, D. E. Duran y O.A. Molina. Sometido. Multi-scale governance and indigenous/ community conserved areas in Oaxaca, Mexico. *International Journal of the Commons*.
- Casas, G. 2005. Editorial. UNAM. *Ciencia Ergo Sum*. Noviembre – febrero. Vol.12. 3
- CONAFOR-SEMARNAT. 2010. *Visión de México ante REDD+*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Mexico. City.
- Correa, R. J. 1996. Evaluación y cuantificación de los cambios del uso del suelo mediante imágenes de satélite en los municipios de Linares y Hualahuises. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

de Teresa, A.P. 1999. "Población y Territorio en la Región Chinanteca de Oaxaca" en Desacatos N°1, CIESAS, México, Primavera.

de Teresa, A.P. 2011, QUIA-NA, La selva Chinanteca y sus pobladores. Juan Pablos Editor. México, D.F.

Durán, E., J.F. Mas y A. Velázquez. 2005. Land Use/Cover Change in Community-Based Forest Management Regions and Protected Areas in Mexico. Pp. 215-238, En: D.B. Bray, L. Merino-Pérez y D. Barry (Eds.). The Community Forests of Mexico. University of Texas Press, Texas. (ISBN 0-292-70637-5)

Durán E., F. Gopar, A. Velázquez, F. López, A. Larrazabal y C. Medina. 2007. Análisis de Cambio en las Coberturas de Vegetación y Usos del Suelo en Oaxaca. II Simposio de Biodiversidad de Oaxaca, CIIDIR-Oaxaca, IPN, Oaxaca, México.

Elizondo, C. y D. López. 2010. Las áreas voluntarias de conservación en Quintana Roo. CONABIO. Disponible en Internet: [http://era-mx.org/biblio/Elizondo\\_AVC.pdf](http://era-mx.org/biblio/Elizondo_AVC.pdf)

Ellis, E. y 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 Yucatan Peninsula, Mexico. Forest Ecology and Management 256: 1971-1983.

FAO, 2010, Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010, informe principal, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.

García-Mendoza, A., M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (Eds.). 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza. Mexico D.F.

Geist, H. J. y E. F. Lambin. 2001. What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on sub-national case study evidence, Louvain-la-Neuve, LUC International Project Office: 116, Belgium.

Gómez-Mendoza, L., E. Vega-Pena, M.I. Ramírez, J.L. Palacio-Prieto, L. Galicia. 2006. Projecting land-use change processes in the Sierra Norte of Oaxaca, Mexico. Applied Geography 26: 276–290.

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 FIU.

Katon, B., A. Knox y R. S. Meinzen-Dick. 2001. La acción colectiva, los derechos de propiedad y la delegación del manejo de los recursos naturales. International Food Policy Research Institute

Lambin, E. F. 1997. Modelling deforestation processes: a review tropical ecosystem environment observations by satellites, European Commission Joint Research Centre- Institute for Remote Sensing Applications-European Space Agency, Luxembourg, TREE SeriesB., Research Report No. 1.

Larrosa, J. M. 2000. Procesamiento digital de imágenes. <http://jlarrosa.tripod.com/files/teledeteccion.pdf>. (Consultado el 18 de mayo de 2010).

Ley Agraria 1992 (vigente; con última modificación del 17 de abril de 2008).

Luna K., M. D. 2008. Conservación de carnívoros en el Área Comunal Protegida de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca, México. Tesis de maestría. CIIDIR-Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México.

Martin G. J., C. I. Camacho, C. A. del Campo, S. Anta, F.Chapela y M. A. González 2010. Indigenous and community conserved areas in Oaxaca, Mexico. Management of Environmental. Emerald Publishing, Bingley, United Kingdom. Quality: An International Journal Vol. 22 No. 2, 2011 pp. 250-266

Mas, J. F., H. Puig, J. L. Palacio y A. Sosa. 2003. “Un modelo espacial de riesgo de deforestacion”, Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, pp. 1357-1363.

Mathews, A. S. 2006. Building the town in the country: urban understandings of fire, logging and biodiversity in Mexico, 1926-2004. Social Anthropology, 14:335–359.

Merino. L. 2008. Conservación comunitaria en la cuenca alta del Papaloapan, Sierra Norte de Oaxaca. Revista Nueva Antropología. UNAM. 068: 37-49.

Nagendra H. y D. Rocchini. 2008. High resolution satellite imagery for tropical biodiversity studies: the devil is in the detail. Biodiversity Conservation. 17:3431–3442

Ortega del Valle, D., G. Sánchez, C. Solano, M.A. Huerta, V.Meza and C. Galindo-Leal, 2010. Áreas de Conservación Certificadas en el estado de Oaxaca.WWF, CONANP – SEMARNAT. Oaxaca, México.

Paniagua, I. 2009, Tesis de licenciatura “Análisis híbrido para la identificación anual de cambios en la cubierta del suelo: La Chinantla, Oaxaca, 2004-2005”. Colegio de Geografía UNAM.

Pérez, T.M. 2005. Presentación. Pp.11-12. En: García, A. M.A. Briones y M. J. Ordóñez (Eds.). 2005. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. México D.F.

Pineda, N. B., J. Bosque, M. Gómez, W. Plata. 2009. Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación: Investigaciones Geográficas (Mx) [en línea], [citado 2010-04-04]. Disponible en Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=56912295004>. ISSN 0188-4611

Pompa, G. M. 2005. Desarrollo de modelos geospaciales para toma de decisiones en manejo forestal, en el ejido Papajichi, municipio de Guachochi, Chih. Tesis de doctorado. FCF. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

Pompa, M. 2008. Análisis de la deforestación en ecosistemas montañosos del noroeste de México. Avances en Investigación Agropecuaria, mayo-agosto, año/vol. 12, número 002. Universidad de Colima. Colima, México. pp. 35-44

Procuraduría agraria. <http://www.pa.gob.mx/publica/pa070806.htm>, consulta 27 de agosto 2009.

Ramírez, E. y J. Berdegué. 2003. Acción colectiva y mejoras en las condiciones de vida de las poblaciones rurales. Santiago de Chile: Fondo Minka de Chorlavi.

Robson, J. 2009. Local approaches to biodiversity conservation: lessons from Oaxaca, southern Mexico. *International Journal of Sustainable Development*. 0: 1- 20

Robson, J.P. y F. Berkes. 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

Rudel, T.K. 2005. Tropical forests. Regional paths of destruction and regeneration in the late twentieth century. Columbia University press, New York. 231 pp.

Rudel, T.K., R. Defries, G. P. Asner, y W. F. Laurance. 2009. Changing Drivers of Deforestation and New Opportunities for Conservation. *Conservation Biology*, Volume 23, No. 6, 1396–1405

Teermer, C.J.A.M. A. Dewulf y M. van Lieshout. 2010. Disentangling scale approaches in governance research: Comparing monocentric, multilevel, and adaptive governance. *Ecology & Society* 15(4):29

Toledo, V. 2010. Prólogo. En: Elizondo, C. y D. López. 2010. Las áreas voluntarias de conservación en Quintana Roo. CONABIO. Disponible en Internet: [http://era-mx.org/biblio/Elizondo\\_AVC.pdf](http://era-mx.org/biblio/Elizondo_AVC.pdf)

Turner II, B. L., Geoghegan, J., y Foster, D. R. (Eds). 2004. Integrated Land-Change Science and Tropical Deforestation in the Southern Yucatán: Final Frontiers. p. 145- 169. Oxford University Press.

Velázquez, A., J. F. Mas, G. J. Díaz, S.R. Mayorga, P. C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J. L. Palacio (2002), “Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México”, Gaceta Ecológica, num. 62, INE, México, pp. 21-37.

Velázquez, A., E. Durán, I. Ramírez, J. Mas, G. Ramírez, G. Bocco y J. L. Palacio. 2003. Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, Mexico. *Global Environmental Change* 13:175-184.

Verastegui, Ch. J. 2000. Evaluación de los cambios de uso del suelo en la región citrícola de Nuevo León, México. Tesis de maestría. FCF. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

Weitlaner, R. y C. A. Castro. 1973. “Usila (Morada de colibríes)”, en Papeles de la Chinantla VII, Serie Científica II, Museo Nacional de Antropología, Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. 269 pp.

WWF. [http://www.wwf.org.mx/wwfmex/archivos/bm/030221\\_mexOaxacaPrioridad.php](http://www.wwf.org.mx/wwfmex/archivos/bm/030221_mexOaxacaPrioridad.php)  
consulta: 27 de septiembre de 2009.

## CAPITULO II

### ANÁLISIS DE CAMBIOS EN LA COBERTURA ARBOLADA EN COMUNIDADES INDÍGENAS DEL NORTE DEL ESTADO DE OAXACA, MÉXICO, EN EL PERIODO 1990-2010

#### RESUMEN

Se analizó la dinámica de cambio en la cobertura arbolada de once comunidades Chinantecas ubicadas al norte del estado de Oaxaca, en 20 años (1990-2010). Cinco comunidades se escogieron en función de presentar acciones colectivas para la conservación (ACPC) y las restantes sin ACPC. Se usaron imágenes de satélite LandSat de tres fechas (1990, 2000 y 2010) a las que se les realizó una clasificación supervisada, mediante sistemas de información geográfica (SIG) y percepción remota (PR). A partir de éste proceso, se generaron mapas de cobertura arbolada y condición no-arbolada. Se realizó un cruce de pares de mapas (1990-2000 y 2000-2010), y se obtuvieron mapas de procesos de cambios (deforestación y recuperación) y permanencias (en cobertura arbolada y en condición no-arbolada), asimismo, se estimaron tasas anuales de cambio. Se encontró que la cobertura arbolada de las comunidades ha cambiado a través de los dos periodos analizados, en general, hubo una mayor pérdida de cobertura arbolada entre 1990-2000 que en la siguiente década. Todas las comunidades presentaron deforestación y recuperación en distintos niveles; las comunidades con ACPC difieren de las comunidades sin ACPC en su superficie de cobertura arbolada y en sus tasas de cambio. Las comunidades “con ACPC” en 2010 presentaron cobertura arbolada de más del 95%, de sus territorios y sus áreas deforestadas entre 2000-2010, están concentradas alrededor de los asentamientos humanos; en contraste, las comunidades “sin ACPC” presentan en promedio un 82% de cobertura arbolada, del porcentaje restante casi el 10% de superficie se ha mantenido en condición no-arbolada en el periodo evaluado y, sólo en algunas comunidades, sus áreas deforestadas entre 2000-2010, están concentradas alrededor de los asentamientos humanos.

*Palabras clave:* tasa de cambios, condición no-arbolada, clasificación supervisada, acción colectiva para la conservación.

## ABSTRACT

We analyzed the dynamics of change in coverage with trees in eleven Chinantec's communities located north of the state of Oaxaca, during a 20 years period (1990-2010). Five communities were designated as "organized" and the remaining were called as "non-organized", according with the forest conservation initiatives that communities have undertaken. LandSat satellite images of three dates (1990, 2000 and 2010) were used, with geographic information systems (GIS) a supervised classification was performed. After this process, maps of tree coverage/non-forested condition were generated. Pairs of maps were crossing between (1990-2000 and 2000-2010). Thus, maps of change processes (deforestation and recovery) and permanence (woody cover and no-trees condition) were obtained. Also, annual rates of changes were estimated. It was found that the coverage with trees was different among communities over the two periods analyzed; in general, there was a greater loss of coverage with trees between 1990-2000, comparing with the next decade. All communities, showed deforestation and recovery at different levels; "organized" communities were significantly different from "non-organized" communities in their coverage of trees and in their rates of change. "Organized" communities in 2010, showed coverage with trees in almost 95% of their territories and areas deforested between 2000-2010 were centered around human settlements. In contrast, "non-organized" communities have an average of 85% coverage, 10% of area from a decade is a non-forested condition, and only in some cases, areas deforested between 2000-2010, were centered surrounded human settlements.

*Key words:* Change rates, no-trees condition, supervised classification, collective action

## **Introducción**

México aún presenta problemas de deforestación, por lo que su superficie de bosques sigue disminuyendo y se mantienen o exacerban problemáticas ambientales donde éste fenómeno ocurre (CONAFOR/SEMARNAT 2010, FAO 2011). Oaxaca es uno de los diez estados con mayor vocación forestal del país, y aunque no presenta la mayor deforestación a nivel nacional, se estima que entre 1980 y 2000, perdió entre el 5-8 % del total de sus bosques. De acuerdo a Velázquez *et al.* (2003), en el estado existen regiones donde prevalece la deforestación y la degradación de bosques, uno de ellas se encuentra al norte del estado, en las porciones medias del Alto Papaloapan y hacia la región Mixe. A nivel estatal, la mayor tasa de deforestación se presenta en los bosques secundarios de coníferas, tropicales perennifolios y mesófilos, y a nivel de la región Sierra Norte (Álvarez, 1994), los bosques tropicales están siendo más impactados en ellos hay poca extracción de madera para fines comerciales, por lo que se asume que las causas se relacionan con actividades agrícolas y pecuarias (Velázquez *et al.* 2003, Gómez-Mendoza *et al.*, 2006; Durán *et al.*, 2007).

En Oaxaca, la mayoría de los bosques están en tierras de propiedad comunal y, por tanto, las decisiones sobre lo que ocurra con la cobertura arbolada a nivel local, depende de las decisiones tomadas a nivel de ejidos o comunidades (Ley Agraria). Por ello, la política pública del sector forestal, al reconocer la importancia de la propiedad comunal, ha diseñado programas para promover en ella el cuidado del bosque y su mejor manejo (CONAFOR). Asimismo, iniciativas globales como la de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques (REDD+), también prevé operar a nivel comunitario. No obstante su importancia, existen pocos estudios sobre bosques y el análisis

de sus cambios que trabajen el nivel de ejidales o comunidades (Chowdhury ,2006; Robson y Berkes 2011).

Decidir la escala adecuada al analizar la deforestación depende de las metas, ya que es sabido que los patrones de una escala pueden enmascarar lo que ocurre a otro nivel. La escala de análisis también influye en reconocer los factores que determinan de manera directa los cambios (dando luz de cómo manejarlos, frenarlos, o evitarlos) a fin de evitar que las consecuencias de la deforestación sigan afectando el bienestar humano (Geist & Lambin, 2001, Rudel, 2005). Al documentar la deforestación, se reconoce que ha habido mayor esfuerzo a nivel global, macroregional, nacional, pero al menos en el caso de Oaxaca, se cuenta con pocos estudios a nivel estatal y regional (Velázquez et al. 2003, Gómez-Mendoza *et al.* 2006), y prácticamente son escasos a nivel local (Rudel *et al.* 2009, Boucher *et al.* 2011, Robson y Berkes, 2011). Aunque a cualquier escala las bases del estudio de la deforestación sigue una metodología básica, conforme se trabaja el nivel local existe mayor necesidad de datos de campo y es un reto siempre tratar de representar en un modelo espacialmente explícito las peculiaridades de la vegetación natural y los usos del suelo, básicamente, porque los insumos de percepción remota no permiten discriminar algunas categorías, pero también porque la naturaleza de los límites o su superficie no permite su representación (Chowdhury, 2006). De igual manera, estudios a nivel local demandan el reconstruir historias en el tiempo y espacio, lo que implica recopilar información que ayude a entender las fuerzas que indujeron los patrones de cambio obtenidos (Bocco *et al.*, 2001; López-Granados *et al.* 2001; Durand y Lazos, 2004, Chowdhury, 2006); aún cuando se sabe que es común que la deforestación suele responder

a causas fundamentales de niveles regionales a globales, que comúnmente son de tipo económico (Rudel, 2005, Barsimantov, 2009, Robson y Berkes, 2011).

La Sierra Norte de Oaxaca, es una región de gran interés en el tema de bosques, ya que gran parte de su territorio pertenecen legalmente a una población predominantemente indígena (Zapotecos y Chinantecos). En dicha región, se encuentran grandes masas forestales y se han generado experiencias aleccionadoras sobre el manejo comunitario de los bosques (Bray *et al.*, 2005). Lo anterior, ha llamado la atención a especialistas en conservación biológica, en manejo forestal comunitario, en análisis de procesos de cambios en las coberturas de bosque, así como a interesados en temas de organización social y gobernanza local (Brandon *et al.* 2005, Gómez-Mendoza *et al.* 2006, Mathews, 2006, Martínez, 2003). En la Sierra Norte, una porción del extremo norte donde habita la etnia chinanteca (de Teresa, 2011), ha llamado la atención en los últimos años por sus logros en las iniciativas locales de conservación comunitaria. Se trata de las comunidades agrupadas en el Comité de Recursos Naturales de la Chinantla Alta (CORENCHI). Las comunidades del CORENCHI han mostrado capacidad organizativa, y han certificado 27.000 ha como áreas de conservación comunitarias, donde albergan fauna de interés para los conservacionistas (Bray *et al.* 2008, Ortega del Valle *et al.*, 2010; Figel *et al.* 2011, Bray *et al.* Sometido). Sin embargo, se aprecia que la conservación del bosque que ocurre en el área del CORENCHI contrasta lo que ocurre en comunidades vecinas, pero hasta ahora no se han realizado análisis comparativos.

Considerando lo anterior, este estudio evaluó de manera sistemática los cambios en la cobertura arbolada en dos periodos 1990-2000 (ligado a inestabilidad en el precio del café) y 2000-2010 (ligado al inicio de la acción colectiva para conservar los bosques en la

región) en once comunidades Chinantecas. Todas ellas son ambientalmente comparables (De Teresa, 2011), pero cinco se designaron como comunidades con acción colectiva para la conservación (ACPC) porque han emprendido iniciativas de conservación del bosque y organización social en el CORENCHI, y las demás al carecer de éstas acciones, se denominaron comunidades sin acción colectiva para la conservación. El propósito fue analizar y comparar las tendencias de cambio en la cobertura del bosque y los patrones espaciales que se presentan en uno y otro grupo de comunidades.

## **Metodología**

### *Sitio de estudio*

El estudio se desarrolló en once comunidades indígenas chinantecas ubicadas de manera contigua al norte del estado de Oaxaca (Figura 1). Las cuales se ubican geográficamente entre (17° 55'' N, 96° 44'' W y 17° 37'' N, 96° 25'' W) y abarcan una superficie de 48,678.94 hectáreas. La propiedad de la tierra es comunal, y el sistema de gobernanza interna para asuntos de usos del suelo y conservación se rige por lo que marca la ley agraria (Asamblea, Comisariado de Bienes Comunales y Consejo de Vigilancia), combinada con sus tradiciones del sistema de cargos (Hernández-Díaz, 2007). La densidad poblacional de las comunidades es baja (menos de 1 habitante por hectárea) y todas ellas se encuentran en municipios de alta o extrema marginación (Berumen, 2007), y más del 95% de la población es hablante del Chinanteco (Hernández-Díaz, 2006).

En el área de estudio prevalece el clima cálido húmedo con lluvias en verano (Trejo, 2004), y se presenta un gradiente altitudinal que va de los 200 a los 3000 msnm (INEGI). A lo largo de este gradiente, se establecen de manera natural selvas altas perennifolias (en las

partes bajas), bosques mesófilos a niveles intermedios, y en las partes altas llegan a haber bosques de pino-encino. Aunque existen distintas actividades agrícolas en las comunidades, en todas ellas prevalece la agricultura de temporal para autoconsumo y, para fines de ingreso, se produce café o ganado principalmente (Tabla 1).

Durante la década de los 80's y parte de los 90's del siglo pasado todas las comunidades basaron su economía en la producción de café, por lo que la desaparición del Instituto Mexicano del Café (INMECAFE) y la inestabilidad del precio internacional del café les indujo una crisis económica, con impacto en sus modos de producción (Bacon, 2008), y con posible impacto en la cobertura y usos del suelo. Ante esta situación las comunidades experimentaron ajustes para disminuir su dependencia económica a este producto; por una parte, en algunas comunidades hubo fomento de la actividad ganadera, mientras que otras comunidades fueron apoyadas por el gobierno y/o extensionistas, para promover la diversificación productiva y la conservación de sus bosques. En estas últimas, se ha llegado incluso a la certificación de áreas de conservación comunitarias ante la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Ortega del Valle *et al.*, 2010) y la organización social para el manejo sustentable y la conservación, mediante la constitución del Comité de Recursos Naturales de la Chinantla Alta (CORENCHI AC).

#### *Antecedentes para el trabajo cartográfico*

Se define bosque, de acuerdo a FAO (2010) y la CONAFOR, como *el área que abarca más de 0.5 hectáreas, con cubierta de árboles cuya altura es superior a 5 metros y con una cubierta de copas de al menos 10 por ciento, o árboles capaces de alcanzar estos límites mínimos in situ*. En este estudio se trabajó con dos categorías de análisis: coberturas

arboladas y no-arboladas, y en ellas se incluyeron distintos tipos de vegetación y usos del suelo acorde con la leyenda oficial de INEGI (ver Tabla 2). La cobertura arbolada incluyó bosques naturales, cafetales de sombra y vegetación secundaria con prevalencia de árboles, mientras que la condición no-arbolada corresponde a los cuerpos de agua, áreas sin vegetación aparente, pastizales naturales e inducidos, asentamientos humanos, agricultura de temporal y vegetación secundaria con prevalencia de herbáceas y arbustos, o aquella con predominancia del helecho invasivo *Pteridium aquilinum*. Aunque en sentido estricto, las áreas con cobertura arbolada no necesariamente corresponden a bosques, sí se trata de áreas con cobertura de copa tal que mantienen muchas de las propiedades funcionales de los bosques; tales como la sombra, la protección del suelo, la contribución al balance hídrico y son refugio para la diversidad florística y faunística que prevalece en la región <sup>1</sup> (Figel *et al.*, 2011). Por otra parte, en términos utilitarios, a la gente local le significa áreas de recolección de leña, de frutales (café, plátano, mamey, cítricos, aguacate, palma de tepejilote), madera y postes, o por su cobertura impiden los cultivos de autoconsumo básicos como los de maíz, frijol, calabaza, sin tener que hacer rozos. Por tanto, las áreas con cobertura se distinguen de los sitios abiertos o sin cobertura arbolada. Conforme con esto, la definición de deforestación usada en este estudio es la transformación del bosque y otras coberturas arboladas a condiciones donde la cubierta de copa está por debajo del umbral mínimo del 10 por ciento de su cobertura. El proceso opuesto, dado que en la región la sucesión secundaria es muy acelerada y no ha habido acciones sistemáticas de plantación de árboles se le denominará recuperación.

---

<sup>1</sup> Existe una discusión a este respecto, toda vez que los bosques transformados pueden no estar cobijando a especies importantes ecológicamente hablando, como aquellas endémicas o poco tolerantes al disturbio.

### *Análisis Cartográfico*

Previamente al análisis de las imágenes, se realizaron recorridos de campo en seis comunidades para tomar puntos georeferenciados de las distintas coberturas y usos de suelo. Se hicieron tres días de recorrido en vehículo yendo por brechas, y cuatro días a pie, la información recopilada sirvió como campos de entrenamiento para la clasificación supervisada. No se visitaron cuatro comunidades (San Juan Bautista Tlacoatzintepec, San Juan Zapotitlán, San Juan Zautla, y Santiago Quetzalapa) por recomendaciones de seguridad por parte del personal de campo del RAN, o porque no se contó con guías locales para llegar a los asentamientos humanos (lo cual fue un criterio de seguridad en todos los casos), sin embargo, se contó con información indirecta de ellas, acerca de sus sistemas productivos, a través de informantes de comunidades vecinas o por revisión documental de estadísticas o por consultar listas de beneficiarios de programas relacionados con el mantenimiento del bosque o usos del suelo (PSA, COINBIO, CONANP) o a través de los integrantes del Comité de Recursos Naturales de la Cañada (que es la región a donde pertenecen).

Para el análisis de la dinámica de la cobertura arbolada en las comunidades se analizaron imágenes de satélite de un corte de la zona de estudio (localizadas en el Path 24, Row 48), en tres fechas: 1990 (LandSat 4 TM), 2000 (LandSat 7 ETM+) y 2010 (LandSat 7 ETM+). Las imágenes fueron proporcionadas por CONAFOR (a través del laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del CITRO de la Universidad Veracruzana), tienen una resolución espacial de 30 metros, y fueron tomadas entre marzo y abril del año correspondiente (época de secas). Las imágenes ya tenían correcciones básicas previas

(radiométrica, geométrica y atmosférica), pero se realizó un remuestreo de los píxeles, y se realizó nuevamente una corrección geométrica hasta lograr un error cuadrático medio permisible ( $RMS < 0.15$ ; Chuvieco, 2002), para esto se utilizó el programa PCI V7.0. Las fechas de las imágenes se seleccionaron pensando en la coincidencia con eventos de interés para el estudio, como la crisis del café y las acciones comunitarias de conservación.

Se realizó una clasificación supervisada de máxima similitud usando campos de entrenamiento para dos categorías, basadas en datos de campo (arbolada y no- arbolada) para cada una de las imágenes de satélite iniciando con 2010=  $t_3$  (Figura 2), para ello se usó del software PCI V7.0. Con ayuda de la ubicación en un scatter plot de los puntos de los campos de entrenamiento y utilizando las imágenes de satélite en falso color (bandas 4, 7 y 1, combinación que resalta vegetación), fue posible ubicar un mayor número de puntos para cada cobertura. La clasificación supervisada se llevó a cabo con clase nula, es decir, una categoría que el SIG no identifica dentro de las clases definidas.

La superficie que no fue cubierta por la clasificación supervisada; es decir, la clase nula, se trabajó en un proceso post clasificadorio en ArcGIS 9.0, mediante una clasificación no supervisada de la imagen correspondiente y con ayuda del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés), el cual se generó con el programa ENVI 4.7.

Finalmente, se verificó cada una de las imágenes clasificadas para estimar su confiabilidad, para ello se obtuvieron puntos al azar empleando el método de muestreo aleatorio en el software ArcGIS 9.0, los puntos fueron cotejados con las mismas imágenes LandSat, con imágenes SPOT (para 2000 y 2010) y ortofoto (para 1990) de la misma fecha y zona. Al visualizar cada punto sobre la respectiva imagen LandSat se le asignó una categoría

(arbolada/no-arbolada), dependiendo de su ubicación, se analizó si había correspondencia entre la categoría predicha y la categoría real (Chuvieco, 2002). Con dichos puntos se construyó una matriz de confusión (indica cuantos puntos coinciden con la clasificación realizada), y a partir de ésta matriz se calculó la exactitud total observada y el índice de Kappa, los cuales mostraron el grado de confiabilidad de la imagen clasificada (cuando el valor es más cercano a 1). Con las imágenes clasificadas y verificadas se generaron mapas de coberturas arboladas y condición no-arbolada para cada comunidad de estudio (Figuras 2a).

Se realizaron cruces de mapas de cobertura arbolada y condición no-arbolada para dos periodos (1990-2000 y 2000-2010), y a partir de estos se generaron mapas de procesos de cambio (figura 3). Los cruces de mapas se realizaron con el programa IDRISI Andes. Se reconocieron dos procesos de cambio: *deforestación*, cuando en  $t_1$  había una cobertura arbolada y en  $t_2$  se encontró una cobertura no arbolada, y *recuperación*, cuando en  $t_1$  se encontró cobertura no-arbolada y en  $t_2$  cambió a arbolada. Asimismo, se reconoció la permanencia de cobertura arbolada y de la condición no-arbolada.

La delimitación del polígono de cada comunidad se hizo haciendo ajustes con base en la capa de núcleos agrarios provista por WWF-México en 2009, y la capa de ejidos del Registro Agrario Nacional. Asimismo, se consideró la delimitación de comunidades pertenecientes al CORENCHI generada por GEOCONSERVACIÓN A.C. (su consultor oficial desde hace 8 años), y se usó la delimitación de microcuencas basada en las cartas topográficas de INEGI (2006). Los ajustes fueron necesarios debido a que los polígonos de las distintas fuentes no coincidieron entre sí, por lo que consideramos que los polígonos resultantes son una aproximación al polígono real de la comunidad.

A nivel de comunidad y para cada periodo de análisis y proceso de cambio, se estimaron las tasas anuales de cambio ( $r$ ), mediante la fórmula de deforestación de FAO (1996):

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

Donde:

- $S_1$ , es la superficie de cobertura arbolada para el tiempo 1 ( $t_1$ )
- $S_2$ , es superficie de cobertura arbolada en el tiempo 2 ( $t_2$ )
- $n$ , es la diferencia en años entre la imagen de satélite  $t_1$ -  $t_2$ , o entre  $t_2$ -  $t_3$

Finalmente, se calculó el porcentaje de superficie de cobertura arbolada y condición no-arbolada (1990, 2000 y 2010), así como de los cambios y permanencias de las mismas coberturas en cada periodo (1990-2000 y 2000-2010) y comunidad, además se estimaron los promedios para los grupos de comunidades con y sin ACPC.

### *Análisis social*

A nivel de cada comunidad de estudio se integró información referente a características socioeconómicas, productivas y de manejo de los territorios comunales. Para ello, se revisaron los documentos primarios de las comunidades (carpeta básica que consiste en resolución presidencial, carta de deslinde y plano definitivo) y otra información oficial, literatura gris, y archivos de las comunidades. Se recopiló información descriptiva de cada comunidad, de aspectos históricos y actuales sobre las actividades productivas prevalecientes (Tabla 1) y sobre las iniciativas comunitarias para el manejo y uso de suelo

(figura 3). Mediante las entrevistas informales (Bernard, 2002), se documentó la presencia o ausencia de agentes externos (gobierno, ONG, académicos), se reconocieron antecedentes de organización social para el manejo y conservación. En todo momento se cruzó información y en caso de discrepancia se usó la información de la fuente más confiable (dato oficial o dato de campo). Con base en lo anterior las comunidades se diferenciaron en dos grupos: “con ACPC” (cuando las comunidades llevaban a cabo iniciativas de acción colectiva como áreas de conservación certificada, pago por servicios ambientales, ordenamiento territorial, estatutos comunitarios o reglamento interno, organización de segundo nivel, así como cuatro o un mayor número de asambleas al año) y “sin ACPC” (cuando carecieron de lo anterior). Estos sucesos históricos relacionados a la acción colectiva entorno al manejo y uso del suelo se ubicaron en una línea de tiempo (*sensu* Mathews, 2006; figura 3).

Las tasas de cambio de los periodos 1990-2000 y 2000-2010, así como las tasas de cambio agrupando a las comunidades “con ACPC” y “sin ACPC” por cada periodo se compararon mediante la prueba de Wilcoxon (una comparación de medias no paramétrica, Hair *et al.* 1999).

## **Resultados**

### *Cobertura arbolada y condición no- arbolada*

La exactitud y el índice de Kappa de la clasificación de las imágenes de las tres fechas analizadas fueron técnicamente aceptables. La exactitud de la imagen 1990 fue 0.93 y el índice de Kappa fue 0.72, la exactitud de la imagen 2000 fue 0.91 y el índice de Kappa fue 0.79 y, finalmente, la exactitud de la imagen 2010 fue 0.98 y el índice de Kappa fue 0.89.

Por tanto, a partir de la imagen clasificada, se generaron los mapas de cobertura arbolada y condición no-arbolada para tres fechas, a nivel de las 11 comunidades estudiadas.

Las estadísticas mostraron dinámicas distintas, pero en general los grupos de comunidades presentaron tendencias parecidas. El porcentaje de superficie arbolada derivada de los mapas nos muestra que la superficie con cobertura arbolada en las distintas comunidades analizadas es variable en las diferentes fechas (Tabla 3). Para 1990 la comunidad **3** presentó la mayor superficie arbolada (97.08, el valor menor fue de 71.82 % y correspondió a la comunidad **9**. En el año 2000, la mayor superficie arbolada también fue la comunidad **3** con 97.78% y el valor opuesto fue de 57.8 % y correspondió a la comunidad **9**. En el año 2010, la mayor superficie arbolada fue la comunidad **5** con 98.73% y el valor opuesto fue de 65.84 % y correspondió nuevamente a la misma comunidad **9**. En general, se registró un promedio mayor en el grupo de comunidades con ACPC, en relación al promedio de las comunidades sin ACPC.

#### *Cambios y permanencias en la cobertura arbolada y la condición no-arbolada*

Los mapas de procesos de cambio en los dos periodos analizados (1990-2000 y 2000-2010) nos muestran contrastes entre el conjunto de las comunidades estudiadas (Figura 4). Estos patrones son coincidentes con los valores de las tasas de deforestación correspondientes a las comunidades en los dos periodos (Tabla 3). El promedio de los valores de las tasas de cambio de todas las comunidades para la primera década fue negativo ( $r_{\text{promedio}} = -0.23$ ); es decir, que el balance en la región estudiada fue hacia la deforestación, mientras que el promedio para las 11 comunidades en la segunda década fue positivo ( $r_{\text{promedio}} = 0.27$ ), lo que sugiere que prevaleció la recuperación. La comparación de las tasas de cambio entre

los dos periodos tanto para las comunidades con ACPC como para las comunidades sin ACPC fueron significativamente diferentes (con ACPC de 2000 a 2010,  $\alpha= 0.005$ , sin ACPC de 2000 a 2010,  $\alpha=0.002$ ).

El mapa de cambios para ambos periodos (1990-2000 y 2000-2010), muestra que en todas las comunidades ocurrió deforestación y también recuperación. Con base en las tasas de cambio en el periodo 1990-2000 seis comunidades (**4, 6, 7, 8, 9 y 10**) presentaron valores negativos (Tabla 3), lo que significa que en ellas hubo pérdida neta de cobertura arbolada; es decir, fue mayor la superficie deforestada que la que se recuperó. Sin embargo, cabe destacar que en la comunidad **4** (San Antonio del Barrio) el valor de la tasa de deforestación fue de un orden de magnitud notablemente inferior en relación a las otras cinco comunidades ( $r=0.04$ ). El resto de las comunidades ganaron cobertura arbolada y la que más destacó al presentar la tasa más alta de recuperación fue Tlacoatzintepec ( $r = 1.01$ ). Esta tendencia no se mantuvo para la siguiente década analizada (2000-2010), donde las seis comunidades que antes presentaron deforestación (**4, 6, 7, 8, 9 y 10**), después presentaron recuperación, mientras que tres comunidades donde antes había predominado la recuperación, presentaron pérdida de cobertura arbolada (**2, 3 y 11**). De estas, contrasta la magnitud de la tasa de cambio de Tlacoatzintepec ( $r = -1.65$ ), en relación a Santiago y San Pedro, donde hay pérdida de cobertura, pero los valores son muy bajos ( $r = -0.03$  y  $r = -0.02$ , respectivamente). Sólo dos comunidades (**1 y 5**) mantuvieron la tendencia a ganar cobertura arbolada en ambos periodos analizados.

Además de tener presente el valor de las tasas de cambio y su signo positivo (recuperación) o negativo (deforestación), es importante tener como referente la superficie con cobertura arbolada que tuvo cada comunidad (Tabla 3). Esto, debido a que la tasa más alta de

recuperación entre 2000-2010 se presentó en la comunidad **9** ( $r = 1.36$ ), pero es donde hubo la menor superficie arbolada en las tres fechas. Por su parte, las tasas de cambio negativas de las comunidades **2** y **3** ( $r = -0.02$  y  $r = -0.03$ , respectivamente), aunque sugieren pérdida de cobertura arbolada, ésta es muy baja, y se trata de comunidades donde se han mantenido altos porcentajes de cobertura arbolada, en 2010 presentaron con esta condición un 97.56% y 95.55% de sus territorios, respectivamente.

#### *Tendencias en coberturas arboladas entre comunidades con y sin ACPC*

Los resultados de los mapas de cobertura arbolada y los mapas de cambio sugieren que existen contrastes entre las comunidades con y sin ACPC. En 1990, las comunidades “con ACPC” tuvieron una mayor superficie de cobertura arbolada que el grupo de las comunidades “sin ACPC”, esta tendencia continuó en las siguientes dos décadas (Tabla 3). Los mapas de cambio 1990-2000 mostraron que el grupo de comunidades “con ACPC” ganaron cobertura arbolada en relación a lo que se les deforestó y en todas predominó la permanencia de cobertura arbolada (Tabla 4). En las comunidades “sin ACPC” ocurrió el fenómeno contrario, la superficie de cobertura no-arbolada fue mayor que la superficie recuperada y solo en una de ellas predomina la permanencia de cobertura arbolada (Santiago Quetzalapa). Para las fechas 2000-2010 los mapas de cambio indican que las comunidades “organizadas” siguieron su tendencia hacia la recuperación y la condición no arbolada se concentró en las cercanías de los asentamientos humanos. En el caso de las comunidades no organizadas también ocurrió recuperación en la condición no-arbolada, pero en ellas también permaneció una mayor superficie de la condición no-arbolada.

A través de la evaluación de los promedios en porcentaje de superficie arbolada tenemos que en el grupo de las comunidades “con ACPC” para 1990 es del 93.55% y para 2000 y 2010 de 95.27% y 96.78% respectivamente, es decir en 20 años se aumentó la superficie de cubierta arbolada. En el grupo de las comunidades “sin ACPC” para 1990 el porcentaje fue de 82.76%, para 2000 fue de 78.58% y para 2010 fue de 81.22%, es decir, en estas dos décadas la superficie de cobertura arbolada disminuyó. Los promedios en cuanto a sus tasas de cambio para las comunidades “con ACPC” en el período 1990-2000 es de  $r=0.18$  y para 2000-2010 es de  $r=0.16$ , mientras que para las comunidades “sin ACPC” para la década de 1990-2000 fue  $r=-0.58$  y en 2000-2010  $r=0.38$ . La diferencia no fue significativa entre las comunidades “con ACPC” y “sin ACPC”.

La superficie de cobertura arbolada en las comunidades “con ACPC” fue mayor en los dos períodos de análisis; en cambio, las comunidades “sin ACPC” que tuvieron una tasa de cambio negativa en la década de 1990-2000 mostraron prevalencia de la recuperación en el periodo 2000-2010, pero su superficie fue 15% menor a la de las comunidades “con ACPC”. La estimación del promedio de la superficie de cambios que experimentaron las comunidades “con ACPC” y sus permanencias nos muestra que para la década de 1990-2000 la cobertura arbolada permaneció en un 90% y la superficie no-arbolada en un porcentaje menor al 2%; el cambio de condición no-arbolada a arbolada fue poco más del 5% y que la pérdida de cobertura fue de 3.48%. En las comunidades “sin ACPC” la permanencia de cobertura arbolada pasó de 69.40% en 1990-2000 a 69.36% en 2000-2010 y la permanencia de la condición no-arbolada fue de 8.06% en la primera década y aumentó a 9.57% en la segunda década de análisis. En estas mismas comunidades, el cambio de arbolado a no-arbolado fue de 13.36% en 1990-2000 y disminuyó a 9.22% en la siguiente

década, mientras que el cambio de no-arbolada a arbolado fue de 9.18% en 1990-2000 y aumentó a 11.85% en 2000-2010.

## **Análisis y Discusión**

La escala local recientemente se está reevaluando como un nivel importante para entender las dinámicas de deforestación y los factores que las inducen suelen diferir de lo que se puede percibir a otras escalas (Geist y Lambin 2001, Rudel 2005, Boucher *et al.* 2011), además algunas de las estrategias para confrontar la deforestación en los bosques tropicales, como es el caso de los proyectos de la iniciativa de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD+) apuntan a trabajar a nivel local (White 2011). En México, las comunidades o ejidos que están en áreas forestales pueden considerarse unidades de manejo territorial de importancia para entender el fenómeno de la deforestación, ya que al estar respaldados en un marco legal, tienen autonomía para la toma de decisiones sobre el uso del suelo y los cambios temporales que ocurren en los bosques comprendidos en sus territorios. Por lo anterior, desde hace más de una década la Comisión Nacional Forestal ya atiende el nivel comunitario o ejidal, con sus programas tendientes a fomentar la conservación y el manejo sustentable del bosque; sin embargo, resulta sorprendente que en un sentido académico, este nivel ha sido poco abordado. Estudios han analizado las dinámicas de deforestación en ejidos o comunidades en casos donde se extrae madera o existe una marcada migración (López-Granados *et al.* 2001, Durán *et al.*, 2005, Bray *et al.*, 2008, Durán *et al.* 2010, Porter-Bolland y Ellis 2010, Robson y Berkes, 2011), pero poco se ha analizado en los casos donde el cuidado del bosque se centra en la

existencia de áreas de conservación comunitarias o en el pago de servicios hidrológicos (Muñoz, comunicación personal, Ortega del Valle *et al.*, 2010).

*Aproximación para el análisis de la cobertura arbolada (leyenda)*

Pese a los avances tecnológicos, es ampliamente reconocido que los insumos de percepción remota tienen límites para distinguir categorías en la cobertura de bosques tropicales, especialmente porque en la realidad no siempre hay límites discretos entre algunos tipos de bosques, entre bosques predominantemente primarios y sus estados secundarios o condiciones degradados o entre éstos y los sistemas productivos que mantienen cubierta arbolada como es el caso del café de sombra (Boucher *et al.* 2011). Considerando lo anterior, en éste trabajo se analizaron sistemáticamente dos condiciones contrastantes: la cobertura arbolada y la condición no-arbolada, por tanto, es probable que los resultados de cobertura arbolada subestiman el impacto de la presencia y algunas actividades humanas en los predios de las comunidades estudiadas. Sin embargo, se confirmó que gran parte de la cobertura arbolada en las comunidades “con ACPC” corresponde a bosques naturales, y lo mismos ocurre con las comunidades “sin ACPC” aun cuando en éstas la superficie de cobertura arbolada fue menor. A pesar de que está latente la sobreestimación del bosque, se trata de una comparación sistemática y rigurosa sobre los polígonos de las 11 comunidades, lo que hace posible reconocer contrastes espaciales y temporales entre ellas. Se debe reconocer que desde el inicio del periodo de observación (1990) existía contraste en la superficie de cobertura arbolada (93% en las comunidades “con ACPC” y 85% en las comunidades “sin ACPC”), pero las rutas que siguieron llevó a que todas las comunidades “con ACPC” incrementaran paulatinamente dicha superficie, mientras que las comunidades

“sin ACPC” tendieron a estabilizarse, disminuir y/o aumentar su superficie, pero el balance fue menor en 2000 y en 2010 (78.58% y 81.22%, respectivamente), en relación a lo que tenían en 1990. Las rutas que cada comunidad ha seguido a través de los años y el estado actual que tienen (2010), sugiere que el grupo de comunidades que han venido consolidando sus actividades y organización social entorno a la conservación (Bray *et al.* 2008, Bray *et al.* Sometido, Molina en preparación), tienden a mantener niveles cobertura arbolada por arriba del 95%, y que la condición no-arbolada es menor está claramente concentrada alrededor de sus asentamientos humanos. Es concebible, que el alto porcentaje de cobertura arbolada no seguirá aumentando, básicamente porque anualmente cada familia realiza clareos de entre una y dos hectáreas, para el cultivo de maíz. Por el contrario, las comunidades sin indicadores de organización social y que prácticamente no tienen iniciativas de conservación del bosque han experimentado mayores cambios en su cobertura arbolada, mayor pérdida, y también mayor recuperación en algunos casos, aunque ésta no parece ser intencional (sino que podría tratarse de un proceso pasivo, posiblemente relacionado con migración, que histórica y actualmente sigue siendo un fenómeno común en la región; de Teresa 2011, Robson y Berkes 2011). Estas también exhibieron mayor superficie de la permanencia de la condición no-arbolada en ambos periodos, pero especialmente en 2000-2010, la cual parece estar relacionada con una mayor proliferación de la ganadería extensiva, ya que esta actividad se ha venido consolidando desde mediados de los 90's.

Es importante, reiterar que los polígonos estudiados son tierras comunales, y que sus dueños dependen en gran medida de la producción local para surtir sus necesidades alimenticias (milpa tradicional), y la obtención de sus ingresos (café, ganado). Por tanto, al

hablar de cobertura arbolada la gente local le reconoce como una condiciones ventajosa para regular el clima, proteger el suelo y los manantiales, producir café de sombra (sobre todo cuando se trata de zonas agrícolas en activo), mientras que la condición no-arbolada significa milpa (una condición temporal) y potreros (que son una alternativa de ingreso).

### *Patrones temporales de cambios*

Los cambios en la cobertura arbolada entre 1990 a 2000, cuando todas las comunidades estaban enfrentando la crisis del café y nadie contaban con ninguna iniciativa u organización para la conservación del bosque (Figura 2), muestra claramente la ocurrencia de mayor deforestación en casi todas las comunidades, pero con cambios más severos en aquellas que optaron por la ganadería, y con menor impacto en las que le estaban apostando aún al café al organizarse en cooperativas (Molina en preparación). Si bien todas las comunidades intentaron la práctica de la ganadería, hubo más éxito en San Pedro Sochiapam donde ya existía camino, en relación con las comunidades más alejadas de éste que no contaron con ese servicio. En general, todas las comunidades recurrieron a la válvula de escape que les representó la migración (Robson y Berkes 2011). La tendencia de cambios observada entre 1990-2000 cambio para la siguiente década que es cuando se acentuaron los contrastes en la cobertura arbolada entre las comunidades “con ACPC” y “sin ACPC”. Cabe notar que el proceso de formación del CORENCHI (constituida legalmente en 2004) se gestó casi desde una década antes, y para ser integrante de ese comité se estableció como requisito a sus comunidades miembros, la firma de un acuerdo regional para la conservación de la biodiversidad, el cuidado del bosque, y el manejo sustentable de los territorios (Bray *et al.* Sometido, Molina en preparación). Sin embargo,

ante la gravedad de la crisis y la falta de apoyos y programas gubernamentales creemos que un fuerte flujo de migración podría explicar la recuperación de la cobertura arbolada en las comunidades “sin ACPC” (como un proceso pasivo), en contraste al estar documentado que en las comunidades “con ACPC” ha sido un proceso intencional a raíz de que contaron con ordenamientos territoriales comunitarios (Anta, 2007). Un monitoreo futuro sobre las comunidades organizadas podría aportar mayor evidencia a la hipótesis propuesta de organización social y pérdida de cobertura arbolada a nivel de comunidades.

Considerando el estatus económico, el estado de aislamiento, la tradición y cultura campesina de las comunidades, así como porque existe el potencial productivo de la tierra, el cambio de cobertura arbolada a áreas sin cobertura es un fenómeno natural y obligado para la gente local, ya que es la vía de producción local para subsistencia y obtención de ingresos, por lo que no se puede decir que la deforestación en las comunidades es un acto irracional. Sin duda, como se ha documentado en muchas otras partes del mundo (Boucher *et al.* 2011), gran parte de la gente de las comunidades tiene razones económicas y necesidades a cubrir con lo que tienen en sus tierras comunales. Al igual que por decisiones comunitarias se cambia el bosque a usos antrópicos, también se debe reconocer que en gran medida las comunidades cuidan el bosque del cual dependen (Boege, 2008), ya sea mediante mecanismo formales (áreas de conservación comunitaria) o informales (Martin *et al.* 2010).

## **Conclusión**

Documentar la dinámica de coberturas arboladas a nivel de núcleos agrarios que se ubican en regiones forestales de alto valor ecológico sigue siendo una necesidad y una tarea

pendiente desde el ámbito académico. Este trabajo mostró que a pesar de que se analizó una microrregión con aparente homogeneidad ambiental, histórica, etnicidad, condiciones socioeconómicas, culturales y productivas, localmente existen variaciones espaciales y temporales con lo que ocurre con las coberturas arboladas. La permanencia y la recuperación de la cobertura arbolada durante las dos décadas de análisis fue variable a nivel de las comunidades, pero existen diferencias significativas en las tendencias a la estabilidad de la cobertura arbolada (manteniendo mayor superficie de cobertura arbolada, menor permanencia de condiciones no arboladas y una menor tasa de deforestación) en aquellas comunidades que han desarrollado y están operando iniciativas de conservación del bosque (“con ACPC”), respecto a las que no lo están haciendo. Representar cartográficamente cambios en la cobertura arbolada de comunidades, estimar su superficie y generar un estimador de tasa de cambio, es un primer paso para tratar de entender mejor sus causas de la deforestación a nivel local. Asimismo, este tipo de información puede ser de utilidad como indicadores para evaluar el impacto de programas tendientes a cuidar el bosque (o de la falta de ellos), así como servir como una evaluación de las decisiones de manejo del territorio por parte de los comuneros. Con base en ella, también se puede justificar la necesidad de que las instancias de gobierno hagan más esfuerzos a nivel de núcleos agrarios, cuando quieren evitar que el fenómeno de la deforestación se extienda a nivel regional.

Adicionalmente, podría decirse que estadísticamente las diferencias entre los dos tipos de comunidades fueron débilmente soportadas, quizá en parte por el bajo número de muestra, pero también debido a que el proceso que se mide tiene una escala de tiempo superior al

utilizado. La conservación y sus procesos toman tiempo, muchas veces mucho más que el que es posible documentar, al menos hasta ahora.

### **Referencias bibliográficas**

Álvarez, R. L. 1994, *Geografía general del Estado de Oaxaca.*, 2a edición, Carteles Editores, Oaxaca, México.

Anta, S. 2007. *Áreas Naturales de Conservación Voluntaria*. Iniciativa Cuenca. Pp. 7-13.

Bacon, C.M., V. E. Méndez, S.R. Gliessman, D. Goodman, J.A. Fox (eds.) . 2008. *Confronting the coffee crisis: fair trade, sustainable livelihoods and ecosystems in Mexico and Central America*. MIT Press: Cambridge, MA

Barsimantov, J. 2009. What makes community forestry work? A comparative case study in Michoacan and Oaxaca, Mexico. Doctoral dissertation. University of California, Santa Cruz, Department of Environmental Studies.

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*, N° 84, Texto completo en <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2007/mebb-marg.htm>

Bevan, B. 1987. *Los chinantecos y su habitat*. Serie Antropología Social, núm. 75, Instituto Nacional Indigenista, México. 231 pp.

Bocco, G., M. Mendoza y O. Maserá 2001, "La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 44, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp.18-38.

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.

Boucher, D., P. Elias, K. Lininger, C. May-Tobin, S. Roquemore y E. Saxon. 2011. *The Root of the Problem. What's Driving Tropical Deforestation Today?* Tropical Forest and Climate Initiative Initiative/Union of Concerned Scientists. Cambridge, MA

Brandon, K., L.J. Gorenflo, A.S.L. Rodrigues y R.W. Waller. 2005. Reconciling biodiversity conservation, people, protected areas, and agricultural suitability in Mexico. *World Development* 33:1403-1418.

Bray D., L. Merino-Pérez y D. Barry (Eds.) 2005. *The Community Forests of Mexico*. University of Texas Press, Texas. (ISBN 0-292-70637-5)

Bray D., E. Durán, S. Anta, G. J. Martin y F. Mondragón. 2008. A new conservation and development frontier: community protected areas in Oaxaca, Mexico. *Current Conservation* 2:7-9.

Bray, D. E. Duran y O.A. Molina. Sometido. Multi-scale governance and indigenous/community conserved areas in Oaxaca, Mexico. *International Journal of the Commons*.

Chowdhury, Roy R. 2006. Landscape change in the Calakmul Biosphere Reserve, Mexico: Modeling the driving forces of smallholder deforestation in land parcels. *Applied Geography* 26: 129–152.

Chuvieco, E. 2002. *Teledetección Ambiental: La Observación de la Tierra Desde el Espacio*. Editorial Ariel, Barcelona.

CONAFOR [\(\[http://148.223.105.188:2222/gif/snif\\\_portal/index.php?option=com\\\_content&task=view&id=2&Itemid=3#4\\\_1\]\(http://148.223.105.188:2222/gif/snif\_portal/index.php?option=com\_content&task=view&id=2&Itemid=3#4\_1\);](http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=2&Itemid=3#4_1) fecha de consulta: 14 de Octubre de 2011)

CONAFOR-SEMARNAT. 2010. *Visión de México ante REDD+*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Mexico. City.

De Teresa, A.P. 2011, *QUIA-NA, La selva Chinanteca y sus pobladores*. Juan Pablos Editor. México, D.F.

Durán, E., J.F. Mas y A. Velázquez. 2005. Land Use/Cover Change in Community-Based Forest Management Regions and Protected Areas in Mexico. Pp. 215-238, En: D.B. Bray, L. Merino-Pérez y D. Barry (Eds.). *The Community Forests of Mexico*. University of Texas Press, Texas. (ISBN 0-292-70637-5)

Durán E., F. Gopar, A. Velázquez, F. López, A. Larrazabal y C. Medina, 2007, “Análisis de Cambio en las Coberturas de Vegetación y Usos del Suelo en Oaxaca”, II Simposio de Biodiversidad de Oaxaca, CIIDIR-Oaxaca, IPN, Oaxaca, México.

Durán, E., D.B. Bray, A. Velázquez y A. Larrazabal, 2010, Multi-Scale Forest Governance, Deforestation, and Violence in Two Regions of Guerrero, Mexico. *World Development*

Durand, L. y E. Lazos 2004, "Colonization and tropical deforestation in the Sierra Santa Marta, Southern Mexico", *Environmental Conservation*, v. 31, n. 1, pp. 11-21.

FAO, 1996, *Forest Resources Assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes*. Number 130, Rome, Italy.

FAO, 2010, *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010, informe principal*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.

Hair, J.F., R.E. Anderson, R.L. Tatham y W.C. Black. 1999. *Análisis Multivariante*. 5a. Ed., COPIBOOK. España.

Hernández-Díaz, J., 2006, *Grupos Indígenas en Oaxaca. Situación Sociodemográfica*, México: Plaza y Valdés, UABJO, Instituto Nacional de Estadística,

Hernández-Díaz, J., coordinador 2007, *Ciudadanías diferenciadas en un estado multicultural: los usos y costumbres en Oaxaca, México*, Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Sociales/ Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca/Siglo XXI Editores.

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*, Louvain-la-Neuve (Belgium): LUCC International Project Office, LUCC Report Series no. 4.

Gómez-Mendoza, L., E. Vega-Pena, M.I. Ramírez, J.L. Palacio-Prieto, L. Galicia (2006), "Projecting land-use change processes in the Sierra Norte of Oaxaca, Mexico", *Applied Geography*, num. 26.

Figel, J., Durán, E., D.B Bray. 2011. *Jaguar Conservation in a Community-Dominated Landscape in Montane Forests in Oaxaca, Mexico*. *Oryx-The International Journal of Conservation* 1-7.

INEGI. *Cartas topográficas* (1980; E14D17, E14D18, E14D28)

INEGI ([http://148.223.105.188:2222/gif/snif\\_portal/index.php?option=com\\_content&task=view&id=2&Itemid=3#4\\_1](http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=2&Itemid=3#4_1); fecha de consulta: 11 de octubre de 2010)

Ley Agraria 1992 (vigente; con última modificación del 17 de abril de 2008).

López-Granados, E.M., G. Bocco y M. E. Mendoza-Cantú, 2001, "Predicción del cambio de cobertura y uso del suelo en el caso de la ciudad de Morelia", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 45, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 56-76

Martin, G., C. del Campo, C.I. Camacho, G. Espinoza, y X. Zolueta, 2010, "Negotiating the Web of Law and Policy: Community Designation of Indigenous and Community

Conserved Areas in Mexico.” Special Issue on Conservation Pluralism: Towards Diversity in Law, Policy, and Practice, *Policy Matters* 17, forthcoming.

Martínez L. J., 2003, Comunalidad y desarrollo, CONACULTA, Dirección de Culturas Populares e Indígenas, Centro de Apoyo al Movimiento Popular Oaxaqueño A.C., México.

Mathews, A. S. 2006. Building the town in the country: urban understandings of fire, logging and biodiversity in Mexico, 1926-2004. *Social Anthropology*, 14:335–359.

Molina G., O.A., En preparación. 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

Ortega del Valle, D. et al. 2010. *Áreas de Conservación Certificadas en el estado de Oaxaca*. WWF, CONANP – SEMARNAT. Oaxaca, México.

Porter-Bolland, L., E. A. Ellis, M. R. Guariguata, I. Ruiz-Mallén, S. Negrete-Yankelevich, V. Reyes-García, 2011. Community managed forests and forest protected areas: An assessment of their conservation effectiveness across the tropics. *Forest Ecology and Management*.

Robson, J.P. & F. Berkes. 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

Rudel, T.K., (2005), *Tropical forests, Regional paths of destruction and regeneration in the late twentieth century*, Columbia University press, New York.

Rudel, T.K., De Fries, R., Asner, G.P. and Laurance, W.F. 2009. Changing Drivers of Deforestation and New Opportunities for Conservation. *Conservation Biology* 23: 1396–1405.

Sesia, P. (2005), "Nutrición Y Género En La Región Cafetalera De La Chinantla, Oaxaca" , *Transformaciones Del Campo Mexicano. Una Mirada Desde Los Estudios De Género* ,Editorial Praxis/Amer/Conacyt/Gob. Edo. Zacatecas, Español, Pag.42

Trejo, I. 2004. Clima. En: Garcia-Mendoza, A., M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza. Mexico D.F.

Velázquez, A., E. Durán, I. Ramírez, J. Mas, G. Ramírez, G. Bocco y J. L. Palacio (2003), “Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, Mexico”, *Global Environmental Change* 13:175-184.

Tabla 1. Comparación ambiental, social y productiva entre comunidades (1 = San Antonio Analco, 2 = Santiago Tlatepusco, 3 = San Pedro Tlatepusco, 4 = San Antonio del Barrio, 5 = Santa Cruz Tepetotutla, 6 = San Juan Zapotitlán, 7 = San José el Retumbadero, 8 = San Pedro Sochiapam, 9 = San Juan Zautla , 10 = Santiago Quetzalapa, 11= San Juan Bautista Tlacoatzintepec).

	COMUNIDAD										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Superficie <sup>1</sup>	2,677.14	5,945.60	6,289.68	2,310.82	12,372.80	4950.72*	1,886.00	2,796.00	1,862.18	3,092.14	4495.86*
Tamaño de la población <sup>2</sup>	305	567	211	165	429	1068	162	1843	1239	507	1103
Propiedad <sup>1</sup>	Comunal	Comunal	Comunal	Comunal	Comunal	Comunal	Ejidal	Comunal	Comunal	Comunal	Comunal
Organización social	Ley Agraria y tradiciones										
Grupo indígena <sup>3</sup>	Chinanteco										
Clima <sup>4</sup>	Cálido-húmedo con lluvias en verano										
Vegetación <sup>4</sup>	SAP y BM										
Maíz	si										
Café	si										
Ganado	no	no	no	no	no	si	si	si	si	si	si

<sup>1</sup> Datos del Registro Agrario Nacional excepto \*, <sup>2</sup> Censo INEGI 2010, <sup>3</sup> Bevan, <sup>4</sup> Cartas Temáticas INEGI,

Tabla 2. Descripción de las categorías de cobertura arbolada y condición no-arbolada. Las coberturas de vegetación nativa se ajustaron conforme la leyenda de INEGI para las cartas de Uso de suelo y vegetación, y en ambos casos, cuando es posible se especificaron sub categorías locales (relacionadas con vegetación y usos antrópicos).

<b>Categoría del mapa</b>	Coberturas de vegetación nativa*	<b>Usos del suelo o coberturas no-arboladas relacionada con actividad antrópica</b>
Cobertura arbolada	Bosque de Encinos ( <i>Templados</i> ), incluye vegetación secundaria con prevalencia de cobertura arbolada Bosque de Encinos ( <i>Tropicales</i> ), incluye vegetación secundaria con prevalencia de cobertura arbolada Bosques Mesófilos de Montaña, incluye vegetación secundaria con prevalencia de cobertura arbolada Selva Alta Perennifolia, incluye vegetación secundaria con prevalencia de cobertura arbolada Bosque de Pino, incluye vegetación secundaria con prevalencia de cobertura arbolada	Agricultura de temporal con cultivos permanentes (Cafetales de sombra) Vegetación secundaria derivada de bosques y selvas (con prevalencia árboles)
Condición no-arbolada	Área sin vegetación aparente Pastizal natural	Asentamientos humanos Cauces de agua Caminos de acceso Vegetación secundaria derivada de bosques y selvas (con prevalencia de herbáceas o arbustos) Vegetación secundaria derivada de bosques y selvas (con prevalencia helecho invasivo “copetate”) Agricultura de temporal con cultivos permanentes (Cafetales de sombra) Agricultura de temporal con cultivos anuales (maíz) Agricultura de temporal con cultivos semipermanentes (caña) Pastizal inducido

\* Según categorías de INEGI

Tabla 3. Superficie en cada comunidad en tres fechas (1990, 2000 y 2010), así como la estimación de su respectiva tasa de cambio entre 1990-2000 y 2000-2010 (valores positivos en la tasa indican recuperación y valores negativos indican pérdida de cobertura arbolada). Las comunidades fueron agrupadas como “con ACPC” y “sin ACPC”, y a cada grupo se le estimo un promedio de su cobertura arbolada por fecha y de su respectiva tasa de cambio.

	Comunidad	Cobertura arbolada 1990 (%)	Cobertura arbolada 2000(%)	Cobertura arbolada 2010(%)	Tasa de cambio 1990-2000	Tasa de cambio 2000-2010
“Con ACPC”	1	87.82	89.38	93.44	0.17	0.44
	2	90.67	95.86	95.55	0.55	-0.03
	3	97.08	97.78	97.56	0.07	-0.02
	4	96.38	95.98	98.63	-0.04	0.27
	5	95.81	97.36	98.73	0.16	0.14
	<b>PROMEDIO</b>	<b>93.55</b>	<b>95.27</b>	<b>96.78</b>	<b>0.18</b>	<b>0.16</b>
“Sin ACPC”	6	88.65	82.86	90.19	-0.67	0.85
	7	88.82	83.83	89.39	-0.57	0.64
	8	74.61	69.2	74.56	-0.74	0.74
	9	71.82	57.48	65.84	-2.2	1.36
	10	92.45	89.36	92.22	-0.33	0.31
	11	80.22	88.74	75.09	1.01	-1.65
<b>PROMEDIO</b>	<b>82.76</b>	<b>78.57</b>	<b>81.21</b>	<b>-0.58</b>	<b>0.37</b>	



## Figuras

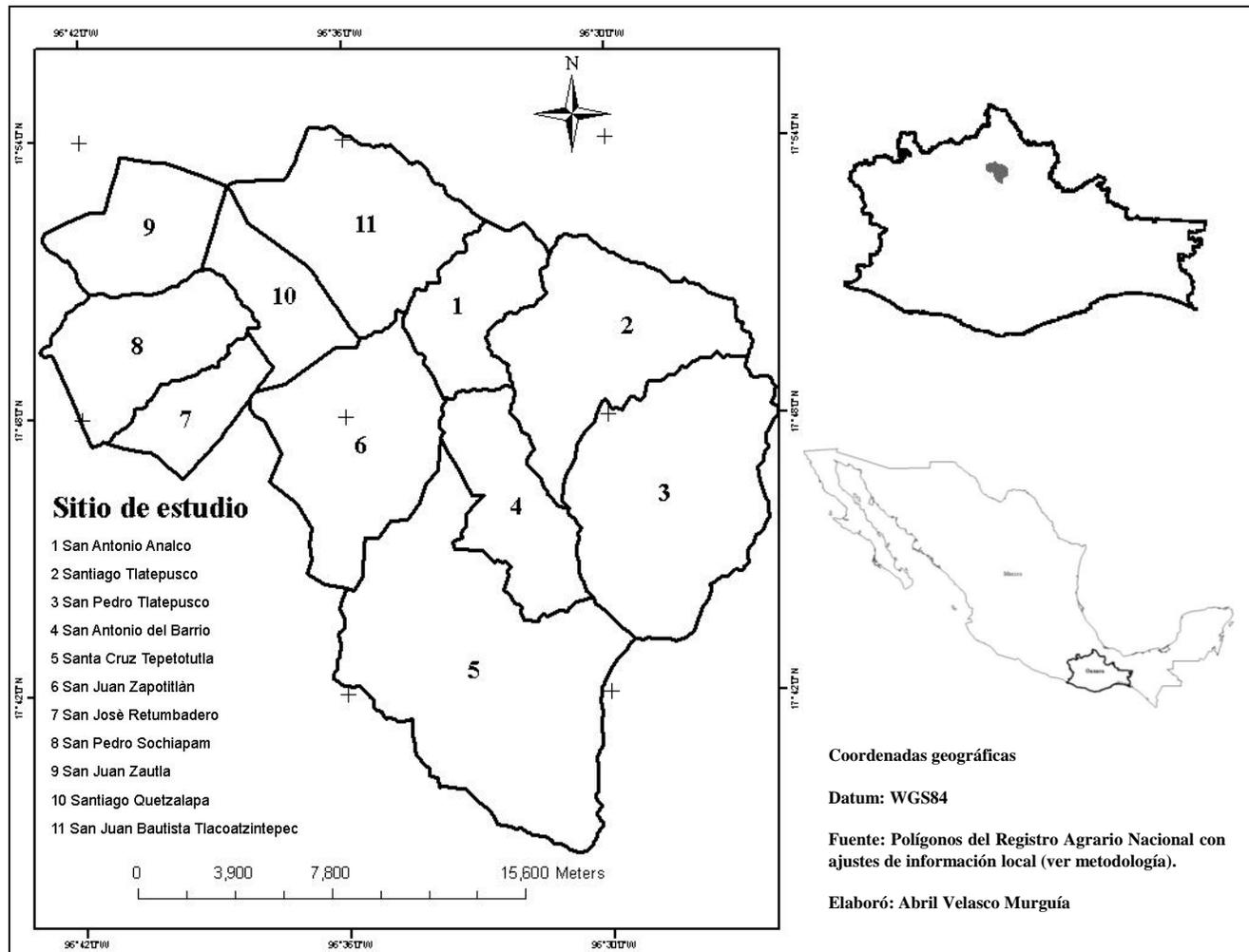


Figura 1. Macrolocalización del sitio de estudio y ubicación de las comunidades estudiadas. Las comunidades 1, 2, 3, 4 y 5 se ubican en el municipio de San Felipe Usila (Distrito de Tuxtepec). Las comunidades 6, 7, 8, 9 y 10 pertenecen al municipio de San Pedro Sochiapam y la comunidad 11 es cabecera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

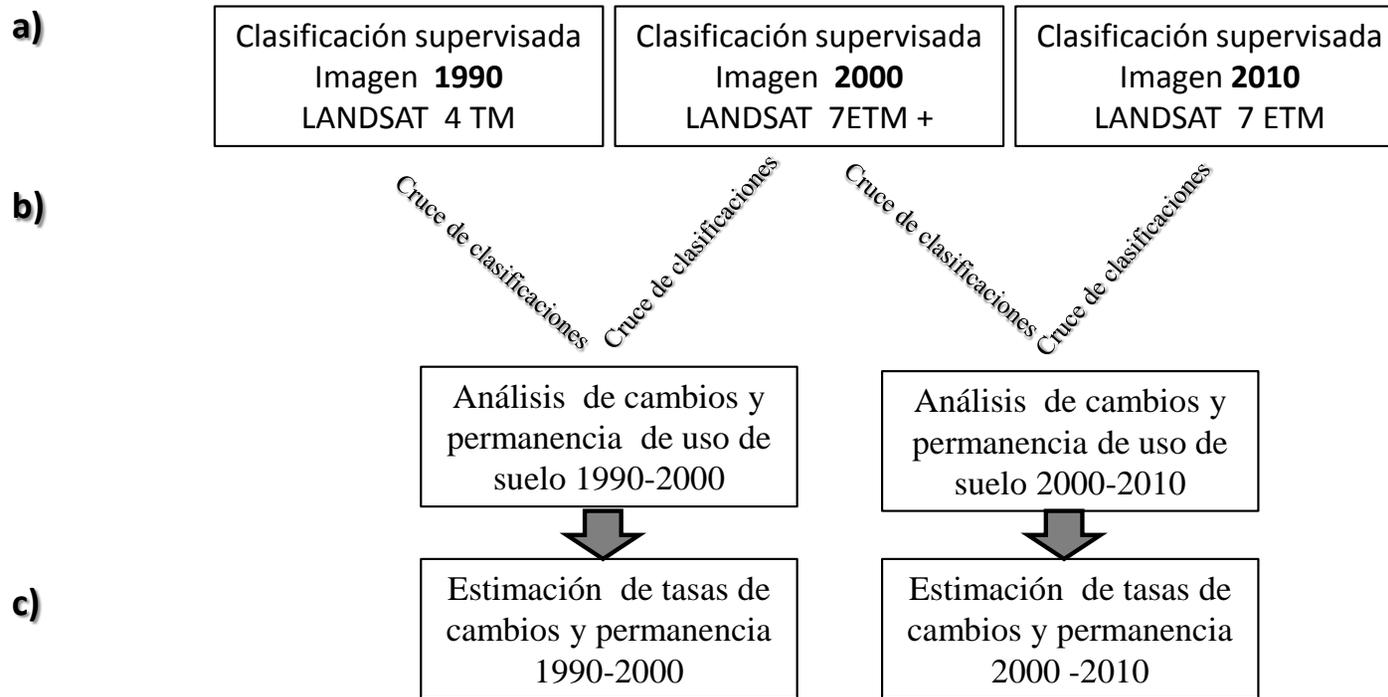


Figura 2. Esquema metodológico seguido para el análisis de la dinámica de cambios en la cobertura arbolada el conjunto de comunidades chinantecas de estudio al norte del estado de Oaxaca. a) Figura de la clasificación supervisada de imágenes de imágenes de satélite LandSat para tres fechas (1990, 2000, 2010), cobertura arbolada (color negro) y condición no-arbolada (color gris). b) Cruce de mapas de coberturas arboladas en dos décadas (1990-2000 y 2000-2010), para obtener figuras de cambios y permanencia para cada década (Figura 3). c) Estimación de tasas de cambio (Tabla 3).

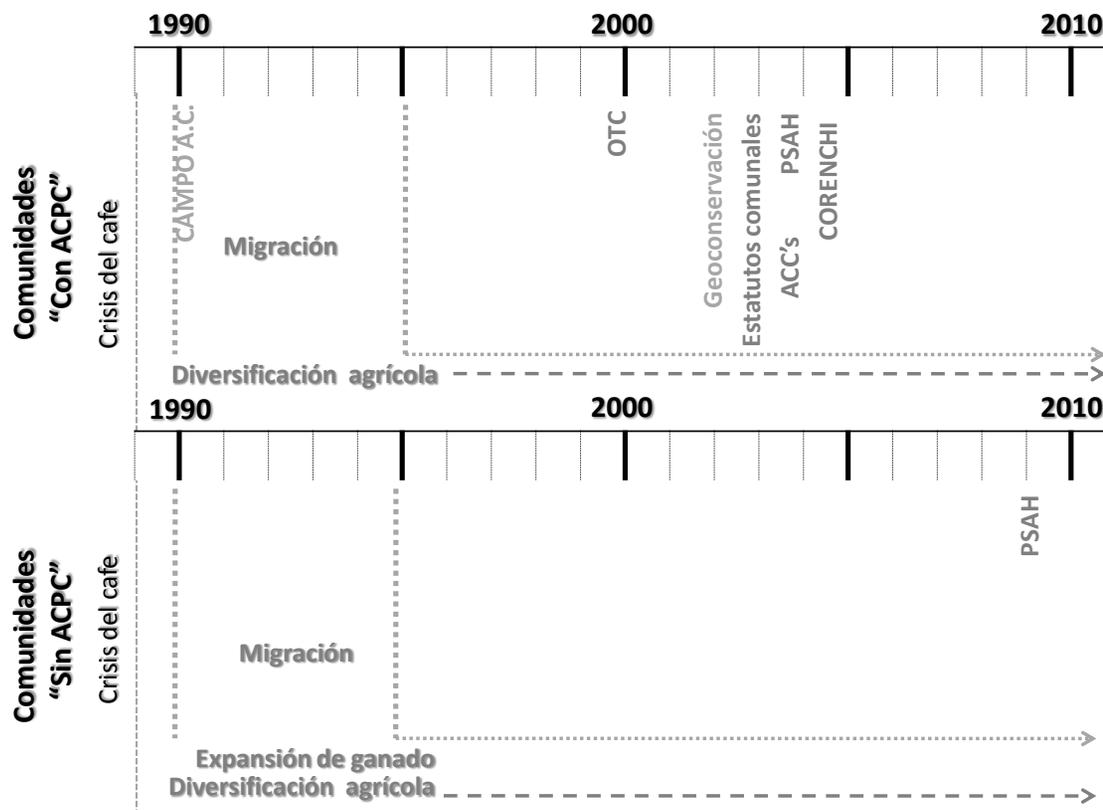


Figura 3. Línea de tiempo con eventos productivos, sociales y organizativos con relevancia para la permanencia o cambio en la cobertura arbolada, ocurridos durante dos décadas en las comunidades de estudio (1990 a 2010). Éstas se agruparon previamente como comunidades con acción colectiva para la conservación (ACPC) y comunidades sin acción colectiva para la conservación.

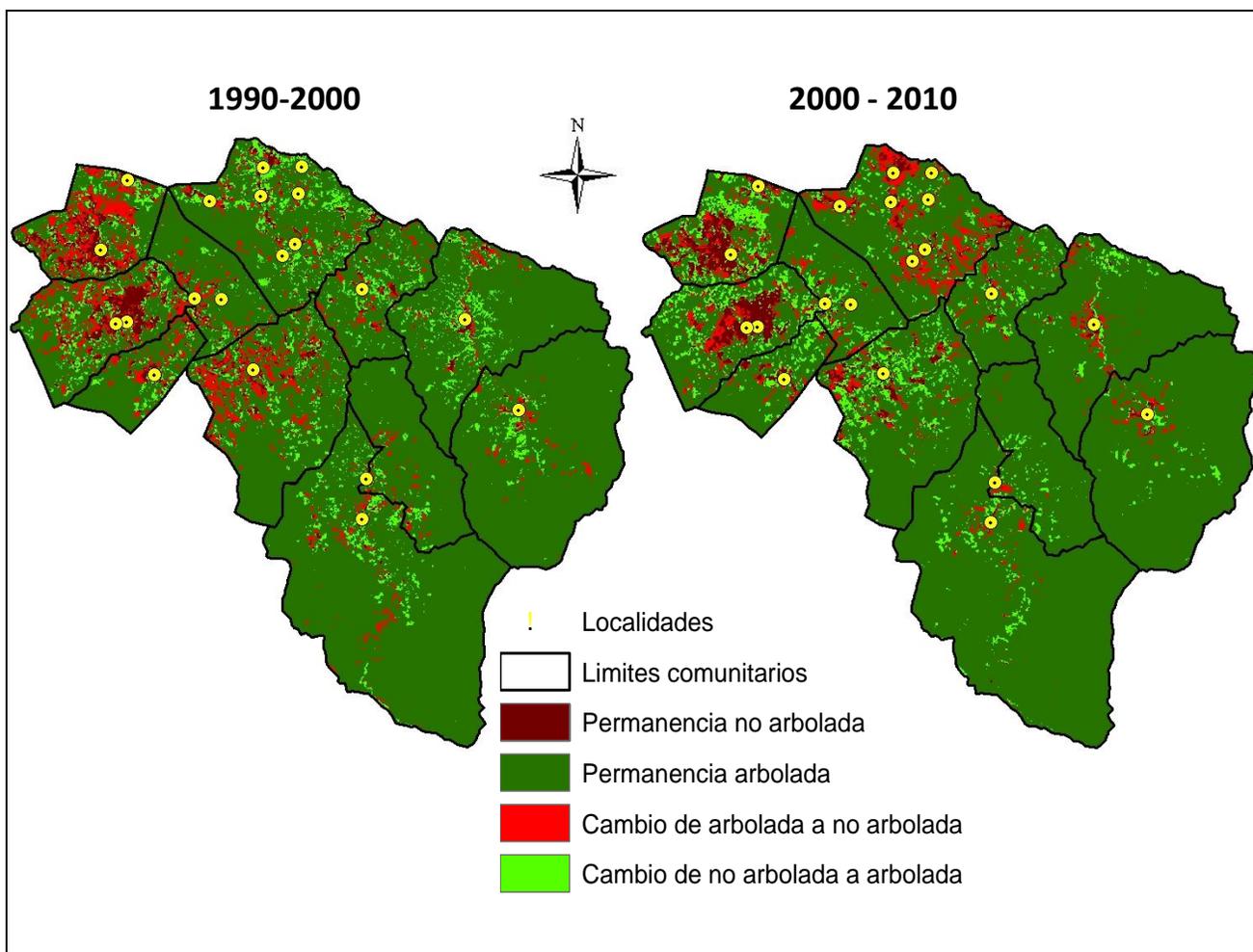


Figura 4. Cambios 1990-2000 y 2000-2010

## CAPITULO III

### **DINAMICA DE LA COBERTURA ARBOLADA Y LA ACCION COLECTIVA PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE EN ONCE COMUNIDADES DEL NORTE DE OAXACA, MEXICO**

#### **RESUMEN**

Gran parte de los bosques de México están legalmente en tierras de propiedad común (*núcleos agrarios*), donde los dueños toman decisiones sobre el uso del suelo y el recurso bosque. En Oaxaca existen numerosos casos de núcleos agrarios involucrados activamente en la conservación y el uso sustentable de los bosques. Sin embargo, pese a su importancia son escasos los análisis de deforestación (patrones y causas) a nivel local. En este estudio, se analizaron 11 comunidades contiguas ubicadas en el extremo noroeste de la región de la Chinantla, donde en una imagen de satélite google earth revisada en 2009, se evidenciaban claros contrastes en la cobertura, y donde se sabía de contrastes en la acción colectiva para la conservación desde el año 2000. Cinco comunidades tuvieron acción colectiva para la conservación (con ACPC) y las otras seis no (sin ACPC). Con una aproximación cartográfica, a partir del análisis de imágenes de satélite Landsat, y las categorías generales de cobertura arbolada y condición no arbolada, se documentaron los procesos de cambio entre 2000-2010. Se encontraron tendencias en ambos grupos de comunidades a incrementar su superficie con cobertura arbolada de 2000 a 2010. Aunque parece que las comunidades sin ACPC recuperan más cobertura, no hubo significancia estadística; es decir, hay mucha variabilidad entre los casos analizados. Las iniciativas acción colectiva sugieren que en las comunidades con ACPC la recuperación de cobertura fue promovida entre la población y con participación activa, y acompañamiento de actores externos (asesoría y PSAH). En contraste, las comunidades sin ACPC que parecen estar desatendidas por actores externos de la sociedad civil y por las dependencias del gobierno, la recuperación podría ser un proceso pasivo más que intencional. Estudios a esta escala para propósitos de entender mejor el estado de bosque con alto valor para la conservación, exhiben la importancia de los programas gubernamentales y la acción de agentes externos,

en orientar y apoyar a las comunidades en el manejo de sus territorios, lo cual puede influir en mantener mayor superficie arbolada en ellos.

*Palabras clave:* deforestación tropical, programas de gobierno, recuperación de cobertura arbolada.

## **Introducción**

El panorama mundial del estado de los bosques (FAO, 2009) muestra que la deforestación sigue vigente en los bosques tropicales. Estos representan muchos valores para el bienestar de los seres humanos (consumo, uso y servicios ambientales) y recientemente han sido nuevamente posicionados como estratégicos para resolver problemas ambientales como el cambio climático. Por lo anterior, la pérdida o degradación donde sea que ésta ocurra y a la escala que suceda es preocupante, pero sobre todo si se trata de bosques de alto valor para la conservación como lo son los bosques tropicales. Gran parte de los estudios sobre los procesos de cambio se centran en reconocer el ritmo de pérdida de bosque (tasas de deforestación) y su representación espacial, pero menos énfasis se ha puesto a reconocer las causas de los cambios ocurridos (Turner *et al.* 2004; Pineda *et al.* 2006) y su análisis más integral como “eventos ecológicos” (*sensu* Rudel, 2005).

Un problema recurrente al analizar la deforestación es la incompatibilidad de la escala a la que se toman decisiones que inducen deforestación y la escala con la que se evalúa el fenómeno. Los bosques comunitarios de México (*sensu* Bray *et al.* 2005: comunidades y ejidos que tienen bosques en sus territorios), son el nivel más bajo de toma de decisiones colectivo en cuanto al manejo del bosque y los usos del suelo y son las Asambleas Comunitarias los espacios de discusión donde colectivamente se decide la dinámica que ocurrirá en un territorio (Bray *et al.* Sometido).

Esto hace evidente la importancia de analizar la dinámica de los bosques a la escala local. Sin embargo, abordar la escala local implica retos, no sólo para estudiar los cambios o permanencias, sino para explicarlos (Geist y Lambin 2001). En el ejercicio de entender la dinámica en un sitio, sería necesario realizar una sobre simplificación de las relaciones causa-efecto mediante un meta-análisis (*sensu* Rudel, 2005), así como una valoración más integral de causas directas y subyacentes (Geist y Lambin 2001, Rudel *et al.* 2009). Las iniciativas globales para darle solución a la pérdida de bosque deben enfocarse a escalas locales, donde un tema clave es la gobernanza sobre el uso, manejo o transformación del recurso forestal (Boucher *et al.* 2011).

En México, oficialmente se reconoce que la deforestación general ha disminuido, pero la problemática continúa en los bosques tropicales, donde se disminuye la superficie y se degradan los ecosistemas. Gran parte de estos bosques pertenecen legalmente a gente local en la modalidad de comunidades y ejidos (Ley Agraria), por tanto la gente que vive en ellos tiene un papel crucial en las decisiones de uso y manejo del bosque.

Se ha planteado que las características de la dinámica del bosque varían dependiendo de las condiciones ambientales de un sitio, pero sobre todo con base en las condiciones socioeconómicas, productivas y la manera en que el manejo local responde a las incertidumbres de factores externos (Geist y Lambin 2001). Así, aunque las causas subyacentes de la deforestación a nivel de comunidades suelen relacionarse con aspectos económicos de nivel regional, nacional o global, como fue el caso del colapso del precio internacional del café a mediados de los 90's, es importante reconocer qué ha pasado a escalas locales después de esos eventos y cómo se reflejan en la cobertura arbolada a otras escalas. De manera directa, los dueños de los bosques hacen cambio de uso de suelo hacia

actividades productivas de las que esperan generar mejores ingresos. Así, el mercado nacional de la carne y distintas políticas de desarrollo rural han fomentado la ganadería en los trópicos y, con ello, la pérdida de bosques tropicales en numerosas tierras comunales de México (Mendoza y Dirzo 1999, Durand & Lazos, 2004).

El gobierno mexicano, en afán de frenar deforestación y conservar biodiversidad ha formulado programas como el pago por servicios ambientales (PSA), y también ha realizado ajustes legales para reconocer las iniciativas locales de conservación (Robson 2009; Martín *et al.* 2010; Ortega del Valle *et al.* 2010). Estos programas han alcanzado a comunidades de zonas rurales de los Estados con mayor vocación forestal y mayor biodiversidad del país, como Oaxaca. Sin embargo, no son una generalidad en las tierras comunales, de manera que las comunidades que no los tienen suelen estar desatendidas y con mayor “libertad” para encauzar las decisiones sobre sus recursos.

Este estudio analiza once comunidades Chinantecas, cuyos territorios son contiguos y ambientalmente (clima, vegetación original y relieve) e históricamente (cultivo del café) comparables, pero que contrastan en cuanto a su acción colectiva para la conservación y el manejo y uso de suelo. Las comunidades que tienen organización interna desde hace más de una década y una mejor relación con las instituciones y otros actores externos, aparentemente han permitido una mejor gestión de sus recursos en pro de su conservación (Bray *et al.* 2008, Martín *et al.* 2010, Molina en prep.); en contraste, otro grupo de comunidades no presentó estas condiciones, lo cual se reflejó en el estado de sus bosques. En un estudio piloto previo, a través de la revisión de una imagen proporcionada por Google earth en el 2009, se evidenciaron claros contrastes en la cobertura de las comunidades con acción colectiva para la conservación y las comunidades vecinas donde

no existían dichas iniciativas. Con éste antecedente, se decidió explorar si existía relación entre la dinámica de la cobertura arbolada y la acción colectiva e iniciativas de conservación del bosque. A fin de valorar la importancia de las políticas públicas y actores externos que inciden localmente, pero cuyas acciones, o la falta de estas, se pueden reflejar en la cobertura arbolada y sumarse a un patrón regional de deforestación, recuperación o permanencia del bosque o condición no arbolada.

## **METODOS**

### *Área de estudio*

El estudio se desarrolló en once comunidades indígenas chinantecas ubicadas de manera contigua, al norte del estado de Oaxaca (Figura 1); una de ellas fue San Juan Bautista Tlacoatzintepec (denominado en adelante como *Tlacoatzintepec*), perteneciente al municipio del mismo nombre, otras cinco pertenecieron al municipio de San Pedro Sochiapam (San Pedro Sochiapam (*Sochiapam*), San José Retumbadero (*Retumbadero*), San Juan Zapotitlán (*Zapotitlán*), San Juan Zautla (*Zautla*), y Santiago Quetzalapa (*Quetzalapa*). Mientras que San Antonio Analco (*Analco*), San Antonio del Barrio (*El Barrio*), San Pedro Tlapepusco (*San Pedro*), Santiago Tlapepusco (*Santiago*) y Santa Cruz Tepetotutla (*Santa. Cruz*) pertenecen al municipio de San Felipe Usila. Los municipios en donde se ubican estas comunidades son catalogados como de extrema (Sochiapam) y alta marginación (Tlacoatzintepec y Usila; Berumen 2007).

Con base en datos del censo 2010 del INEGI y la superficie de sus polígonos, se estimó que la densidad de población en las comunidades de estudio es de menos de un habitante por hectárea. En todas ellas, más del 95% de habitantes son hablantes de la lengua nativa, el

Chinanteco (Hernández-Díaz, 2007). La actividad principal es la agricultura (el cultivo de la milpa y café) y la ganadería a pequeña escala.

El área de estudio presenta un rango de elevación que va de los 200 hasta 3000 msnm. La topografía es accidentada, prevalecen laderas con inclinación moderada a fuerte. El clima es cálido-húmedo con lluvias en verano y la vegetación natural según INEGI (1980) es de bosques mesófilos de montaña y selvas altas perennifolias y de acuerdo a los datos de campo existen también otras coberturas. Pese a su escaso valor para producción de madera para fines comerciales, estos bosques son considerados de alto valor ecológico para la provisión de servicios ambientales y para la conservación de la biodiversidad (CONANP 2005).

Tradicionalmente, y hasta ahora, la principal ocupación de la población adulta son las actividades del campo, donde se cultiva la milpa para fines de subsistencia. Durante la década de los 80's y parte de los 90's del siglo pasado, todas las comunidades basaron su economía en la producción de café, por lo que la desaparición del Instituto Mexicano del Café (INMECAFE) y la inestabilidad del precio internacional del café les indujo una crisis en su economía y en sus modos de producción. Ante esta situación, las comunidades experimentaron ajustes, algunos optaron por organizarse como productores para mejorar los precios (Bray *et al.* sometido), otra opción fue la migración al exterior de la región chinanteca y la redistribución de la población dentro de la misma (Robson, 2009, de Teresa 2011), otra fue la ganadería extensiva, y también, en algunas comunidades, se ha intentado la diversificación de los sistemas productivos y se ha optado por la organización intercomunitaria para intentar generar beneficios de sus bosques (Bray *et al.* 2008, Martin *et al.* 2010, Rodríguez 2011, Molina en prep.). De las once comunidades analizadas, cinco

de ellas se han organizado formalmente en el Comité de Recursos Naturales de la Chinantla Alta (CORENCHI A.C.) desde 2006, sin embargo, ya habían emprendido la discusión sobre el tema y la firma de un acuerdo regional de conservación del bosque desde años atrás (Molina en prep.). Estas comunidades han sido apoyadas por programas de gobierno y actores externos desde hace más de una década; mientras que las demás comunidades a pesar de ser vecinos, no han desarrollado éste tipo de iniciativas y tampoco han sido atendidas por los programas de gobierno, o agentes externos, relacionados con la conservación y el manejo del bosque, excepto *Sochiapam*, que recibe Pago por Servicios Hidrológicos desde 2007 (Tabla 1). Debido a que la organización intercomunitaria, y las decisiones de participar en los programas, así como otras iniciativas de gobernanza interna han tenido como propósito conservar el bosque y los medios de vida locales, y dado que implican una continua discusión y organización interna, es que esto se ha denominado acción colectiva (*sensu* Ostrom 1990; “grupo de individuos actuando a favor de un interés común”). Por lo anterior, las cinco comunidades organizadas se agruparon en aquellas con acción colectiva para la conservación del bosque (c/ACPC), y las demás se han designado como comunidades sin acción colectiva para la conservación del bosque (s/ACPC).

#### *Dinámica de la cobertura arbolada*

Se estimaron tasas de cambio en la cobertura arbolada de 11 comunidades para el periodo 2000-2010, a partir de la clasificación supervisada de imágenes de satélite LandSat 7 ETM+ de los años 2000 y 2010, que se realizó en un sistema de información geográfica con el programa PCI versión 7. En las imágenes se reconocieron sistemáticamente dos categorías: 1) Cobertura arbolada, que incluyó bosques tropicales y templados, sistemas

agroforestales como los cultivos de café, plátano, cacao y cítricos, y sitios en regeneración o en descanso relacionados con la agricultura de temporal, donde prevalecen árboles, y que son denominados localmente como “acahuales”, lo cual conforme la definición de FAO se considera cobertura de bosque (“*bosque: área con una cubierta arbolada en mínimamente 10% en una superficie superior a 0.5 ha*”; 2011). 2) Condición no-arbolada, que incluyó: milpas, pastizales, asentamientos humanos, cuerpos de agua y áreas sin vegetación aparente. Se generaron mapas de cobertura arbolada y condición no-arbolada para ambas fechas (figura 3). Con base en la superficie de cobertura arbolada derivada de los mapas de cada fecha y a nivel de los polígonos de cada comunidad, se calculó la tasa anual de cambio usando la fórmula de FAO (1996):

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

Dónde:  $r$  es la tasa anual de cambios,  $S_1$  es la superficie de cobertura arbolada para el tiempo 1 ( $t_1$ ),  $S_2$  es la superficie arbolada en el tiempo 2 ( $t_2$ ), y  $n$  es la diferencia en años entre  $t_1$  y  $t_2$ . Los valores positivos indicaron recuperación y valores negativos se relacionan con pérdida de cobertura arbolada, la cual para fines de éste trabajo y conforme el concepto de bosque adoptado, se denominará como deforestación. La comparación entre superficie en una fecha y otra, dentro de cada grupo de comunidades fue analizado con una prueba de Wilcoxon y de la misma manera se analizaron estadísticamente las diferencias entre las tasas de cambios entre los dos grupos de comunidades (Hair *et al.* 1999).

*Datos sociales y de acción colectiva para la conservación del bosque, manejo y uso de suelo.*

La información social, de las actividades productivas e indicadores de acción colectiva para la conservación del bosque para las 11 comunidades de estudio, se recopiló mediante: 1) revisión documental (publicaciones y literatura gris), 2) búsqueda de datos oficiales en dependencias de gobierno (PA, CDI, INEGI, CONANP, CONAFOR) y 3) entrevistas informales a actores clave como líderes locales y autoridades de seis comunidades (Bernard, 2002). Asimismo, se hicieron entrevistas con asesores técnicos y promotores de programas de gobierno relacionados con conservación y manejo del bosque, y aspectos productivos y usos del suelo, que operan en la zona de estudio. Se visitaron siete de las 11 comunidades, y en cinco de ellas (las que pertenecen a CORENCHI) se tuvo acceso a sus asambleas, actas de asambleas, estatutos comunales y ordenamientos territoriales comunitarios. También se consultó el acervo de información del asesor técnico de las cinco comunidades pertenecientes al CORENCHI (Geoconservación A.C.).

Las distintas fuentes consultadas permitieron corroborar y complementar la información sobre aspectos sociales y actividades productivas y de conservación del bosque (Tabla 1). Se puso especial énfasis en las iniciativas comunitarias “formales” (compromisos legales con dependencias de gobierno) tales como los acuerdos para pago por servicios hidrológicos (CONAFOR), la certificación de áreas voluntarias de conservación (AVCs; CONANP), y la constitución de CORENCHI como una Asociación Civil. Así como en acuerdos de asambleas sobre iniciativas que tienen implicaciones en la permanencia o cambio de la cobertura arbolada como el ordenamiento territorial comunitario y cláusulas de conservación en los estatutos comunales. Se calculó la densidad poblacional con base en datos de población total por localidad (INEGI, 2010) y superficie total de la comunidad (RAN, 2011). Finalmente, se estimó el número de vacas por comunidad (se reporta como

ganadería), en las comunidades sin ACPC se consultó el censo agropecuario 2007 (INEGI) y para las comunidades con ACPC se consultaron notas de investigadores involucrados en ésta tesis, tomadas entre 2006-2010 en las comunidades. El número de vacas es fluctuante por naturaleza y reconocemos que este dato subestima el pastoreo, ya que en las comunidades también hay mulas, burros y borregos, sin embargo la confiabilidad de este tipo de datos es baja.

Se analizó la relación de dos variables dependientes como son la tasa de cambio y la cobertura arbolada en 2010, contra un grupo de variables independientes que incluyeron: características de las comunidades, acción colectiva y productividad (Tabla 1). Inicialmente, se generó una matriz de 11 casos (comunidades) por 12 columnas (variables independientes: tasa de cambio, superficie total de la comunidad, superficie de cobertura arbolada 2000 y 2010, años con ordenamiento territorial comunitario, años y superficie de área de conservación comunitaria, años y superficie con pago por servicios ambientales hidrológicos, estimado de ganadería, densidad poblacional y organización intercomunitaria). Por la discrepancia en el orden de las unidades de las variables, aquellas con valores por encima de la unidad se estandarizaron y, para evitar problemas de autocorrelación espacial, se efectuó un análisis de componentes principales (ACP; Hair *et al.* 1999), y un análisis de correlación no paramétrico (Kendall-tau). Para estos análisis se uso el programa SPSS versión 17. A partir del valor de los autovectores, se identificaron las variables con mayor contribución en los primeros tres componentes principales, en caso de estar correlacionadas entre sí, se seleccionó el grupo de variables que aportaran mayor contribución a definir los componentes principales, se trató de reducir la matriz a variables que no tuvieran correlación significativa entre sí. De esta manera, se la matriz se redujo a

11 casos y seis variables independientes. Con ésta matriz, se realizó nuevamente un ACP, y a partir de la gráfica de los casos y las variables en los dos primeros ejes de ordenación, se reconoció la cercanía entre las comunidades y las variables que mejor describe ese patrón (Figura 5).

Por otra parte, se analizó la relación estadística entre la tasa de cambio (Tabla 2) de cada comunidad (variable dependiente) y variables independientes no correlacionadas, para lo cual se hizo un análisis de regresión lineal múltiple (Hair *et al.* 1999). Este análisis se repitió usando la superficie de cobertura arbolada en 2010 como variable dependiente (Tabla 3).

## **RESULTADOS**

### *Dinámica de la cobertura arbolada*

Los mapas de la cobertura arbolada en los dos grupos de comunidades (con ACPC y sin ACPC) durante 2000-2010, exhibieron contrastes en la superficie de la cobertura arbolada en ambas fechas, habiendo mayor cobertura arbolada en las comunidades con ACPC. En general, se presentó una tendencia de incremento de la superficie arbolada y, principalmente en las comunidades con ACPC, la deforestación se concentró alrededor de los asentamientos humanos (Figura 3). El grupo de comunidades con ACPC presentó cobertura arbolada en 95.27% ( $\pm 3.40$ ) de su superficie en el año 2000, y ésta paso a ser el 96.78% ( $\pm 2.26$ ) en el año 2010, la prueba de Wilcoxon mostró que el cambio de una fecha a la otra fue significativamente diferente ( $Z=-2.803$ ;  $\alpha=0.005$ ). Por su parte, el grupo de

comunidades sin ACPC presentó cobertura arbolada en el 78.57% ( $\pm 12.63$ ) de su superficie en el año 2000 y ésta paso a ser del 82.22% ( $\pm 10.83$ ) una década después, la prueba de Wilcoxon mostró que el cambio de una fecha a la otra fue significativamente diferente ( $Z = -3.059$ ;  $\alpha = 0.002$ ). En contraste, la cobertura arbolada entre las comunidades con ACPC y sin ACPC en el año 2000 y en el 2010, no fue significativamente diferente.

Las tasas de cambio obtenidas sugieren que en general ha habido una tendencia a ganar superficie con cobertura arbolada en ambos grupos (Figura 4). El promedio de las tasas de cambio 2000-2010 para ambos grupos de comunidades fue positivo (que significa recuperación). En las comunidades con ACPC se estimó una tasa de cambio promedio de  $r = 0.16$  ( $\pm 0.19$ ) y en las comunidades sin ACPC el promedio de la tasa de cambio fue de  $r = 0.38$  ( $\pm 1.04$ ); sin embargo, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos de comunidades. Ocho comunidades tuvieron tasas de cambio positivas (ganaron cobertura arbórea), aunque su magnitud fue variable (con un intervalo entre  $r = 0.14$  y  $r = 1.36$ ), y tres comunidades presentaron una tasa de cambio negativa, es decir, perdieron cobertura arbolada en el período 2000-2010. De estas, dos son parte del grupo de comunidades con ACPC (*Santiago*  $r = -0.03$  y *San Pedro*  $r = -0.02$ ), y una del grupo de comunidades sin ACPC (*Tlacoatzintepec*  $r = -1.65$ ), en todas ha habido deforestación, pero el orden de pérdida de bosque es en gran orden de magnitud mayor en *Tlacoatzintepec*. La tasa de cambio en las coberturas arbóreas es un dato de gran importancia para hacer comparaciones entre sitios, porque indica el sentido y el ritmo al que ocurren procesos de cambio, pero el dato *per se* tiene que interpretarse cuidadosamente y no debe desligarse de su relación con la superficie total que se analiza. Los valores

positivos y más altos en la tasa de cambio registrado en cinco comunidades sin ACPC, sugieren recuperación de bosque, pero no necesariamente significa que el bosque está en mejores condiciones, ya que estas comunidades han tenido menos cobertura arbolada en ambas fechas (2000 y 2010). Por su parte, la tasa de cambio en las comunidades con ACPC sugiere menor recuperación de cobertura y pérdida en dos casos, pero se trata de territorios con una gran proporción de cobertura arbolada (más del 95% de su superficie en promedio) y que se encuentra en un contiguo, lo cual es un patrón que no se reconoce en el otro grupo de comunidades (Figura 3).

*Acción colectiva para la conservación del bosque, el manejo y uso del suelo.*

Durante el periodo analizado (2000-2010), surgieron distintos eventos de acción colectiva enfocados a la conservación del bosque en las comunidades organizadas denominadas con ACPC, y éstas iniciativas se mantienen hasta el presente. Sin embargo, dichas acciones no se expandieron a las comunidades colindantes que aquí denominamos sin ACPC (Tabla 1).

Los principales acontecimientos con impacto potencial en la cobertura del bosque ocurrido en las comunidades con ACPC fueron los siguientes: 1) En el año 2000, *Santa Cruz* fue la primera en promover su Ordenamiento Territorial (durante los siguientes años, las demás comunidades también lo establecieron). 2) En 2003, *Sta. Cruz* hizo una actualización de sus Estatutos Comunales después de dos años de discusión interna, en los cuales se incluyeron cláusulas explícitas sobre la conservación del bosque (restricciones a desmontes, reforestación y medidas precautorias -como la guardarraya en las milpas- para controlar que el fuego no pase al bosque; Estatuto Comunal *Sta. Cruz* 2003). Esto motivó a que sucesivamente las otras comunidades hicieran revisión de sus Estatutos y establecieran

sus propias cláusulas encaminadas a cuidar el bosque. 3) En 2004, cuatro de las cinco comunidades con ACPC certifican sus Áreas de Conservación Comunitaria (sumando 22,570 ha de bosque protegido). 4) En 2004, las comunidades que certificaron sus ACCs empezaron a recibir apoyo de CONAFOR por concepto del Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) para un total 13,757 ha. 5) En ese mismo año inicia el proyecto del Comité de Recursos Naturales de la Chinantla Alta (CORENCHI), y las cinco comunidades con ACPC firman un Acuerdo Regional de Conservación el cual *“reconoce que los árboles, las plantas, los animales de monte, el agua, y oxígeno no tienen límites territoriales por lo que nos comprometemos a su conservación y aprovechamiento sustentable”*. 6) En 2005, CORENCHI adquiere una figura legal como Asociación Civil.

En contraste, las comunidades sin ACPC, durante el mismo lapso de tiempo no han seguido un proceso de participación activa en el cuidado del bosque, y tampoco han logrado establecer estrategias formales de trabajo conjunto (organización intercomunitaria).

Las comunidades de CORENCHI participan poco en la Unidad de Manejo Forestal del Papaloapam (UMAFOR; órganos regionales de enlace y discusión sobre asuntos forestales, promovidas por la CONAFOR y que convocan de manera general a comunidades de regiones forestales determinadas por la institución), dado que las actividades en su organización son más genuina y focalizadas en sus necesidades.

Entre las comunidades sin ACPC parece haber menos acción colectiva para la conservación porque ninguna comunidad pertenece a organizaciones intercomunitarias para la conservación, y tampoco tienen OTCs, ACCs, y sólo una recibe el PSAH (*Sochiapam*) desde 2007, por otro lado la comunidad de *Retumbadero*, aunque lo ha solicitado no ha tenido éxito. En 2009, estas dos comunidades se involucraron en la UMAFOR Cañada (que

es la única organización regional que ha promovido el manejo forestal en ellas), pero *Retumbadero*, que mantuvo una participación muy activa dentro del comité (C. Raúl Reyes -comunicación personal-; Consejero del Comité de Recursos Naturales de la Cañada) dejó de participar al no obtener apoyo del PSAH, o de algún otro programa (por ejemplo, el de reforestación y conservación). Las demás comunidades no tienen participación aparente en los intentos institucionales regionales de convocar a la discusión sobre el estado del bosque, su manejo y conservación.

#### *Relación entre la dinámica del bosque y la acción colectiva para su conservación*

El análisis de componentes principales (ACP) mostró que los dos primeros ejes de la ordenación explican 77.69% de la varianza. El primer componente explicó el 63.87% de la varianza y las variables que tuvieron mayor contribución fueron permanencia arbolada entre 2000 y 2010, recuperación del arbolado entre 2000 y 2010 y organización comunitaria. El segundo componente explicó el 13.81% de la varianza y las variables que tuvieron mayor contribución fueron el porcentaje de la tasa anual de cambio en las coberturas y la permanencia no arbolada entre 2000 y 2010. A lo largo del primer componente las comunidades con ACPC se ubicaron del lado positivo, en tanto que las comunidades sin ACPC quedaron en el lado negativo. Sin embargo, no se reconocieron grupos a lo largo del segundo componente, pero las comunidades sin ACPC quedaron repartidas en los extremos, del lado negativo se ubicó *Tlacoatzintepec*, *Quetzalapa*, *Retumbadero* y *Zapotitlan*, y en el extremo positivo quedó *Zautla* y *Sochiapam*. Cerca de éstas dos últimas, también se ubicó *Santa Cruz* que es una de las comunidades con ACPC (Figura 5).

La regresión lineal múltiple realizada con la tasa de cambios como variable dependiente fue significativa ( $R^{2\text{ajustada}}=0.768$ ,  $\alpha=0.022$ ), y dicha tasa fue explicada significativamente por la variable ganado ( $\alpha=0.004$ ), por la superficie total ( $\alpha=0.003$ ) y por la superficie del área de conservación comunitaria ( $\alpha=0.003$ ) (Tabla 2). En tanto que, la regresión lineal múltiple realizada con la cobertura arbolada en el 2010 como variable dependiente fue significativa ( $R^{2\text{ajustada}}=0.86$ ,  $\alpha=0.017$ ), y dicha cobertura fue explicada significativamente por la variable densidad poblacional ( $\alpha=0.011$ ) (Tabla 3).

## **Discusión**

El estudio describe la dinámica de la cobertura a una escala local y trata de entender los factores y procesos que subyacen a ésta, se trata de un reto porque los factores causales suelen ser múltiples y hay causas directas y otras fundamentales, comúnmente de tipo económico (Rudel 2005). A nivel de comunidades o ejidos, se han mostrado relaciones de la deforestación o la recuperación de coberturas de vegetación con la ganadería, la migración, la agricultura, el manejo forestal para la madera y la existencia de Áreas Protegidas (López-Granados *et al.* 2002, Duran *et al.* 2005, Chowdhury 2006, Durand y Lazos 2008, Bray *et al.* 2008 Ellis y Porter-Bolland 2008), pero hasta ahora no se ha analizado la relación de la dinámica del bosque con la acción colectiva para la conservación.

Comúnmente, se llegan a generalizar bondades del cuidado del bosque ligado a la cultura de los pueblos indígenas, los sistemas tradicionales de cultivo para autoconsumo, el cultivo del café de sombra y el manejo forestal para extracción de madera. Se reconocen bondades

hacia los bosques, la biodiversidad y su hábitat por parte de ejidos y comunidades (Bandeira *et al.* 2008, Boege 2008, Robson 2009, Ellis y Porter-Bolland 2008, Figel *et al.* 2011, Duran *et al.* en prensa). De igual manera se hace con el número creciente de casos bajo el esquema formal de las AVCs (en la modalidad de Conservación Comunitaria) en Oaxaca, lo cual sin duda es un logro y una nueva orientación de la política pública en materia de conservación biológica (Ortega del Valle *et al.* 2010, Martin *et al.* 2010). Sin embargo, se debe reconocer que a nivel del Estado o al interior de sus regiones, existen frentes de deforestación en regiones afectadas por pérdida o degradación de los bosques (Velázquez *et al.* 2003, Gómez-Mendoza *et al.* 2006, Duran *et al.* 2007); los cuales requieren de ser analizados para poder contrarrestarlos.

Se probó la certeza de que las comunidades que previamente se designaron con ACPC, mediante un análisis de componentes principales, fueron ubicadas como un grupo a lo largo de un eje multivariado, definido por la permanencia arbolada entre 2000-2010, la recuperación del arbolado y por la organización comunitaria. Aunque pareció que las comunidades sin ACPC recuperan más cobertura, no hubo significancia estadística; es decir, hay mucha variabilidad entre los casos analizados, posiblemente a que los procesos internos de cada comunidad han sido diferentes. Las iniciativas de acción colectiva sugieren que en las comunidades con ACPC la recuperación de cobertura fue promovida entre la población y con participación activa, y acompañamiento de actores externos (asesoría y PSAH). En contraste, en las comunidades sin ACPC, que parecen estar desatendidas por actores externos de la sociedad civil, los académicos y por las dependencias del gobierno, la recuperación podría ser un proceso pasivo más que intencional. En general, la deforestación registrada se concentró alrededor de los

asentamientos, pero éste patrón fue más evidente en las comunidades con ACPC (Figura 3). En un balance neto, tres de las once comunidades perdieron bosque (*Santiago*  $r=-0.03$ ; *San Pedro Pedro*  $r=-0.02$  y *Tlacoatzintepec*  $r=-1.65$ ), pero el orden de magnitud en la tasa, mostró que en las dos primeras comunidades la pérdida fue relativamente baja y ésta ocurrió alrededor de los pueblos, pero en *Tlacoatzintepec* la tasa fue mayor en varios órdenes de magnitud y ocurrió por todas partes del territorio de la comunidad sin que hubieran asentamientos humanos cercanos.

Todas las comunidades de estudio fueron afectadas por la crisis del café y a raíz de éste problema de fines de los ochentas y hasta mediados de los 90's del siglo pasado y se sabe que en todas hubo migración (aunque no se cuenten con datos precisos). El efecto de la migración sobre la cobertura no ha sido suficientemente estudiado, pero un estudio en comunidades la Sierra Norte (una de ellas chinanteca), se reporta que en 18 años (1990-2008) la migración llevo fuera a casi una cuarta parte de la población, sobre todo de edades productivas, y redujo las áreas agrícolas hasta en la mitad de su superficie (Robson y Berkes 2011). Específicamente, en la Chinantla, este tema es relevante porque a nivel regional la migración es un fenómeno histórico que ha influido en el patrón de poblamiento de la llamada Chinantla baja (de Teresa 2011). Sin embargo, en las décadas recientes la migración dentro y hacia fuera de La Chinantla ha sido fuertemente motivada por razones económicas, lo que ha inducido el abandono de tierras agrícolas (Goicochea 2011), y con éste, cambios sucesionales de recuperación de bosque sin precedente en la historia reciente (Geist y Lambin 2001, Robson y Berkes 2011). La migración se sabe que induce recuperación pasiva de la vegetación natural (Lopez-Granados *et al.* 2000, Robson y Berkes 2011), por tanto, este factor podría explicar la recuperación documentada en las

comunidades sin ACPC, donde aparentemente no hay iniciativas para mantener o incrementar la superficie de bosque.

A partir de la caída en los precios del café, además de la migración, muchas comunidades experimentaron una reorientación productiva, siendo la ganadería extensiva una de las actividades que cobró mayor auge. La tasa de cambios se relacionó con la ganadería, el tamaño de la comunidad y la superficie del área de conservación (fig. 4). Aunque no es claro explicar el sentido de la relación entre la recuperación de cobertura y el ganado (número de vacas), nos resulta más lógico enfatizar la correlación positiva encontrada entre el ganado y la permanencia de la condición no arbolada (condición no arbolada en 2000 que se mantuvo en 2010). Esto es congruente con el impacto evidente que ésta actividad productiva a tenido en distintos municipios Chinantecos de la parte baja como Ojitlán y Jalapa de Díaz, donde gran parte del paisajes arbolado de selvas altas y bosques mesófilos se transformó a potreros con extensos pastizales cultivados, tal como ha ocurrido en otras regiones tropicales del país (Mendoza y Dirzo 1999, Durand y Lazos 2008). La parte media-alta de La Chinantla, donde se ubican las comunidades de estudio, es de poca aptitud para la ganadería por la prevalencia de fuertes pendientes. Esto, aunado a la falta de capital para inversión, la baja productividad, la escasa o nula asesoría técnica para el manejo del ganado, la proliferación de cooperativas de café que reorientaron hacia la producción de café orgánico (Molina en preparación), la falta de caminos y las nuevas ideas de conservación, han sido condiciones que desincentivaron esta práctica productiva en las comunidades con ACPC. Sin embargo, el esfuerzo y necesidad de la gente han logrado que la práctica de la ganadería se haya mantenido en las comunidades sin ACPC; así, el

municipio de *Sochiapam* reconoce a la ganadería entre sus dos actividades principales (Enciclopedia de los municipios de México).

Con base en la tasa de cambio, las comunidades con ACPC, aparentemente tuvieron una menor recuperación de cobertura que las comunidades sin ACPC, pero es un hecho que se trata de territorios con una gran proporción de cobertura arbolada (promedio 96.78 % ( $\pm$  2.26), que en su mayoría son bosques primarios que forman un contiguo de 22,570 hectáreas, el cual corresponde con las ACCs certificadas ante CONANP (Ortega del Valle 2010). Estas comunidades mantienen a miles de habitantes, quienes casi son autosuficientes en productos básicos como el maíz, frijol, chile y calabaza, por lo que es probable que estén llegando a su tope de recuperación y que de seguir en las condiciones actuales, a futuro mantendrán alrededor de un 4% de superficie como condición no arbolada, que correspondería a 1-2 ha de rozos con milpas de temporal y tonamil (cosecha de primavera) para cada familia y la recuperación temprana (el rozo del año anterior). En contraste, una parte importante de la condición no arbolada en las comunidades sin ACPC, parece estar explicándose por la permanencia no arbolada registrada entre 2000-2010, que se relaciona con los potreros.

Entre 2000-2010 la acción colectiva para la conservación del bosque ha sido un proceso contrastante entre las comunidades con ACPC y sin ACPC. Dichos contrastes podrían relacionarse con varios factores, uno de ellos es la presencia de actores externos en las comunidades con ACPC, y la ausencia de ellos en las comunidades sin ACPC. Así, en las comunidades con ACPC se encontró que la mayoría de los comuneros que tuvieron cargo entre 1990 y 2010, reconocen haber escuchado de las ideas de conservación e importancia

de su bosque por “gente de afuera” (Molina en prep.), mientras que en *Sochiapam* se argumenta que no tienen OTC porque “*la gente de la comunidad no le cree prioritario*”.

Otro factor es el asambleísmo, ya que el número de asambleas en las comunidades con ACPC es mínimo una vez al mes y varias asambleas extraordinarias al año; mientras que, en las comunidades sin ACPC hay cuatro o menos al año. Las Asambleas Comunitarias son un espacio informativo, de discusión y de toma de acuerdos colectivo (entre ellos se encuentra el reconocimiento de los impactos de la ganadería, por lo que esta actividad se ha desincentivado de manera intencional en las comunidades con ACPC, la discusión para el de OTC, la aprobación de estatutos, el acuerdo para interactuar con otras comunidades y con agentes externos, y decisiones sobre la participación en programas de gobierno). Por ello, las asambleas pueden ser un indicador de organización intracomunitaria y de capital social (*sensu* Putman 2003).

Los contrastes en acción colectiva entre las comunidades estudiadas también podrían estar influenciados por los incentivos o la ausencia de estos, uno de ellos que se reconoce como clave es el pago por servicios ambientales hidrológicos (Nieratka 2011). Estos, son parte de las políticas públicas que puede jugar un papel central en las metas de conservación biológica y del bosque (Muñoz, comunicación personal). Todas las comunidades con ACPC recibieron el PSAH, pero entre las comunidades sin ACPC únicamente *Sochiapam* está siendo apoyada con el PSAH (de 2007 a la fecha) y el *Retumbadero*, aunque intentó varias veces, al no ser apoyado con el PSAH, dejó de insistir. En el proceso de casi una década que llegó a la constitución de CORENCHI en 2005, el PSAH fue un incentivo clave que convenció a las comunidades del valor de sus bosques ante los externos (Molina en prep.). Desafortunadamente, este programa está siendo cuestionado nacional e

internacionalmente (Muñoz comunicación personal; Herkenrath y Harrison 2011), a nivel internacional se le ha descartado como estrategia para fomentar conservación de la biodiversidad, y a nivel nacional con una evaluación general, y desde la perspectiva económica se considera que no está evitando la deforestación, por tanto su continuidad a futuro es incierta. Nosotros creemos que no se ha hecho una valoración suficiente, y aterrizada a la escala propia donde se toman las decisiones, pero nos queda claro que de no continuar, proyectos de conservación tan firmes como el de las comunidades con ACPC requerirán más esfuerzo para seguir conservando, y los bosques de escenarios frágiles como el de las comunidades sin ACPC, tendrían un futuro incierto.

Las comunidades sin ACPC se pueden considerar desatendidas por los programas de gobierno encaminados a fortalecer el manejo del bosque y su conservación y, como aquí se presenta, presentan menos cobertura arbolada y aunque el bosque se está recuperando de manera notable, podría tratarse de un efecto pasivo, que podría estar ligado a la migración (De Teresa 2011, Robson y Berkes 2011), tal como ocurre en otras regiones de la Chinantla. La CONAFOR y la CONANP parecen aún no haber atendido a las comunidades sin ACPC lo suficiente, a pesar de que sus bosques, al igual que los de las comunidades con, son de alto valor para la conservación (INEGI). La falta de atención por la CONAFOR, aparentemente desalentó la participación de *Retumbadero* en la UMAFOR de La Cañada (con lo que la institución y la comunidad perdieron posibilidades de enlace), pero con ello también se pierde o se retarda la oportunidad de que gente de la comunidad amplié su visión y que gente de los programas conozcan más y hagan esfuerzos por atender a quien no los pide. Los consultores, que suelen atender otras partes de la Chinantla o que abundan en comunidades de la Sierra Norte, no muestran tanto interés por las comunidades

sin ACPC, debido a que están alejadas, no están organizadas y porque las dependencias suelen pedir resultados positivos en corto plazo. Mientras que los académicos que recurren a hacer estudios ecológicos a CORENCHI o hacia Valle Nacional, desconocen más ese extremo de la Chinantla. Asimismo, existe incertidumbre ante referencias de actitudes hostiles y de posible tensión debido a que algunas comunidades cultivan o cultivaron enervantes.

Otro factor, correlacionado con el estado de la cobertura arbolada en ambos periodos fue la densidad poblacional, ya que hubo menor cobertura arbolada donde hay mayor densidad poblacional. Esta explicación tiene lógica, pensando en que un mayor número de habitantes demanda más espacio para actividades agrícolas; sin embargo, se observa que la dinámica de pérdida de bosque en *Tlacoatzintepec* ( $r = -1.37$ ), con una densidad poblacional de 0.24 habitantes por hectárea, contrasta con la dinámica de recuperación de *Zautla* ( $r = 1.37$ ) con una densidad poblacional de 0.66 habitantes por hectárea. Estos contrastes, y la correlación entre densidad y ganado (0.41), sugieren que más que la densidad de población, es el número de ganado bovino lo que contribuye más a definir el patrón observado.

Un factor que exploramos tangencialmente, pero que podría ser relevante en términos de entender y explicar este “evento ecológico” que se analiza en éste estudio (*sensu* Rudel 2005) son las vías de comunicación. La distancia de las comunidades y los caminos de acceso parecen influir en la llegada de consultores, académicos, y otros actores externos como los representantes de los programas de gobierno. Estos actores, con sus ideas y los proyectos que favorecen la conservación y al bosque han influenciado a CORENCHI (Molina en prep.), pero no parecen haber realizado una labor similar en las otras comunidades vecinas que aquí se estudian. Todas las comunidades de estudio son de difícil

acceso y, actualmente, se llega a ellas por tres vías con acceso vehicular. Una de ellas es la ruta Sta. Cruz -Barrio que conecta a dos centros urbanos mayores en aproximadamente 3 horas: Valle Nacional e Ixtlan de Juárez. Otra ruta conecta en más o menos 2-5 horas a cinco comunidades con San Felipe Usila (Santiago-San Pedro, Analco, y *Zapotitlán-Tlacoatzintepec*) y el resto de las comunidades y parcialmente Zapotitlán, se conectan a Cuicatlán en aproximadamente seis horas. Dichas rutas permiten acceso vehicular (favorecen a los externos), pero las comunidades de CORENCHI hacen sus contactos a pie, por lo que no es tan claro el porqué no han ido involucrando a dos vecinos inmediatos (Zapotitlan y Tlacoazintepec). Posiblemente se trata de efectos por conflictos históricos, dificultades lingüísticas (los chinantecos son distintos) y un efecto de los externos en el proceso de influir en la ruptura de la barrera de desconfianza intercomunitaria (de Teresa 2011, Molina en prep.).

Además de esto, suponemos que hay un efecto en la acción colectiva intercomunitaria debido a la diferenciación geopolítica y administrativa al pertenecer a dos Distritos distintos (La Cañada y el Distrito de Tuxtepec). Zapotitlan tiene su cabecera municipal en Sochiapam y ésta se comunica con acceso vehicular hacia la Cañada. Tlacoazintepec, a pesar de pertenecer a La Cañada, tiene su vía de comunicación con la cabecera municipal de Usila (donde tampoco existe acción colectiva para la conservación). Sin embargo, otro aspecto indirecto de la división Geopolítica es la labor histórica sobre ideas de conservación y aspectos de confianza, ya que actores clave en las comunidades con ACPC como un promotor de DICONSA en los 80's-90's del siglo pasado, el proyecto PAIR-UNAM, el programa MIE:PNUD y Geoconservación, que arribaron a principios del 2000, no incluyeron formalmente atención a La Cañada (Molina en prep.), pese a su cercanía con

algunas comunidades. Esto debido a que se tiene la idea que La Cañada es una región con prevalencia de condiciones semi-áridas y ha habido especial énfasis a las condiciones tropicales de la región de Tuxtepec.

De todo esto, cabe reconocer que el estudio muestra que analizar la escala local para propósitos de entender mejor el estado de bosque con alto valor para la conservación, y sus factores causales es un reto, que es necesario afrontar, pero que es sumamente complejo.

Finalmente, cabe enfatizar que entre 2000 y 2010 las comunidades con ACPC se han organizado en CORENCHI y además individualmente o en conjunto han afianzado acuerdos y compromisos en pro de la conservación, han ganado capital natural, capital humano y capital social, y han entrado en el esquema de gobernanza multi escala (Berkes 2008, Bray et al. Sometido, Molina en prep.). Situación que no es comparable con lo que ocurre en el otro grupo de comunidades, donde la recuperación observada está endeble, y susceptible de ser revertida internamente, ya que se trata de comunidades que carecen de iniciativas formales relacionadas con la conservación del bosque y, aparentemente no han tenido el respaldo para emprenderlas. Sin embargo, cabe reconocer que estas comunidades pese a estar desatendidas, han mantenido cobertura arbolada y aunque sea de manera pasiva y parcial, han experimentado la recuperación de la misma; aunque es indudable que hace falta el fortalecimiento del capital social y la gobernanza al interior de ellas, si se pretende lograr una mejor gestión del territorio y sus recursos. El hecho de que en 2010 mantienen en promedio casi el 85% de su cobertura arbolada (esta cobertura incluye bosques mesófilos y selvas altas , a pesar del ganado, la migración y su mayor densidad poblacional, podría atribuirse a que en la práctica tienen poca población comparada con otras regiones, pero también probablemente a que mantienen la cultura indígena de renovar

y cuidar el paisaje a través de los siglos que llevan habitando sus territorios (Weitlaner y Castro 1973; de Teresa 2011). Sin embargo, los resultados de las comunidades con ACPC dan la lección de que la organización, el acompañamiento de actores externos y los incentivos puede conducir a la recuperación de bosque de manera intencional (Robson 2009, Martin et al. 2010). Asimismo, a través de la ACPC las comunidades pueden de manera consciente e informada, decidir sobre su territorio y permitir la gobernanza a múltiples escalas, lo cual es deseable para fines de conservación de biodiversidad y sustentabilidad en el largo plazo (Berkes 2009; Seixas y Davy, 2009, Teermer et al. 2010, Bray et al. Sometido). Pese a la complejidad de analizar la dinámica de la cobertura a nivel comunitario, la evidencia aquí presentada exhibe que los actores externos y los programas, tienen un efecto en el estado del bosque en una región. Lo cual se debe considerar desde la política pública, teniendo en cuenta que gran parte de los bosques de México están legalmente en tierras de propiedad común.

### **Agradecimientos**

Se agradece por el apoyo y la información provista a las cinco comunidades de CORENCHI, a la M. en C. Gladys Reyes por proveer de información sobre la región de la Cañada y darnos espacio para hacernos presentes en la Reunión Regional de Comunidades de la Cañada, al Biol. Raúl Rivera por apoyar con asesoría en percepción remota y sistemas de información geográfica, a la CONAFOR, especialmente la división de servicios ambientales, a la Procuraduría Agraria, especialmente a revisar la carpetas básicas de las comunidades, a Geoconservación por proveer información sobre CORENCHI y los apoyos recibidos. Al Dr. Eddie Ellis del CITRO de la Universidad Veracruzana y al Geógrafo

Anuar Martínez de WWF- México por las imágenes e información digital sobre núcleos agrarios. Al CONACyT por la beca, a la SIP-IPN por la beca tesis y a USAID por la beca complementaria, que permitieron el desarrollo de este trabajo.

### **Referencias bibliográficas**

Berkes, F. 2009. Community conserved areas: policy issues in historic and contemporary context. *Conservation Letters* 2: 19-24.

Bernard, H. R., (2002), *Research methods in anthropology, Qualitative and quantitative approaches*, Third edition, Altamira press, Walnut Creek, CA.

Berumen Barbosa, M.E.2007. "Migración y Grados de Marginación: El Caso del Estado de Oaxaca." en *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, N° 84,

Boege, E. 2008. *Patrimonio Biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrodiversidad en los territorios indígenas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México.

Boucher, D., P. Elias, K. Lininger, C. May-Tobin, S. Roquemore, y E. Saxon. 2011. *The Root of the Problem What 's Driving Tropical Deforestation Today?* Tropical Forest and Cimate Iniciative Union of Concerned Scientists.

Bray D., L. Merino-Pèrez y D. Barry (Eds.) 2005. *The Community Forests of Mexico*. University of Texas Press, Texas. (ISBN 0-292-70637-5)

Bray D., E. Durán, S. Anta, G. J. Martin y F. Mondragón. 2008. A new conservation and development frontier: community protected areas in Oaxaca, Mexico. *CurrentConservation* 2:7-9.

Bray, D. E. Duran y O.A. Molina. Sometido. Multi-scale governance and indigenous/ community conserved areas in Oaxaca, Mexico. *International Journal of the Commons*.

CONANP (2005) *Estrategias de Conservación, Región Prioritaria para la Conservación de la Chinantla, Oaxaca*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México D.F.

Chowdhury, Roy R. 2006. Landscape change in the Calakmul Biosphere Reserve, Mexico: Modeling the driving forces of smallholder deforestation in land parcels. *Applied Geography* 26: 129–152.

De Teresa, A.P. 1999. "Población y Territorio en la Región Chinanteca de Oaxaca" en Desacatos N°1, CIESAS, México, Primavera.

De Teresa, A.P. 2011, QUIA-NA, La selva Chinanteca y sus pobladores. Juan Pablos Editor. México, D.F.

Durán, E., J.F. Mas y A. Velázquez. 2005. Land Use/Cover Change in Community-Based Forest Management Regions and Protected Areas in Mexico. Pp. 215-238, En: D.B. Bray, L. Merino-Pérez y D. Barry (Eds.). The Community Forests of Mexico. University of Texas Press, Texas. (ISBN 0-292-70637-5)

Durán, E., J. Robson, M. Briones-Salas, D. Bray y F. Berkes. En prensa. Wildlife Conservation on Community Conserved Lands: Experiences from Oaxaca, Southern Mexico. En: N. Dudley. Protected Landscapes and Wild Biodiversity Values. IUCN, Zuiza.

Durán E., F. Gopar, A. Velázquez, F. López, A. Larrazabal y C. Medina (2007), "Análisis de Cambio en las Coberturas de Vegetación y Usos del Suelo en Oaxaca", II Simposio de Biodiversidad de Oaxaca, CIIDIR-Oaxaca, IPN, Oaxaca, México.

Durand, L. y E. Lazos (2004), "Colonization and tropical deforestation in the Sierra Santa Marta, Southern Mexico", Environmental Conservation, v. 31, n. 1, pp. 11-21.

Ellis, E. y 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 Yucatan Peninsula, Mexico. Forest Ecology and Management 256: 1971-1983.

Enciclopedia de los municipios de México. Estado de Oaxaca. <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/oaxaca/> Fecha de consulta: 31 octubre 2011

FAO, 1996, Forest Resources Assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes. Number 130, Rome, Italy.

FAO, 2009, Situación de los bosques del mundo 2009, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.

FAO, 2011, Situación de los bosques del mundo 2011, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.

Figel, J., Durán, E., D.B Bray. 2011. Jaguar Conservation in a Community-Dominated Landscape in Montane Forests in Oaxaca, Mexico. Oryx-The International Journal of Conservation 1-7.

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, Louvain-la-Neuve (Belgium): LUCG International Project Office, LUCG Report Series no. 4.

Goicochea, J. 2011. Agricultura en la Chinantla Superficie, Valor y Patrones de Producción. En: Segundo Encuentro de Investigadores de la Chinantla, Oaxaca. Manejo Integrado de los Ecosistemas.

Gómez-Mendoza, L., E. Vega-Pena, M.I. Ramírez, J.L. Palacio-Prieto, L. Galicia (2006), "Projecting land-use change processes in the Sierra Norte of Oaxaca, Mexico", Applied Geography, num. 26.

Hair, J.F., R.E. Anderson, R.L. Tatham y W.C. Black. 1999. Analisis Multivariante. 5a. Ed., COPIBOOK. España.

*Hernández-Díaz, J., 2006, Grupos Indígenas en Oaxaca. Situación Sociodemográfica, México: Plaza y Valdés, UABJO, Instituto Nacional de Estadística,*

Herkenrath, P. y J. Harrison. 2011. The 10<sup>th</sup> Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity –a breakthrough for biodiversity. Oryx-Flora y Fauna International 45(1):1-2.

INEGI. Cartas topográficas (1980; E14D17, E14D18, E14D28)

INEGI. Censo agropecuario 2007  
[http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados\\_Agricola/default.aspx](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx). Fecha de consulta: 31 octubre 2011

INEGI. Censo de población y vivienda 2010  
[http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/entidad\\_indicador.aspx?ev=5](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/entidad_indicador.aspx?ev=5). Fecha de consulta: Junio 2011

Ley Agraria 1992 (vigente; con última modificación del 17 de abril de 2008).

López-Granados, E.M., G. Bocco y M. E. Mendoza-Cantú, 2001, "Predicción del cambio de cobertura y uso del suelo en el caso de la ciudad de Morelia", Investigaciones Geográficas, Boletín, núm. 45, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 56-76

Martin G. J., C. I. Camacho, C. A. del Campo, S. Anta, F.Chapela y M. A. González 2010. Indigenous and community conserved areas in Oaxaca, Mexico. Management of Environmental. Emerald Publishing, Bingley, United Kingdom. Quality: An International Journal Vol. 22 No. 2, 2011 pp. 250-266

Mendoza, E. y R. Dirzo. 1999. Deforestation in Lacandonia (Southeast Mexico): Evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot. *Biodiversity and Conservation* 8:1621-1641.

Molina G., O.A., En preparación. 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

Niekarta, L., 2011. Do payments for hydrological services reduce poverty and strengthensocial capital? An examination of household welfare and decision-making in the Sierra Norte of Oaxaca. Tesis de Maestrías en Ciencias. Universidad Internacional de Florida.

Ortega del Valle, D., G. Sánchez, C. Solano, M.A. Huerta, V.Meza and C. Galindo-Leal, 2010. Áreas de Conservación Certificadas en el estado de Oaxaca.WWF, CONANP – SEMARNAT. Oaxaca, México.

Ostrom E. 1990. Governing the commons: the evolution of institutions for collective action. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Pineda, N. B., J. Bosque, M. Gómez, W. Plata. 2009. Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 69:33-52

Porter-Bolland, L., E. A. Ellis, M. R. Guariguata, I. Ruiz-Mallén, S. Negrete-Yankelevich, V. Reyes-García, 2011. Community managed forests and forest protected areas: An assessment of their conservation effectiveness across the tropics. *Forest Ecology and Management*.

Putnam, Robert D.; Roberto Leonardi y Raffaella Nanetti (1993). *Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Registro Agrario Nacional (RAN). <http://app.ran.gob.mx/phina/login.jsp> Consulta: Agosto 2011.

Robson, J. P. 2009. Out-migration and commons management: social and ecological change in a high biodiversity region of Oaxaca, Mexico. *International Journal of Biodiversity Science & Management*. Vol. 5, No. 1, March 2009, 21–34

Robson, J. P. 2009. Local approaches to biodiversity conservation: lessons from Oaxaca, southern Mexico. *International Journal of Sustainable Development*. 0: 1- 20

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* 21(3):844-854

Rodríguez R., A. 2011. Dinámica de uso de suelo y vegetación en la Ecorregión la Chinantla, Oaxaca. En: Segundo Encuentro de Investigadores de la Chinantla, Oaxaca. Manejo Integrado de los Ecosistemas.

Rudel, T.K., (2005), Tropical forests, Regional paths of destruction and regeneration in the late twentieth century, Columbia University press, New York.

Rudel, T.K., R. Defries, G. P. Asner, y W. F. Laurance. 2009. Changing Drivers of Deforestation and New Opportunities for Conservation. *Conservation Biology*, Volume 23, No. 6, 1396–1405

Turner II, B. L., Geoghegan, J., y Foster, D. R. (Eds). 2004. Integrated Land-Change Science and Tropical Deforestation in the Southern Yucatán: Final Frontiers. p. 145- 169. Oxford University Press.

Velázquez, A., E. Durán, I. Ramírez, J. Mas, G. Ramírez, G. Bocco y J. L. Palacio (2003), “Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, Mexico”, *Global Environmental Change* 13:175-184.

Weitlaner, R. y C. A. Castro. 1973.“*Usila (Morada de colibríes)*”, en *Papeles de la Chinantla VII*, Serie Científica II, Museo Nacional de Antropología, Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. 269 pp.

## CAPÍTULO IV

### CONSIDERACIONES FINALES

Realizar una tesis como la que aquí se presenta impuso varios retos y tareas que trataron de concretarse tanto como fue posible, pero se presenta esta sección con la intención de alentar más estudios de éste tipo, pero advertir algunas consideraciones que se deben tener en cuenta:

- 1) La clasificación supervisada de las imágenes de satélite, consideró sólo dos categorías (arbolado/no-arbolado), reconocemos que se trata de una generalidad extrema dada la complejidad del paisaje analizado. Por lo que no necesariamente arbolado corresponde a bosque, y cuando así se sugiere sin duda se trata de una sobreestimación. A sabiendas que implicará una tarea compleja, recomendamos, a partir de imágenes Spot al menos trabajar con tres categorías de cobertura: bosque predominantemente primario y sistemas agroforestales (cafetales de sombra), bosque secundario y zonas agrícolas; así como las respectivas transiciones que pueden ocurrir entre ellas, a través de un periodo de tiempo. Es probable que la disyuntiva será trabajar con pocas comunidades, para poder tener más información de campo.
- 2) Generar el mapa es un avance, pero desde el inicio se debe prever su verificación, a fin de poder evaluar su confiabilidad. Aunque en este caso no se hizo por falta de tiempo, es una actividad que se tiene contemplada dentro del equipo de trabajo, como parte de una extensión posterior a la tesis.
- 3) La delimitación de los polígonos de las comunidades fue una tarea más complicada que lo previsto. Esto debido a que no existe información confiable, se encontraron incongruencias en las delimitaciones proporcionadas oficialmente (RAN, delimitación de

cuencas hidrológicas e INEGI, límites municipales o límites distritales), lo que asumen las comunidades, lo que proporcionaron las ONGs, lo que reconocen dependencias como la CONAFOR. Ante este panorama, hubo la necesidad de hacer ajustes en los polígonos de las comunidades, por lo que para evitar el riesgo de reportar más o menos superficie que la que oficialmente se reconoce, los datos se reportan en porcentaje de superficie, respecto al 100% del área del polígono delimitado en éste trabajo. Para trabajos donde la superficie sea un dato esencial, se recomienda que se dedique tiempo a esta tarea y que se apoyen fuertemente en información de campo y los datos oficiales del RAN.

- 4) No todas las comunidades permiten el acceso a sus documentos internos o proveen información sobre su acción colectiva (por ejemplo número de asambleas y temas relacionados con el bosque discutidos en ellas), y no todas las dependencias u ONGs tienen datos disponibles y confiables, por lo que la información obtenida es binaria o categórica, lo cual dificulta su análisis estadístico, y con ello profundizar el análisis a fin de probar la hipótesis.
- 5) Información clave para un estudio de la dinámica de las coberturas arboladas, como la densidad de ganado, la densidad poblacional o la migración suele ser información disponible a nivel de los municipios, por lo que no son útiles para un análisis a nivel de comunidades.
- 6) Dado el número de comunidades analizadas y la información socioeconómica, productiva y de acción colectiva, muchas tendencias no fueron significativas, por lo que se recomienda aumentar el tamaño de la muestra o buscar otra aproximación de análisis.
- 7) Los accesos son difíciles, y sobre todo en las comunidades de La Cañada, de las que, en las notas de los técnicos de Procuraduría Agraria se advierte el problema de enervantes.

Finalmente, con los resultados obtenidos en este estudio la hipótesis inicial no es posible aceptarla estadísticamente, sin embargo, dadas las evidencias que estos mismos han documentado, más que rechazarla, se ve como siguiente paso necesario, el replantearla, ya que esta se estableció a partir de información insuficiente. Se revisó una imagen de google earth de 2009, y se asumió que la deforestación estaba en curso, pero en la realidad, había una deforestación histórica (antes de 1990) que afectó en mayor magnitud a las comunidades sin ACPC que al otro grupo. Por tanto, usar las tasas de deforestación como el indicador clave (variable dependiente) no fue completamente acertado. Sin embargo y por esta razón, los resultados del análisis realizado, definen como importantes las variables de permanencia tanto de cobertura arbolada como la permanencia de la condición no arbolada, en la explicación del evento ecológico estudiado.

Una suposición sobre la base de lo actualmente conocido, es que las comunidades con acción colectiva para conservar el recurso bosque, le conservan y manejan, y hacen usos de suelo optimizando beneficios y reduciendo el impacto ambiental, por lo que los cambios o permanencias, así como el patrón espacial que presentan, son parte de la discusión en las asambleas. En contraste, la dinámica del bosque no es acompañada de previa discusión y planeación, los cambios y su patrón espacial, son acordes con la lógica de mayor probabilidad (se recupera bosque donde está más lejos o donde un campesino migró), o permanece la condición no arbolada donde hay ganado, o permanece el bosque a donde nadie va porque está lejos. Es decir, el patrón que se encuentre no se soporta por un proceso de planeación comunitaria previa. Probar una hipótesis de esta naturaleza, implica hacer una labor de campo muy intensa para tener precisión de la información requerida de las comunidades (p.e. como lo

que hizo Robson y Berkes 2011 en otra comunidad chinanteca). De no poder hacer esto, considero que es mejor optar por plantear una hipótesis más general y darle peso a la cartografía y las estadísticas de los apoyos por parte de programas de gobierno, por ejemplo, tasa de recuperación de cobertura en todas las comunidades con ACCs, versus área del ACCs, años con la ACCs y años y monto del incentivo económico, ponderado por el número de comuneros, por ejemplo.

Como estudiante que ha vivido la experiencia de desarrollar un trabajo de esta naturaleza, reconozco que es un reto, pero me queda claro que existe una gran necesidad de generar información a la escala local, porque a este nivel se pueden evaluar las implicaciones de las iniciativas de las comunidades, de la labor de las ONGs y del impacto ambiental de los distintos proyectos de gobierno. Hasta ahora las evaluaciones del impacto de dichos programas son sumamente tangenciales y ambiguas en lo que a conservación se refiere; como por ejemplo, si hicieron letreros, si se reconoció la presencia de una especie de valor para la conservación, o si se entregó el informe técnico y la comunidad lo aprobó. Las políticas públicas y presencia de externos, como aquí se mostró si influye en lo que pase en el bosque, por tanto su impacto debe ser evaluado, y los análisis integrales de la dinámica de cambios puede ser una de las herramientas para ese fin.

## **Conclusión**

Al inició, se pensó que la tasa de deforestación podría ser la variable dependiente entorno a la cual se analizaría el efecto de la acción colectiva para la conservación (la cual se ha ido consolidando en la última década, en las comunidades que cuentan con ella).

Una conclusión central es que hubo más deforestación en la primera década analizada que en la segunda. En la segunda década, prevaleció la recuperación (cambio de condición no arbolada a cobertura arbolada). Aparentemente, la tasa de recuperación fue mayor en las comunidades sin ACPC que en las comunidades con ACPC, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Las comunidades sin ACPC presentaron una mayor permanencia de la condición no arbolada en esa década, que lo que ocurrió en las comunidades con ACPC. Se observó que, en general, la deforestación ocurrió alrededor de los asentamientos humanos entre 2000-2010, pero ese patrón fue más notorio en las comunidades con ACPC. Cabe también enfatizar que la cobertura arbolada de las comunidades con ACPC fue significativamente mayor que en las comunidades sin ACPC, tener más o menos bosque en estas comunidades remotas y pobres, donde existe una fuerte dependencia de los recursos locales, y donde la conversión es una opción para generación de ingresos fue el tema central de análisis en este trabajo.

Los resultados no permiten reconocer una relación estadística contundente pero sí dan peso a variables de acción colectiva (varias de ellas correlacionadas) y la presencia de ganado. Especialmente la hipótesis original, que plantea la existencia de un proceso de deforestación debe ser rechazada, pero no así el patrón evidenciado en los mapas. Un análisis del contexto de la cobertura arbolada y las posibles implicaciones de la acción colectiva sugieren que las comunidades con ACPC evidencian en su cobertura la intención de sus iniciativas (reducir deforestación, conservar bosques en las ACCs, seguir haciendo rozos para el cultivo de la milpa, pero cuidar que el fuego no ponga en riesgo el bosque, promover su diversificación productiva a actividades compatibles con la conservación como el cultivo del café orgánico de sombra, etc). En contraste, sobre lo que ocurre en las comunidades sin ACPC, específicamente la mayor permanencia de la condición no arbolada parece relacionarse con mayor número de vacas y la

existencia de potreros con pastos introducidos; mientras que, la alta recuperación de cobertura arbolada en la mayoría de las comunidades suponemos que se debe a un efecto de la migración (y con ello la recuperación de cobertura por abandono de tierras agrícolas), más que a una práctica intencional.

En ningún momento se tuvo la idea de responsabilizar las comunidades sin ACPC por lo que ocurre en sus bosques, o por no haber logrado organizarse para la meta de conservarlos; más bien lo que queremos enfatizar aquí, es que los programas de gobierno, y otros actores externos han desatendido estas comunidades (Molina en preparación). Y lo que mostramos, es que la falta de orientación a las comunidades indígenas sobre el valor ecológico de sus bosques y el potencial que éste les representa, ante circunstancias de marginación y necesidad de afrontar crisis. Esto puede hacer que los bosques sean más susceptibles de verse reducidos o que queden sujetos a dinámicas de incertidumbre más que encaminados a escenarios intencionales.