



# 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”**

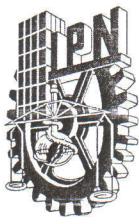
---

TESIS QUE PRESENTA:

**ABRIL VELASCO MURGUÍA**

Director de Tesis:

Dra. Elvira Durán Medina



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	Murguía	Abril
Apellido paterno	materno	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

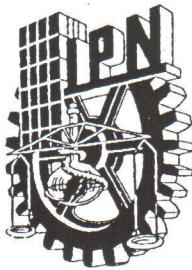
M. en C. Carlos Raúl Bonilla Ruz

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dr. Juan Rodríguez Ramírez



GENTRO 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 CESIÓN 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: [posgradooax@ipn.mx](mailto:posgradooax@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.



*Abril Velasco Murguía*  
**Velasco Murguía Abril**

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

## **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-Méjico, 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

## INDICE

	pág
<b>RESUMEN</b>	1
<b>ABSTRACT</b>	2
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL</b>	3
Planteamiento del problema y justificación de trabajo	7
Marco teórico y pragmático	8
Objetivo general y específicos	18
Hipótesis de trabajo	19
Estructura de la tesis	19
Referencias bibliográficas	20
<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
Abstract	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	51
Abstract	52
Introducción	53
Métodos	56
<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	62

<i>Dinámica de la cobertura arbolada</i>	
<i>Acción colectiva para la conservación del bosque, el manejo y uso del suelo</i>	
<i>Relación entre la dinámica del bosque y la acción colectiva para su conservación</i>	
Discusión	67
Agradecimientos	77
Referencias bibliográficas	76
<b>CAPÍTULO IV. CONSIDERACIONES FINALES</b>	
Consideraciones finales	82
Conclusión	85

## **RESUMEN**

La pérdida de la cobertura de bosques tiene repercusiones ambientales, económicas y en el bienestar humano. Por esta razón, su estudio más que un ejercicio académico se considera clave entre agencias gubernamentales y no gubernamentales preocupadas por el medio ambiente. En México, la deforestación afecta principalmente a los bosques tropicales y una manera de revertir este fenómeno es a partir de entenderlo mejor. Alrededor del 70% de los bosques Mexicanos, incluidos los del Estado de Oaxaca, son propiedad común. Lo que induce la acción colectiva en la toma de decisiones sobre el manejo de los bosques y su entorno a nivel de núcleos agrarios; la cual en las últimas décadas, se ha hecho más sofisticada con nuevas ideas y políticas públicas entorno al manejo y conservación del bosque. Numerosas comunidades y ejidos de Oaxaca han promovido iniciativas de acción colectiva vinculadas a conservar y mejorar el manejo de los bosques, a través de distintas modalidades, entre las que destacan las Áreas de Conservación Comunitaria.

Por lo anterior, el objetivo de la tesis fue analizar la dinámica de cambios en la cobertura arbolada para el periodo 1990-2010 y establecer su relación con la acción colectiva para la conservación, manejo y uso del suelo (ACPC), en un grupo de once comunidades contiguas, ubicadas al norte del estado de Oaxaca. Cinco de ellas presentaron ACPC, ya que cuentan con ordenamientos territoriales, áreas comunitarias de conservación y áreas con pagos de servicios hidrológicos. Las otras seis carecieron de dichas iniciativas (sin ACPC). Para ello, se hizo un análisis cartográfico de la dinámica de cambios y permanencias en la cobertura arbolada; y por otra parte, se documentaron aspectos históricos, productivos y sociales (características poblacionales, y organización social para el manejo y uso del bosque). Mediante análisis cualitativo de líneas de tiempo y análisis estadísticos se estableció dicha relación.

Inicialmente, se pensó que las comunidades con ACPC tendrían menor deforestación y, de ocurrir, esta se concentraría en determinadas áreas, y se esperó lo opuesto para las comunidades sin ACPC. Los resultados mostraron que los patrones y las tendencias de cambios son más complejos de lo esperado. No se encontraron diferencias significativas entre las tasas de cambio de los grupos de comunidades. Sin embargo, las comunidades sin ACPC históricamente han tenido menos bosque, y aunque en las décadas estudiadas presentaron recuperación de la cobertura arbolada, parece tratarse de un proceso pasivo, aparentemente puede estar relacionado con migración. En ellas hubo una mayor permanencia de la condición no arbolada según lo observado, relacionada con la ganadería. En contraste, las comunidades con ACPC en el periodo estudiado tendieron a recuperar cobertura arbolada, llegando a casi el 95% de sus predios, y el resto del área correspondió al cultivo tradicional del maíz, para fines de autoconsumo. El hecho de que no presentaran altas tasas de recuperación como el grupo de comunidades sin ACPC, sugiere que no tienen mucha superficie para recuperar, y muestra que cuidan intencionalmente gran parte de su territorio mediante acuerdos formales internos y externos. Consideramos que los apoyos y el

acompañamiento por parte de agentes externos que incentiven la conservación y el manejo sustentable son determinantes para frenar la pérdida de cobertura.

## ABSTRACT

The loss of forest cover has environmental, economic and human welfare impacts. For this reason, the study of forest dynamics rather than an academic exercise are considered key among governmental and nongovernmental agencies concerned with the environment issues. In Mexico, deforestation affects mostly tropical forests and a way to reverse this phenomenon is based on better understanding. About 70% of the forests of Mexico, including Oaxaca State, are owned by *ejidos* and peasant and indigenous communities. What induces collective action in making decisions about forest management and environment agrarian level, which in recent decades has become more sophisticated with new ideas and public policy around the management and conservation forest. Many communities and ejidos of Oaxaca have promoted collective action initiatives relating to conserve and improve forest management, through various forms, among which Community Conservation Areas. Therefore the aim of the thesis was to analyze the dynamics of woody cover change for two decades (1990-2010), a group of eleven contiguous communities located north of the state of Oaxaca. Five communities had collective action for the conservation, management and land use, as they have land management, community conservation areas and areas with payments for watershed services (with ACPC). The other six communities lacked these initiatives (without ACPC). It was intended to answer the question of what factors explain the permanence of forest and deforestation in the region? To do this, there was a cartographic analysis of the changes and stays in the coverage tree, and on the other hand, we documented the historical, social and productive (population characteristics, and social organization for the management and use of forest). Through qualitative analysis of timelines and statistical analysis established that relationship. Initially it was thought that communities with less deforestation and ACPC have to occur, this would be concentrated in certain areas, the opposite was expected for communities without ACPC. The results showed that the patterns and trends of changes are more complex than expected. There were no significant differences between the rates of exchange between the two groups. However, without ACPC communities historically have had less forest, and although in the decades studied showed recovery of woody cover, seems to be a passive process, which apparently may be related to migration. In them there was a greater permanence of the condition is not wooded as noted, is related to the livestock. In contrast, ACPC communities during the study period tended to recover wooded coverage, reaching almost 95% of their land, and the rest of the area corresponded to the traditional cultivation of maize for subsistence purposes. The fact that they have high rates of recovery, including communities without ACPC group, suggests that there are a lot of surface to recover, and shows that intentionally care much of their territory by internal and external formal.

## **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 ser hábitat para gran parte de la biodiversidad terrestre, por sus funciones protectoras de los suelos y recursos hídricos, así como por su contribución a regular el clima regional. México se encuentra entre los 10 países con mayor superficie de bosques (FAO 2011). En nuestro país, la deforestación de los bosques ha disminuido en los últimos años. Esto, principalmente en los bosques templados donde entre 2002 y 2007 se perdieron 10,056 ha (que equivale a 3% de la pérdida de coberturas de vegetación nativa a nivel nacional), en comparación con los bosques tropicales donde en el mismo periodo se perdieron 154,935 ha lo que equivale al 46.8% de la perdida de vegetación nativa que ocurrió en el país (CONAFOR-SEMARNAT 2010). En Oaxaca, a pesar de no ser un patrón generalizado, existen frentes de deforestación y alteración de bosques (Velázquez *et al.* 2003, Gómez-Mendoza *et al.* 2006, Duran *et al.* 2007). Afrontar esta situación a nivel nacional, estatal o local, hace necesario documentar mejor el fenómeno de pérdida de bosque donde sea que esta ocurra, así como reconocer sus factores causales.

Los estudios sobre la dinámica de los cambios en las coberturas forestales y usos del suelo son 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 (SIG). Sin embargo, el gran reto, una vez que se reconcen 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). Los procesos de cambio en la cobertura forestal y usos del suelo suelen responder a la interacción de distintos factores socio-económicos, demográficos, políticos, culturales y 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 y fundamentales*). Los estudios sobre la dinámica del bosque han hecho énfasis en escalas globales, nacionales o macroregionales, pero recientemente se ha visto la necesidad documentar mejor la escala local (Rudel *et al.* 2009, Boucher *et al.* 2011); lo cual implica empatar correctamente las escalas de descripción del fenómeno con la de los factores que lo inducen (Teermer *et al.* 2010).

En México, alrededor del 70% de los bosques templados y tropicales son comunitarios (ejidos o comunidades; Ley Agraria), y en ellos operan distintas prácticas de acción colectiva<sup>1</sup> para su manejo, conservación o su transformación (Bray *et al.* 2005). La relación de la dinámica del bosque y la acción colectiva ha sido analizada en el contexto del manejo para la extracción de madera, la conservación biológica o el fenómeno de la migración (Duran *et al.* 2005, Ellis y Porter Bolland 2008, Robson y Berkes 2011). Pero se trata de estudios de caso, y aún se requiere de una mejor documentación, comprensión y análisis de la dinámica de dosel en los bosques comunitarios de país. Es importante considerar que en la mayor parte de los bosques bajo propiedad común la conversión a tierras agrícolas y pecuarias suele resultar de acuerdos

---

<sup>1</sup> Acción colectiva *sensu* Ostrom (1990) es la acción coordinada de un grupo de individuos encaminada a un propósito en común.

comunitarios<sup>2</sup> o la falta de éstos, lo que induce a decidir hacer o no hacer actividades que impactan la permanencia o cambio de la cobertura arbolada. La dinámica de la cobertura, y sobre todo la deforestación, suele relacionarse estrechamente con actividades encaminadas a proveer el sustento local y/o la obtención de ingresos. Por ello, el abandono de tierras agrícolas por factores económicos, mercados o migración, está generando recuperación en distintas partes (López-Granados *et al.* 2006, Robson 2009), la cual al no ser producto de una planeación, corresponde a un proceso pasivo inducido por la dinámica de regeneración natural del ecosistema.

Una estrategia intencional para la conservación del bosque, alterna a las Áreas Naturales Protegidas (ANPs), y que especialmente ha proliferado en Oaxaca, es el establecimiento de Áreas de Conservación Comunitaria (ACCs; Ortega del Valle *et al.* 2010; Martin *et al.* 2010). No se puede entender la certificación ante la CONANP de 137 ACCs a nivel nacional (Martin *et al.* 2010), sin reconocer la acción colectiva de comunidades y ejidos; sobre la cual destacan cinco de los casos analizados en este estudio (Anta 2007, Bray *et al.* 2008, Molina en prep.). A diferencia de las ANPs, las comunidades con ACCs hacen planeación que tiende a proteger la biodiversidad y el bosque como parte integral de su territorio, incluidos sus sistemas productivos. A pesar de los retos que implica el modelo ACCs, la conservación no va sola sino que, con ayuda de actores externos, y con una fuerte discusión interna se están promoviendo simultáneamente otras actividades que son indicadores de acción colectiva, tendientes a hacer más sustentable el uso del suelo. Entre éstas se encuentran el ordenamiento territorial comunitario (OTC), el mantenimiento y fomento de los sistemas agroforestales, la recuperación de áreas deforestadas y en algunos casos los convenios establecidos con el gobierno para recibir el pago por servicios

---

<sup>2</sup> La acción colectiva y la dinámica de la cobertura arbolada en una comunidad, se relacionan a través de la toma de decisiones sobre la conservación del bosque el manejo y los usos del suelo en el territorio comunal.

ambientales hidrológicos (PSAH). También existen casos de comunidades con ACCs, que están realizando esquemas más sofisticados de acción colectiva para lograr el cuidado del bosque a un nivel regional, al formalizar su participación en organizaciones intercomunitarias<sup>3</sup>.

Analizar la dinámica de la cobertura arbolada en *núcleos agrarios*<sup>4</sup> tiene sentido, porque es la escala a la cual la Ley Agraria confiere derechos para la toma de decisiones sobre el bosque y los usos del suelo, y porque distintos programas gubernamentales y no gubernamentales encaminados al manejo comunitario de bosques operan a éste nivel. Asimismo, es el nivel al que se establecen las ACCs y, por tanto, lo que ocurre en las comunidades se suma, se percibe y se reconoce a nivel regional, estatal, nacional o global (Gómez-Mendoza *et al.* 2006).

Considerando lo anterior, el objetivo del trabajo de tesis fue documentar y analizar los patrones de cambio en la cobertura forestal entre 1990-2010, en once<sup>5</sup> comunidades Chinantecas del norte de Oaxaca. Cinco de las cuales han establecido en la última década ACCs certificadas ante la CONANP y 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.), entre otros acuerdos que consideramos que también son indicadores de acción colectiva para la conservación del bosque (por lo que en lo se designaron como comunidades *con ACPC*). Estas comunidades, contrastan con las otras seis comunidades restantes, donde de acuerdo a los indicadores analizados no cuentan con esa acción colectiva o

---

<sup>3</sup> Las organizaciones intercomunitarias también se designan como organizaciones de 2º. nivel (Paudel 2010)

<sup>4</sup> Núcleo Agrario: Término genérico por el cual se identifica a los núcleos ejidales o comunales que han sido beneficiados por una resolución presidencial dotatoria o sentencia de los tribunales agrarios, a través de la cual les fueron concedidas tierras, bosques y aguas (PA 2005).

<sup>5</sup> El título de la tesis indica el estudio de nueve comunidades, que fue lo que se reconoció inicialmente, pero al obtener los polígonos de las comunidades se encontró que quedaban inmersos un ejido y una comunidad más, por lo cual se decidió incluirlos.

con otras iniciativas explícitas en favor del bosque (por lo que se denominaron comunidades *sin ACPC*). Inicialmente, se esperaba encontrar contrastes en los patrones de cambio en la cobertura arbolada (superficie y tasas de cambio) entre los dos grupos de comunidades, y que las comunidades sin ACPC tuvieran una mayor deforestación. Así como que existiera una relación entre los patrones de la dinámica de cambios e indicadores de acción colectiva para la conservación. Los resultados confirmaron parcialmente estas expectativas, mostraron que el fenómeno es más complejo y el papel de otras variables como la densidad poblacional, la ganadería y la migración. Aparentemente, la injerencia de externos (gobierno y ONGs) puede ser clave para influir en lo que ocurra en el bosque de los grupos de comunidades.

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

Los estudios de deforestación en Oaxaca 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 núcleos agrarios (comunidades y ejidos), debido a que es el nivel al que se toman decisiones de acción colectiva para la conservación del bosque, el manejo y uso de tierras arboladas. 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 existe.

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 para la conservación de los bosques, el manejo y uso del suelo guardan relación. Lo cual provee bases más sólidas, para que las políticas públicas, a través de sus programas, induzcan relaciones positivas entre la gente y sus bosques, para lo cual se debe fomentar la participación local, los ordenamientos territoriales comunitarios (OTCs), los pagos por servicios ambientales (PSA) y desincentivar actividades expansivas (como la ganadería). Esto, principalmente en regiones con bosques de alto valor para la conservación. Asimismo, el reconocer patrones de deforestación y las causas locales que pudieron dar origen son útiles en el desarrollo de políticas para la planeación regional.

## **Marco de referencia**

*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), principalmente en las regiones tropicales (CONAFOR 2010), y con ello, incrementar la problemática ambiental de algunas regiones 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, se han perdido entre el 5-8 % de la superficie forestal total, aunque existen contrastes regionales en los niveles de deforestación. A nivel regional se cuenta con estudios de cambio en las coberturas y uso de suelo en la cuenca del Río Copalita (Gopar 2006, Durán *et al.*, 2007), en la 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 espaciales en la deforestación, incluidas algunas porciones del sitio donde se desarrolló el presente trabajo (municipios de San Felipe Usila, San Juan Bautista Tlacoatzintepéc y San Pedro Sochiapam). 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), a una escala regional o menor, y sin poner énfasis en las

causas de los cambios ocurridos (Turner *et al.* 2004; Rudel, 2005; Pineda *et al.* 2009). Acorde con lo anterior, se puede decir que aún son escasas las investigaciones locales y que tratan de explicar las causas de estos cambios utilizando variables históricas, socioeconómicas y ambientales (Bocco *et al.*, 2001; Ellis y Poorter 2008, Duran *et al.* 2011).

### *Propiedad común, acción colectiva y bosques*

Entender y analizar académicamente la gestión de los bosques comunitarios de México y sus impactos en la dinámica del bosque, implica reconocer algunos aspectos conceptuales sobre los que éstos operan. Un concepto central es la prevalencia en la tenencia de la tierra como propiedad común o propiedad colectiva, donde no se reconoce a un dueño sino a un grupo o un colectivo como propietarios que tienen obligaciones y derechos para poseer la tierra y regular el acceso y mantenimiento de los recursos (Bray y Merino 2004). La propiedad común en México es regulada por una normatividad muy clara establecida en la Ley Agraria, donde se reconoce a un colectivo como dueños legales (comuneros o ejidatarios) y a la Asamblea, como el órgano máximo de toma de decisiones. Este precepto, y otros planteamientos legales inducen y promueven la acción colectiva, la cual en las comunidades forestales puede tener repercusiones en la dinámica del bosque y el resto del territorio comunal.

Acción colectiva se refiere al actuar de un grupo de individuos tendiente a lograr un interés común (Ostrom 1990). De manera pragmática, la acción colectiva es un proceso social que toma tiempo y que se adapta al contexto físico, político y socioeconómico de cada institución de acción colectiva; en el caso que atañe a ésta tesis, nos referimos a los núcleos agrarios (ejidos y comunidades). La acción colectiva en los núcleos agrarios se lleva a cabo a partir de la

normatividad agraria que induce reuniones regulares (Asambleas) y del capital social comunitario (el capital social, *sensu* Ostrom (2000), que se refiere a las relaciones entre individuos a partir de interacciones mutuas, relaciones de confianza y reciprocidad, redes de intercambio y compromiso, y reglas consensuadas para facilitar acciones coordinadas entre ellos). De esta manera, un mayor ejercicio del capital social comunitario fomenta la discusión interna entorno a problemáticas de interés, la discusión de lineamientos internos y la toma de acuerdos, facilitando la cooperación y con ella, la gobernanza local.

Dado que los bosques y la biodiversidad tienen relevancia para resolver o atenuar problemáticas ambientales, que van desde lo regional a lo global (Berkes 2007, CONAFOR-SEMARNAT 2010); es que además de la gobernanza local, es deseable, y a veces necesario, que el manejo y cuidado del bosque opere bajo la gobernanza de múltiple escala o también denominada gobernanza multi-nivel (Berkes 2007, Duran et al. 2011, Termmer et al. 2011).

La acción colectiva suele fortalecer la autonomía de las comunidades; sin embargo, la gestión de los bosques en México se lleva a cabo de manera conjunta, ya que muchas veces las decisiones comunitarias son acompañadas por actores externos (consultores, asesores técnicos y académicos). Además, el gobierno (principalmente la SEMARNAT y la CONAFOR) con base en la normatividad, mantiene un fuerte control en algunos aspectos del manejo de los recursos naturales y su aprovechamiento (Bray y Merino 2004, Duran et al. 2011). La eficiencia de la acción colectiva dentro del marco de gobernanza multiescala, se refiere al éxito de las relaciones sociales en el manejo de los recursos naturales, beneficiando en diferentes aspectos a los involucrados e interesados en éstos. Teóricamente, la comunidad como conocedora y poseedora de la autoridad para decidir sobre su territorio, mantiene un ejercicio de coordinación (acción colectiva dentro de la misma comunidad e interacción con agentes externos), para el manejo

eficiente de los recursos naturales (Ostrom, 1990). Investigaciones sobre los ejidos y comunidades forestales muestran ejemplos de comunidades forestales con una sólida acción colectiva para el manejo del bosque están logrando reducir pobreza, así como éxito en mantener el potencial productivo del bosque, se conserva la cobertura arbolada y con ello, un aumento en la eficiencia y la sostenibilidad del uso de sus recursos forestales (Duran et al. 2005; Bray et al. 2007, Duran et al. 2011).

Sin embargo, también cabe reconocer que existen elementos que debilitan el potencial de la acción colectiva tales como la presión demográfica, los incentivos generados por los mercados y los programas y políticas que motivan la ampliación de algunas actividades productivas que inducen perdida de bosque (Ramírez y Berdegué 2003, Duran et al. 2011). Mientras que en contrapeso los agentes externos (instancias gubernamentales y no gubernamentales, consultores e investigadores) que promuevan la conservación y buenas prácticas de manejo, pueden servir como catalizadores en la acción colectiva (*sensu* Katon 2001), dando a conocer a las comunidades opciones y beneficios derivados del buen manejo colectivo de los recursos naturales, tanto para ellos, como para la sociedad en general.

### *Conservación comunitaria de bosques y deforestación*

Las Áreas Comunitarias de Conservación (ACCs) corresponden a las iniciativas de conservación impulsadas por comunidades y ejidos en distintas partes del país (Elizondo y López, 2010, Martin et al. 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 suelen ser el resultado de varias acciones emprendidas por las propias comunidades para ordenar y conservar sus recursos.

Oaxaca se ha posicionado como líder y ejemplo en conservación comunitaria a nivel nacional e internacional (Martin et al. 2010, Ortega del Valle *et al.* 2010). Este tipo de conservación muestra que algunas comunidades oaxaqueñas, ejemplifican el nuevo paradigma de la relación del hombre-naturaleza (Pérez, 2005; Berkes, 2007, Toledo, 2010); en el cual los pobladores exponen su autonomía en la acción colectiva para 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 ejercicio de propietarios del bosque, han implementado estrategias para su conservación (Robson, 2009). Quizá uno de los casos que más destacados a nivel nacional y estatal es el grupo de áreas de conservación certificadas que se encuentra en la Sierra Norte-Chinantla (Anta, 2007), donde se encuentran las comunidades que integran el Comité de Recursos Naturales de la Chinantla Alta (CORENCHI).

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 ACCs en las comunidades de CORENCHI, llama la atención que en éstas mantienen un continuo de 26,770 ha de bosques (Bray et al. sometido). Este resultado contrasta con comunidades relativamente cercanas y comparables física y

biológicamente, donde se percibe una menor superficie de bosque. De esta observación, así como de visitas al sitio de estudio y entrevistas informales a informantes locales, surgieron las preguntas de ¿qué papel tiene la acción colectiva en esas comunidades para regular el uso del suelo y la permanencia de bosques?, y si ¿Las iniciativas comunitarias que desarrollan las comunidades del CORENCHI, realmente tienen injerencia en reducir la perdida de cobertura arbolada? Responder a estas preguntas ha sido la meta del presente trabajo.

#### *Actividades productivas y deforestación.*

Las principales actividades productivas relacionadas con el bosque, que prevalecen en la región Chinanteca son la agricultura tradicional (maíz, frijol, calabaza, chile), otros cultivos como la Yuca, el tabaco, diversos sistemas agroforestales (café, cacao y vainilla), la ganadería, la extracción de madera y otros productos no maderables (tepejilote, barbasco, palma camedora), y más recientemente, el ecoturismo. Algunas de ellas, corresponden a prácticas de larga tradición (Weitlander y Castro 1973, Bevan 1987) y otras han florecido recientemente con auspicio de nuevos apoyos de gobierno.

Al igual que como ocurre en otras regiones (Geist y Lambin 2011, Rudel 2005), la mayor contribución a la deforestación en la Chinantla es de carácter antrópico. Entre las que destacan, por tener un impacto más reciente, se puede mencionar a la agricultura intensiva en las partes bajas y planas y la actividad pecuaria (de Teresa 2011). En contraste a los cultivos tradicionales que tienen fines de subsistencia, otras prácticas son influenciadas por el mercado (por ejemplo, el café y la ganadería) y por la orientación políticas públicas para apoyo a ciertos sectores, tales como los que en su momento hizo el Instituto Mexicano del Café (Molina en prep.) o los apoyos

a la ganadería en los trópicos (Durand y Lazos 2008). También aunque se insiste en señalar a 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, Duran *et al.* 2011). Mostrando que con buen manejo, inclusive se puede conservar bosque a niveles comparables con lo que ocurre en las ANPs (Durán *et al.* 2007, Bray *et al.* 2008, Ellis y Porter-Bolland, 2008).

### *Los Chinantecos y sus bosques*

La Chinantla es una región etno-lingüística que se encuentra en la porción noroeste del estado de Oaxaca al norte colinda con los mazatecos y al sur con los zapotecos (Hernández-Díaz, 2006, de Teresa 2011). Los Chinantecos han ocupado el territorio desde hace mil años (Bevan, 1987), donde 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. 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 (de Teresa 2011). 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, económicos y productivos importantes, uno de ellos es la migración, pero éste y otros factores que parecen haber influido en el estado del bosque, hasta ahora no han sido bien documentados (Robson y Berkes 2011).

A pesar de la crisis del café, algunas comunidades, sobre todo las más remotas han seguido insistiendo en la práctica del café, al tiempo que intentaron otras opciones productivas, siendo la ganadería una de ellas (Molina en prep.). Sin embargo, cabe reconocer que los procesos generados por la crisis del café no fueron homogéneos en el territorio Chinanteco, y que afectaron más a la denominada Chinantla media y alta (de Teresa 2011), donde se ubican las comunidades estudiadas en la tesis.

La ganadería, a pesar del alto impacto en la deforestación, ha prosperado en algunas áreas de la Chinantla. Esta actividad ha sido promovida e incentivada por distintos programas gubernamentales, aunado a que ha sido una vía de inversión de remesas, tiene mercado para el producto e implica poca inversión en el manejo. A la fecha se reconocen áreas ganaderas en la Chinantla baja (municipios de alrededores de Tuxtepec como Jocotepec y los alrededores de Lalana) y otros en la Chinantla media, entre los que se encuentran los municipios de Sochiapam, Tlacoazintepc y Usila donde se ubican las comunidades estudiadas (aunque en el caso de Usila,

la ganadería ha tenido auge sólo en la cabecera municipal, pero no en las comunidades analizadas en la tesis). En las comunidades de CORENCHI se sabe de varios intentos por fomentar la práctica de la ganadería, pero debido a la baja aptitud del terreno, las dificultades técnicas que enfrentaron, las perdidas por ataques de jaguar y el discurso de conservación que se ha venido gestando desde hace más de una década (Molina en prep.), hicieron que esta actividad localmente no prosperara (Figel et al. 2011, Bray et al. Sometido). El impacto de la ganadería en el bosque *per se*, sin duda podría ser un caso de investigación, pero que se aborda superficialmente en este trabajo.

Otro fenómeno social que trajo consigo la crisis del café, fue la migración de ciertos miembros de las familias (Robson 2009, de Teresa 2011). A pesar de su relevancia, la migración en la Chinantla no ha sido bien documentada, por lo que la información para las comunidades de estudio es básicamente anecdótica o sólo se infiere de manera general de los datos poblaciones. Al igual que como ocurre en otras regiones, es sabido que en la Chinantla la población que se queda, además del cultivo de la milpa para fines de autoconsumo han optado por realizar otras actividades económicas, siendo la ganadería y la agricultura intensiva de algunos productos, y en determinadas áreas, lo que prosperó mayormente en las comunidades más aisladas de la región.

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 y de manejo más sustentable de los recursos

naturales, incluido el bosque. La relevancia de éstos 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 CAPITULO I

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+. Secretaría 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.

Durán, E., D.B. Bray, A. Velázquez y A. Larrazabal. 2011. Multi-Scale Forest Governance, Deforestation, and Violence in Two Regions of Guerrero, Mexico. World Development 39 (4) 611-619.

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

Paudel N. S.; Monterroso I. y Cronkleton P. (2010). “Community Networks, Collective Action and Forest Management Benefits”. En: Forest for People. Community rights and forest tenure reform, pp.116-136. Earth Londres/Washington.

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 geoespaciales 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 debida de las poblaciones rurales. Santiago de Chile: Fondo Mink'a 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.Mm A. Dewulf y M. van Lieshout. 2010. Disentangling scale approaches in governance research: Comparing monocentric, multilevel, and adaptative 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

### **“Una comparación de cambios en la cobertura arbolada en comunidades con y sin áreas de conservación comunitaria en la Sierra 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 períodos 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 95.27% ( $\pm 3.40$ ), 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 82.22% ( $\pm 10.83$ ) 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 de coberturas, acción colectiva para la conservación.

#### ABSTRACT

We analyzed the dynamics of change in forest cover in eleven Chinantec's communities, one group with collective action for conservation (CAC) and one without, located in the Sierra Norte of the state of Oaxaca, during a 20 years period (1990-2010). Five communities were designated as "with CAC" and the other six were designated as "without CAC", according to the forest conservation initiatives that communities have undertaken. LANDSAT satellite images of three dates (1990, 2000 and 2010) were used, and a supervised classification was performed. After this process, maps of forest cover/non-forested condition were generated. Pairs of maps were crossed between (1990-2000 and 2000-2010), using geographic information systems (GIS). Thus, maps of change processes (deforestation and recovery) and permanence (woody cover and deforested) were obtained. Also, annual rates of changes were estimated. It was found that the forest cover was different among communities over the two periods analyzed; in general, there was a further loss of forest cover between 1990-2000, compared with the next decade. All communities, showed deforestation and recovery at different levels; "organized" communities were significantly different from "non-organized" communities in their forest cover and in their rates of change. Both groups of communities showed high forest cover and tendencies towards recovery in the 2000-2010 period. However, "with CAC" communities in 2010, showed forest cover trees in almost 95% of their territories and areas deforested between 2000-2010 were centered around human settlements. In contrast, "without CAC" communities have an average of 85% forest cover, 10% of area from a decade is a non-forested condition? No sure what you are saying here, ten percent higher than the previous decade? More forest recovery in the "without CAC" communities?, and only in some cases, areas deforested between 2000-2010, were centered surrounded human settlements.

*Key words:* exchange rates, unwooded condition, cover classification, collective action for conservation

## **Introducción**

México aún presenta problemas de deforestación, por lo que su superficie de bosques sigue disminuyendo y se mantienen o exacerbán 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 alteración 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, bosques tropicales perennifolios y bosques mesófilos, y a nivel de la región Sierra Norte (Álvarez, 1994), los bosques tropicales son los que están siendo más impactados, a pesar de que 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 (Martin *et al.* 2010), 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 el análisis de la dinámica de cambios en el bosque que aborde 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 manejársos, 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. Esto se debe, básicamente, a que 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). Aunque 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 comunitarios, ya que gran parte de su territorio pertenecen legalmente a la población, que es predominantemente indígena (Zapotecos y Chinantecos). En dicha región, se encuentran grandes masas forestales que van de lo templado a lo tropical, con varios sitios de transición entre ambas. Asimismo, en la SN se han generado experiencias aleccionadoras sobre el manejo comunitario de los bosques (Bray, 2010). 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 (Martínez, 2003, Brandon *et al.* 2005, Gómez-Mendoza *et al.* 2006, Mathews, 2006). 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 26,770 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 (con 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 (sin ACPC). 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 ( $17^{\circ} 55''$  N,  $96^{\circ} 44''$  W y  $17^{\circ} 37''$  N,  $96^{\circ} 25''$  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), lo cual es posible que impacto a la cobertura del bosque y los 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, pero 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

---

<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.

Aunque mucho se ha dicho sobre la diversidad de aves por ejemplo, en cafetales de sombra, la diversidad típica de los bosques mesófilos (en este caso) puede verse empobrecidas sensiblemente.

la sucesión secundaria es muy acelerada y no ha habido acciones sistemáticas de plantación de árboles se le denominará recuperación.

### *Análisis Cartográfico*

Previamente al análisis de las imágenes de satélite, 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 Tlacoatzintepc, San Juan Zapotitlán, San Juan Zautla, y Santiago Quetzalapa) por recomendaciones de seguridad por parte del personal de campo del registro agrario nacional, 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, en cuanto a sus sistemas productivos, a través de informantes de comunidades vecinas, por revisión documental de estadísticas o por consultar de beneficiarios de programas relacionados con el mantenimiento del bosque o usos del suelo (PSA, apoyos del COINBIO, certificación de ACCs ante la CONANP) o a través de los integrantes del Comité de Recursos Naturales de la Cañada (que es la región a la que 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=  $t_1$  (LANDSAT 4 TM), 2000=  $t_2$  (LANDSAT 7 ETM+) y 2010=  $t_3$  (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 pixeles, 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), también con el uso 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 contrastes en la 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 clasificatorio 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 ortofotos (para 1990) de la zona para la misma fecha. 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 la cobertura arbolada y de la condición no-arbolada.

La delimitación del polígono de cada comunidad implicó hacer ajustes con base en la capa de núcleos agrarios provista por WWF-Méjico 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 microcuenca 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 y variación 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 CAPITULO II

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 períodos 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 las comunidades estudiadas 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 períodos 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 períodos (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 período 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** (El 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 Tlacoatzintepetec (**11** con una  $r = 1.01$ ). 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 Tlacoatzintepetec (**11**;  $r = -1.65$ ), en relación a Santiago (**2**) y San Pedro (**3**), donde hay perdida de cobertura, pero los valores son muy bajos ( $r = -0.03$ ).

y  $r = -0.02$ , respectivamente). Sólo las comunidades de Analco y Santa Cruz (**1 y 5**) mantuvieron la tendencia a ganar cobertura arbolada en ambos periodos analizados y pertenecen al grupo de comunidades con ACPC.

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 Zautla (**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 **de Santiago y San Pedro (2 y 3;  $r = -0.02$  y  $r = -0.03$ , respectivamente)**, aunque sugieren perdida 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 deforestó y en todas predominó la permanencia de cobertura arbolada (Tabla 4). En las comunidades “sin ACPC” ocurrió el fenómeno contrario, la expansión de superficie de cobertura no-arbolada fue mayor que la superficie recuperada y sólo en una de ellas predomina la permanencia de cobertura

arbolada (Quetzalapa, **10**). Para las fechas 2000-2010 los mapas de cambio indican que las comunidades “con ACPC” 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 hubo mayor superficie de la permanencia en 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 que en 20 años se aumentó la superficie de cubierta arbolada, pero en un porcentaje menor a partir de una base de cobertura alta. 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 en los primeros diez años pero recuperó a casi el mismo nivel de 1990 para 2010. 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 período 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 perdida 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.*, 2009, 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).

#### *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 subestimen 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 mismo 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 once 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., Así es que, el balance de lo que en ellas ocurrió fue de una recuperación en relación a lo que tenían en 1990, y con una menor recuperación entre 2000-2010, cuando paso de 78.58% y 81.22%. , 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 prep.), a llegado a mantener niveles cobertura arbolada por arriba del 95%, y que la condición no-arbolada es menor a lo que tenían en la fecha y 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 ACPC, donde 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. Nosotros especulamos 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 comunidades 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 las aquellas sin ACPC que optaron por la ganadería, y con menor impacto en las comunidades con ACPC, donde aún se estaba apostando al café mediante intentos de organizarse en cooperativas y entrar a la producción de café orgánico (Molina en prep.). 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 prep.). 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, 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 perdida de cobertura arbolada a nivel de comunidades.

Considerando el estatus económico, el estado de aislamiento, la tradición y cultura campesina de las comunidades (Weitlander y Castro 1975, de Teresa 2011), 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. Esto, debido a que el desmonte (rozos) es la vía para la producción local de maíz para subsistencia y obtención de ingresos por otras actividades agropecuarias, 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, ya sea mediante mecanismo formales (áreas de conservación comunitaria) o informales (Boege, 2008, 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. 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 no fueron significativas, quizá suponemos que esto se debe en parte al 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 fue posible documentar.

## 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, Reasearch 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. Massera 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 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 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., 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 et al. 2009

Bray, 2010

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); 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.

CAPITULO II

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. (ISNB 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. Larrazábal, 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" , *Trasformaciones 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.

White, A. 2011. World view: Cash alone will not slow forest carbon emissions. Nature Vol. 471

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 Tlacoatzinteppec).

	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).

Categoría del mapa	Coberturas de vegetación nativa*	Usos del suelo o coberturas no-arboladas relacionadas con actividad antrópica
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
	PROMEDIO	<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
	PROMEDIO	<b>82.76</b>	<b>78.57</b>	<b>81.21</b>	<b>-0.58</b>	<b>0.37</b>

Tabla 4. Porcentaje de la superficie de cada una de las once comunidades de estudio, en relación a los cambios que ha experimentado cambios o las permanencias a través de dos períodos de análisis (1990-2000 y 2000-2010).

<b>1990-2000</b>	1	2	3	4	5	<b>Promedio</b>	6	7	8	9	10	11	<b>Promedio</b>
cambio a arbolada	8.85	7.58	2.58	3.24	3.75	5.20	7.05	6.79	10.58	11.63	4.57	14.43	9.18
cambio a no arbolada	7.29	2.39	1.88	3.64	2.20	3.48	12.84	11.78	15.99	25.97	7.66	5.91	13.36
permanencia arbolada	80.53	88.28	95.20	92.74	93.61	90.07	75.81	77.04	58.62	45.85	84.79	74.31	69.40
permanencia no arbolada	3.33	1.75	0.34	0.38	0.44	1.25	4.30	4.39	14.81	16.55	2.98	5.34	8.06
	100	100	100	100	100		100	100	100	100	100	100	
<b>2000-2010</b>													
cambio a arbolada	9.09	3.07	1.67	3.86	2.47	4.03	12.15	11.09	14.25	19.92	8.30	5.38	11.85
cambio a no arbolada	5.03	3.38	1.89	1.21	1.10	2.52	4.82	5.53	8.88	11.57	5.45	19.04	9.22
permanencia arbolada	84.35	92.48	95.89	94.76	96.26	92.75	78.04	78.30	60.32	45.91	83.91	69.70	69.36
permanencia no arbolada	1.53	1.07	0.55	0.16	0.17	0.70	4.99	5.08	16.55	22.59	2.34	5.87	9.57
	100	100	100	100	100		100	100	100	100	100	100	

## Figuras

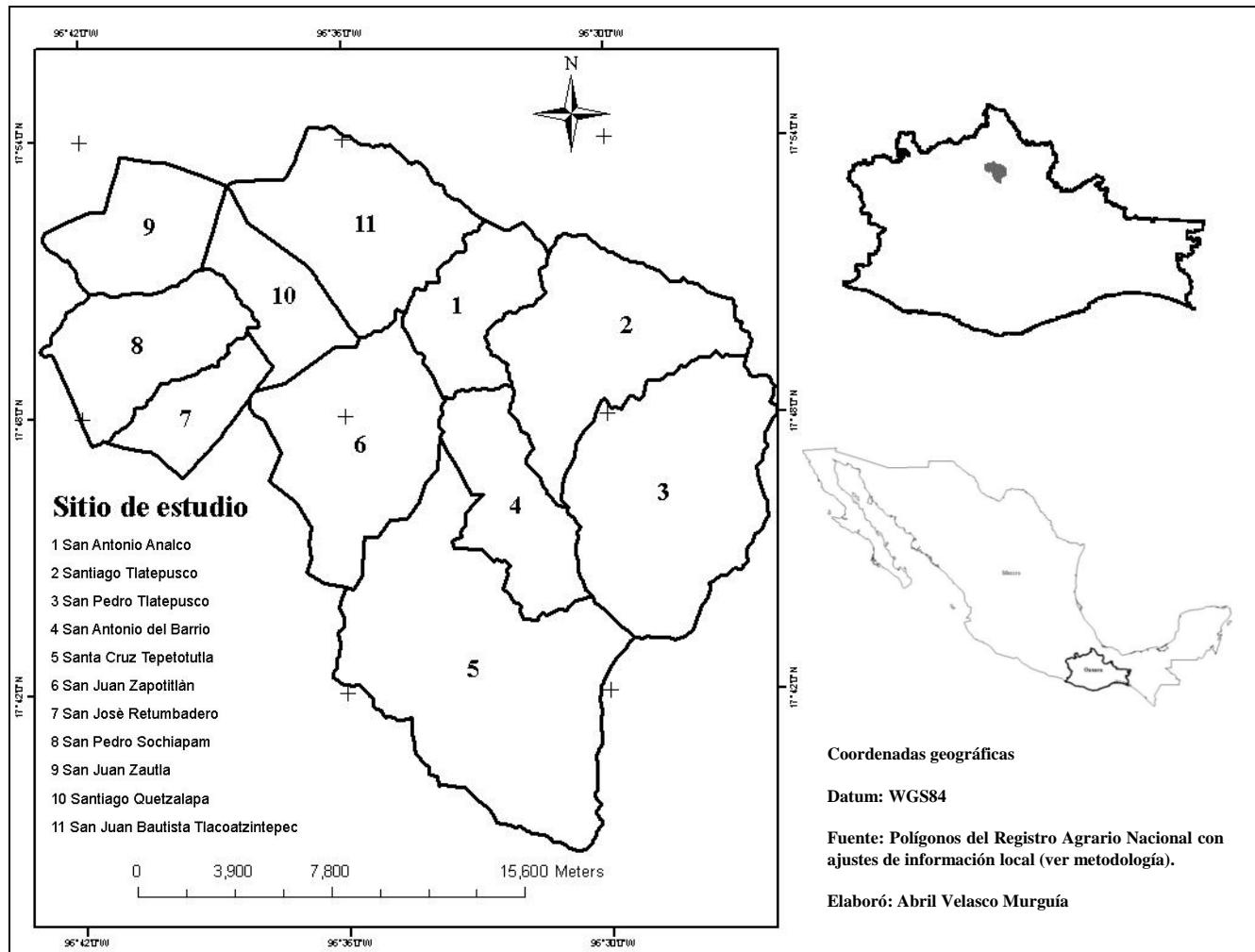


Figura 1. Macrolocalización del sitio de estudio y ubicación de las comunidades estudiadas. Las comunidades 1, 2, 3, 4 y 5 se ubican en el municipio de San Felipe Usila (Distrito de Tuxtepec). Las comunidades 6, 7, 8, 9 y 10 pertenecen al municipio de San Pedro Sochiapam y la comunidad 11 es cabecera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

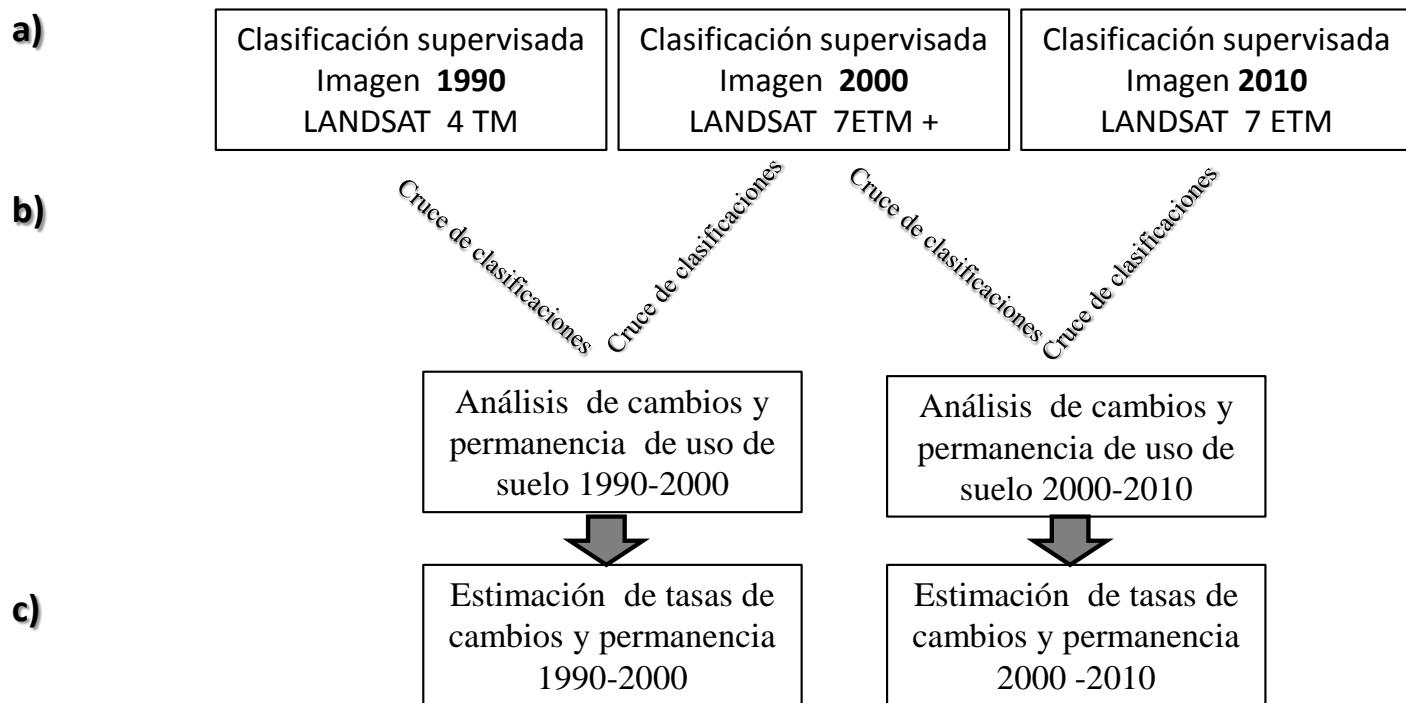


Figura 2. Esquema metodológico seguido para el análisis de la dinámica de cambios en la cobertura arbolada el conjunto de comunidades chinantecas de estudio al norte del estado de Oaxaca. a) Figura de la clasificación supervisada de imágenes de satélite LandSat para tres fechas (1990, 2000, 2010), cobertura 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).

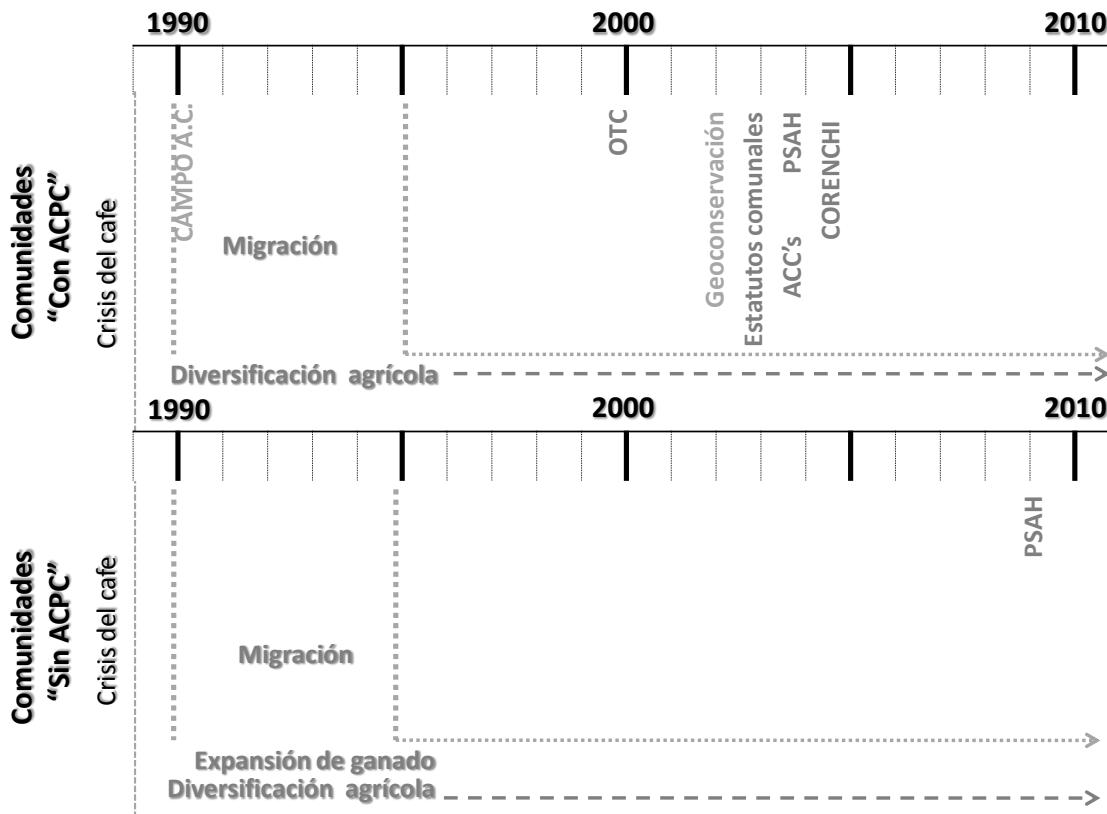


Figura 3. Línea de tiempo con eventos productivos, sociales y organizativos con relevancia para la permanencia o cambio en la cobertura arbolada, ocurridos durante dos décadas en las comunidades de estudio (1990 a 2010). Éstas se agruparon previamente como comunidades con acción colectiva para la conservación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

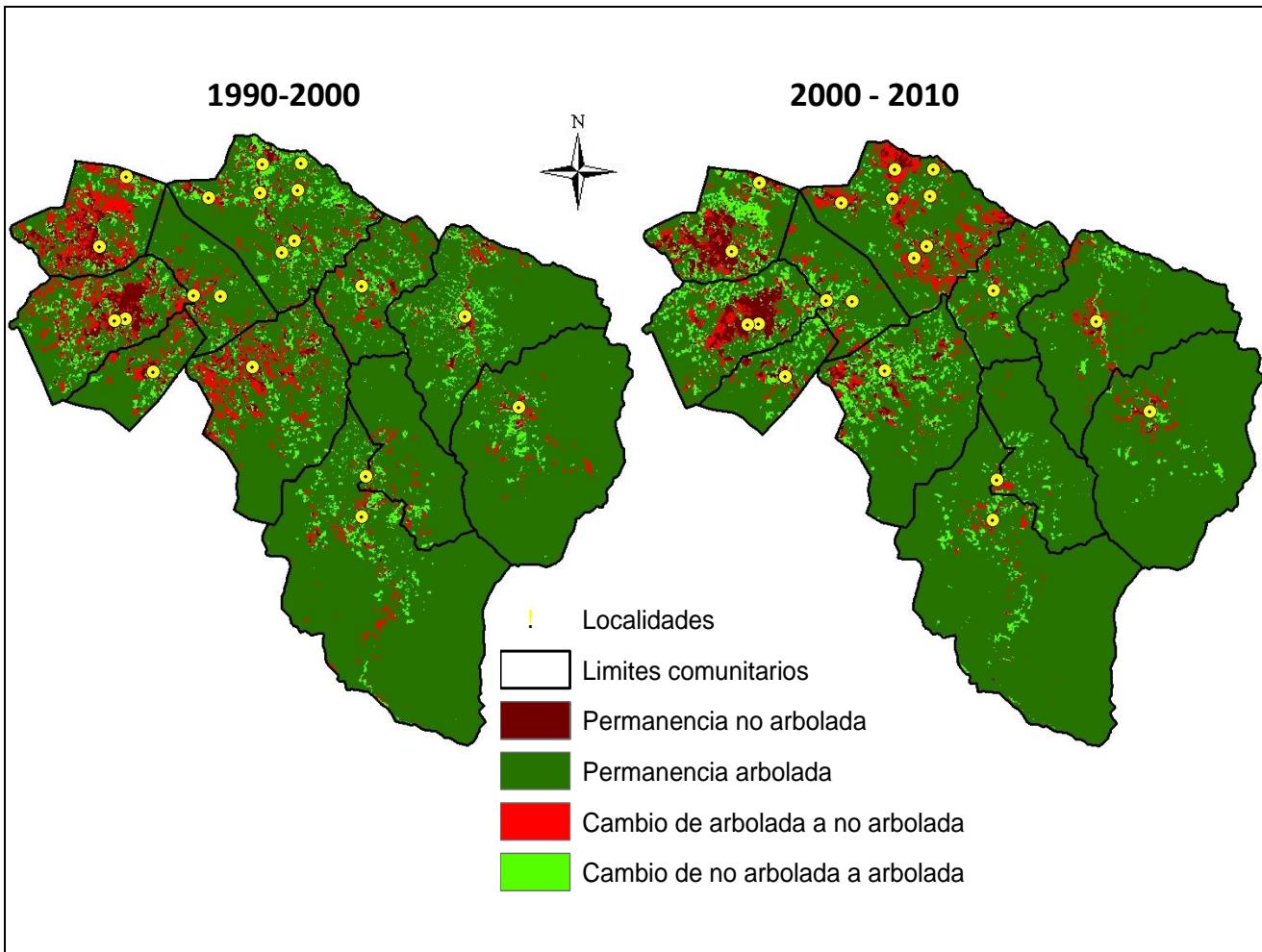


Figura 4. Cambios 1990-2000 y 2000-2010

## 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.

## ABSTRACT

Much of Mexico's forests are legally common property under agrarian law, where the owners make decisions about land use and forest resources. In Oaxaca there are numerous cases of agrarian communities actively involved in conservation and sustainable use of forests. However, despite its importance there are few analyses of the patterns and causes of deforestation analysis at the regional or subregional level. In this study, we analyzed 11 adjacent communities located in the north west corner of the Chinantla ethnic region, a subregion of Sierra Norte of Oaxaca. An examination of a Google Earth satellite image in 2009, showed clear contrasts in forest cover between communities where it was known the preexisted collective action around conservation beginning around 2000 and neighboring communities where this collective action was through not to exist. Five communities had collective action for conservation (with ACPC) and the other six did not (non-t ACPC). With a mapping approach, based on analysis of Landsat satellite images, and using the broad categories of wooded and unwooded condition, we documented the processes of change between 2000-2010. Trends were found in both groups of communities to increase their forest cover from 2000 to 2010. Although it appears that non- ACPC communities had greater recover, there was no statistical significance, i.e., there is much variability among the cases analyzed. It is suggested that communities with ACPC recovered at high rates, but from a higher baseline, and with greater involvement of external actors, may be less vulnerable to future deforestation. In contrast, non- ACPC communities are apparently neglected by external actors of civil society and government agencies and in these cases there cover is a more passive process rather than intentional. Studies at this scale for purposes of better understanding the state of forests with high conservation value, show the importance of government programs and the action of external agents to guide and support communities in managing their territories, which can influence forest conservation.

## **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, 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 perdida 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, en dos categorías basadas en variantes en el grado de conservación comunitaria representada por la presencia de áreas de conservación comunitaria/indígenas (ACCI) (Feyarabend *et al.* 2004), 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, Martin *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 Tlacoatzintepéc (denominado en adelante como *Tlacoatzintepéc*), 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 Tlatepusco (*San Pedro*), Santiago Tlatepusco (*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 (Tlacoatzintepéc 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. Empezando en la década de los 70'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) en 1989 y la inestabilidad del precio internacional del café en las décadas siguientes 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):

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

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 recopilo 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, 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 pasó 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 *Tlacoatzintepéc, Quetzalapa, Retumbadero y Zapotitlán*, 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 no fue significativa. 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 y ( $\alpha=0.001$ ) y años con PSAH ( $\alpha=0.022$ ) (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 llevó 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 Ojitalán 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 argumento 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 in 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 amplíe 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 *Tlacoatzintepéc* ( $r = -1.37$ ), 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 Ixtlán 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 (Zapotitlán 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). Zapotitlán 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 (con 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 (Seixas y Davy 2008, Berkes 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), Reasearch 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, Nº 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 Climate Iniciative 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. *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. (ISNB 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): LUCC International Project Office, LUCC 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. 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,

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/defau lt.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

Seixas, C. S., y B. Davy. 2008. Self-organization in integrated conservation and development initiatives. *International Journal of the Commons* 2(1):98-123. [online] URL: <http://www.thecommonsjournal.org>.

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.

Tabla 1. Características poblacionales y productivas, así como factores que potencialmente relacionados con deforestación en las comunidades de estudio (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).

COMUNIDADES

	Tasa de cambio	Superficie Total	Superficie de cobertura arbolada 2000	Superficie de cobertura arbolada 2010	Años con OTC	Años con ACC	Superficie ACC	Años PSAH	Superficie PSAH	Ganado	Densidad poblacional	Org. Intercomunitaria
1	0.44587362	2,677.14	89.3773443	93.4433608	6	0.5	2,050	5	1,473.71	6	0.114	1
2	-0.03291672	5,945.60	95.8640629	95.5489768	1	8	4,300	8	2821.68	14	0.095	1
3	-0.02251456	6,289.68	97.7798141	97.55989	1	8	5,050	8	3977.672	15	0.034	1
4	0.27275444	2,310.82	95.9764564	98.6266224	1	8	1,500	8	1551.08	5	0.071	1
5	0.14027554	12,372.80	97.3583262	98.7326785	10	8	9,670	8	3932.809	30	0.035	1
6	0.85062992	4950.72	82.8606748	90.185064	0	0	0	0	0	234	0.216	0
7	0.64431717	1,886.00	83.8284753	89.3890135	0	0	0	0	0	89	0.086	0
8	0.74920816	2,796.00	69.2012093	74.5641547	0	0	0	5	962.53	132	0.659	0
9	1.36627162	1,862.18	57.4812407	65.8356098	0	0	0	0	0	88	0.665	0
10	0.3153374	3,092.14	89.3583186	92.2164439	0	0	0	0	0	147	0.164	0
11	-1.6574109	4,495.86	88.7436442	75.0850783	0	0	0	0	0	128	0.245	0

Variables usadas para el ACPC

Tabla 2. Resultados de la regresión lineal múltiple utilizando tasa de cambios como variable dependiente

Resumen del modelo											
Modelo	R	R Cuadrada	R Cuadrada ajustada	Error Std.	Change Statistics						Durbin-Watson
					Cambio R Cuadrada	Cambio F	df1	df2	Sig. F Change		
1	.979 <sup>a</sup>	.958	.789	.3516588	.958	5.663	8	2	.159	1.983	

Modelo	Coeficientes													
	Unstandardized Coefficients			Standardized Coefficients		t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B		Correlations		Collinearity Statistics		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1 (Constante)	.539	.517		1.043	.407	-1.685	.2.762	-28.076	-4.547	-.289	-.973	-.867	.027	37.204
Superficie Total	-16.312	2.734	-.291	-.966	.027									
Años con OTC	.060	.167	.256	.360	.753			-.657	.777	-.041	.247	.052	.042	23.838
Años con ACC	.111	.157	.581	.709	.552			-.563	.785	-.196	.448	.103	.031	31.820
Superficie ACC	15.120	4.644	6.388	3.256	.083			-4.863	35.103	-.162	.917	.473	.005	182.140
Años PSAH	-.015	.170	-.075	-.089	.938			-.747	.717	-.099	-.062	-.013	.029	34.076
Superficie PSAH	-1.381	2.310	-.719	-.598	.611			-11.319	8.557	-.160	-.389	-.087	.015	68.323
Ganado	6.343	1.184	2.641	5.357	.033			1.249	11.437	.121	.967	.779	.087	11.497
Densidad poblacional	1.239	.756	.373	1.639	.243			-2.013	4.492	.393	.757	.238	.408	2.453

a. Variable Dependiente: Tasa de cambio

Tabla 3. Resultados de la regresión lineal múltiple utilizando superficie como variable dependiente

Resumen del modelo				
Modelo	R	R Cuadrada	R Cuadrada ajustada	Error Std.
1	.972 <sup>a</sup>	.944	.888	.0381122

a. Predictores: (Constante), Ganadería, Superficie Total, Densidad poblacional, Años con OTC, Años PSAH

Modelo	Coeficientes				
	Coeficientes sin estandarizar		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Std. Error			
1	(Constant)	.893	.041	21.676	.000
	Superficie Total	-.140	.087	-.305	.169
	Años con OTC	.007	.006	.214	.277
	Años PSAH	.020	.006	.659	.022
	Densidad poblacional	-.439	.062	-.888	.001
	Ganadería	.168	.075	.470	.074

a. Variable dependiente: Superficie de cobertura arbolada 2010

## Figuras

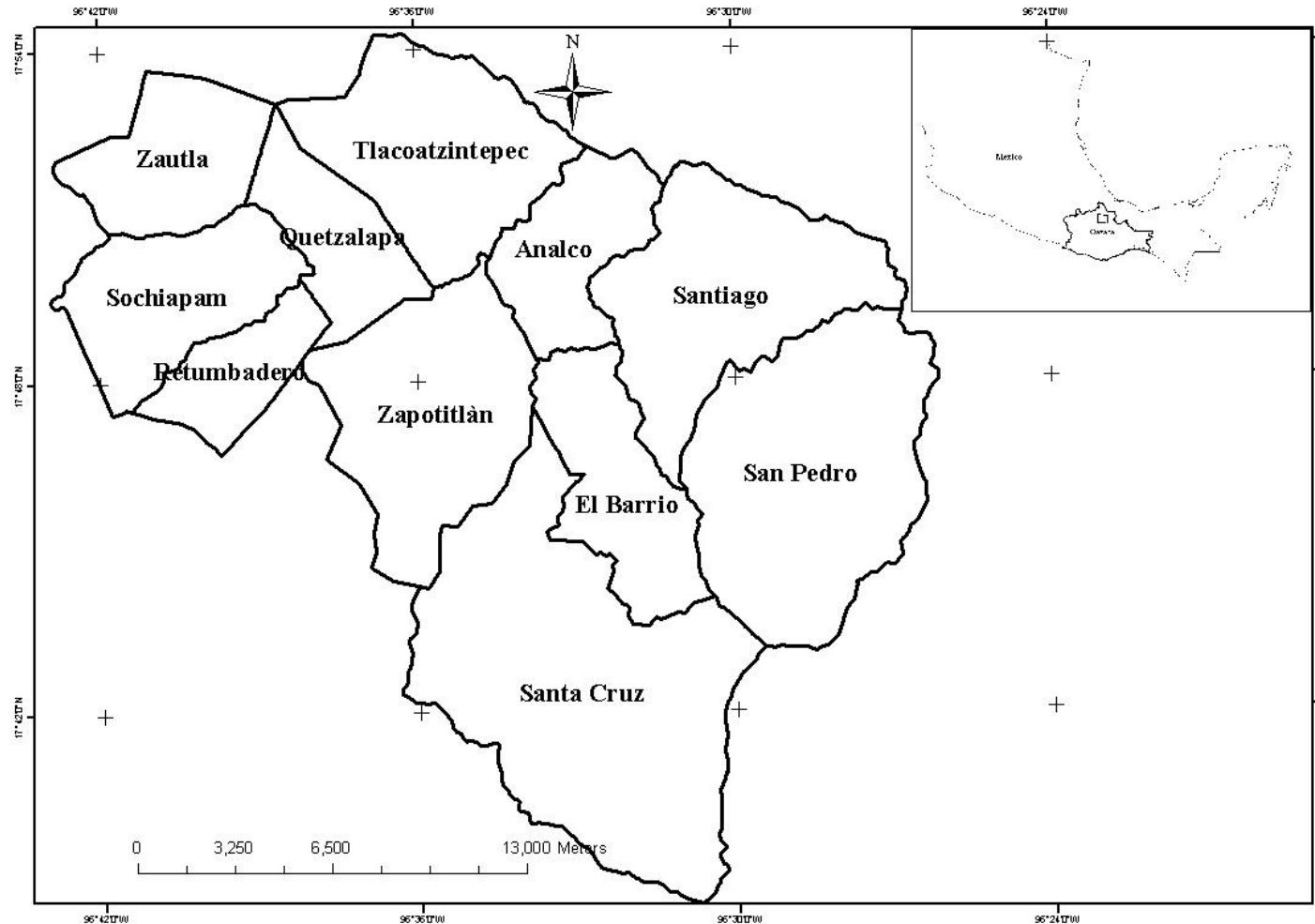


Figura 1. Sitio de estudio (localización general)

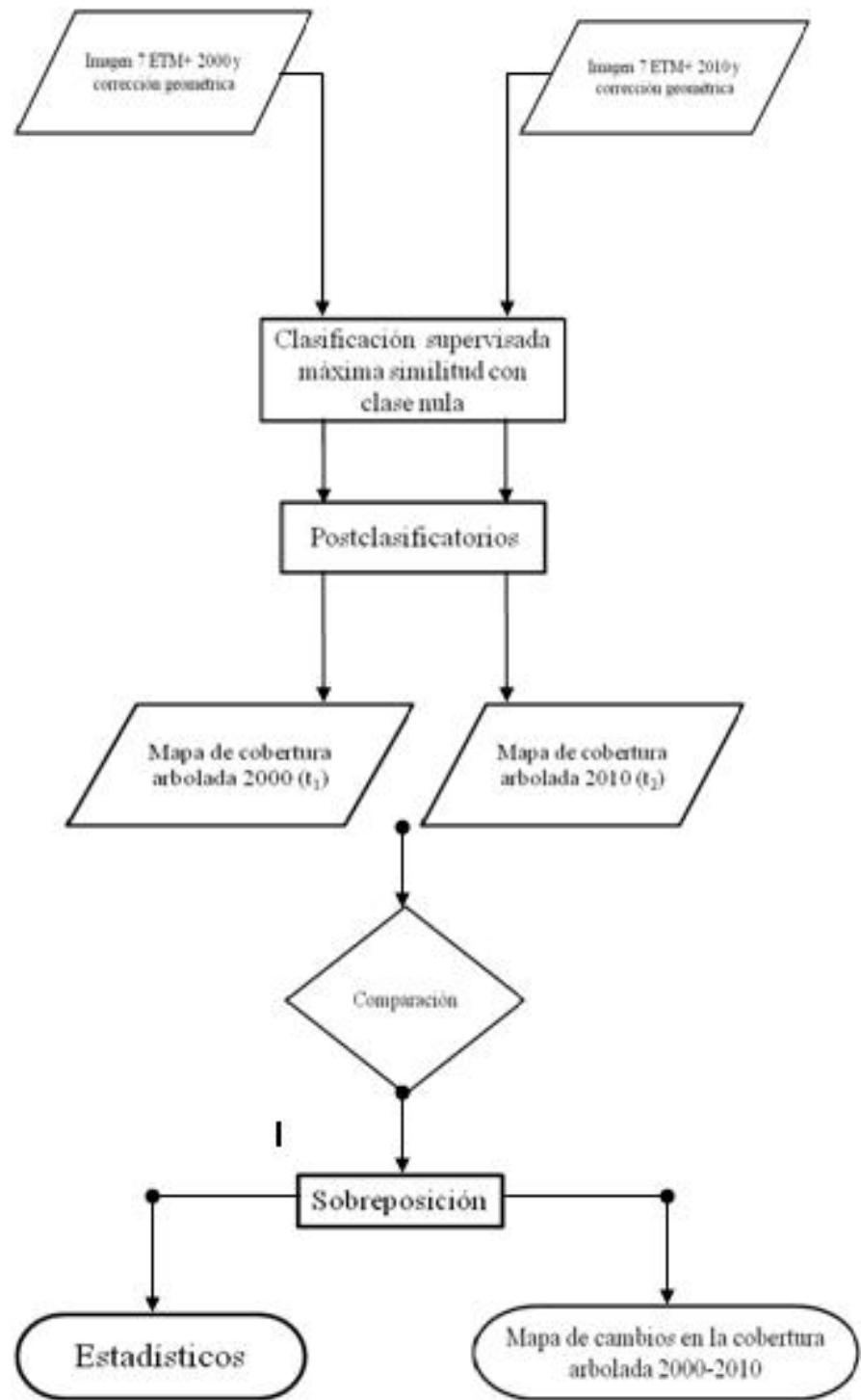


Figura 2. Metodología cartográfica (fuente: Modificado de Velázquez et al. 2003)

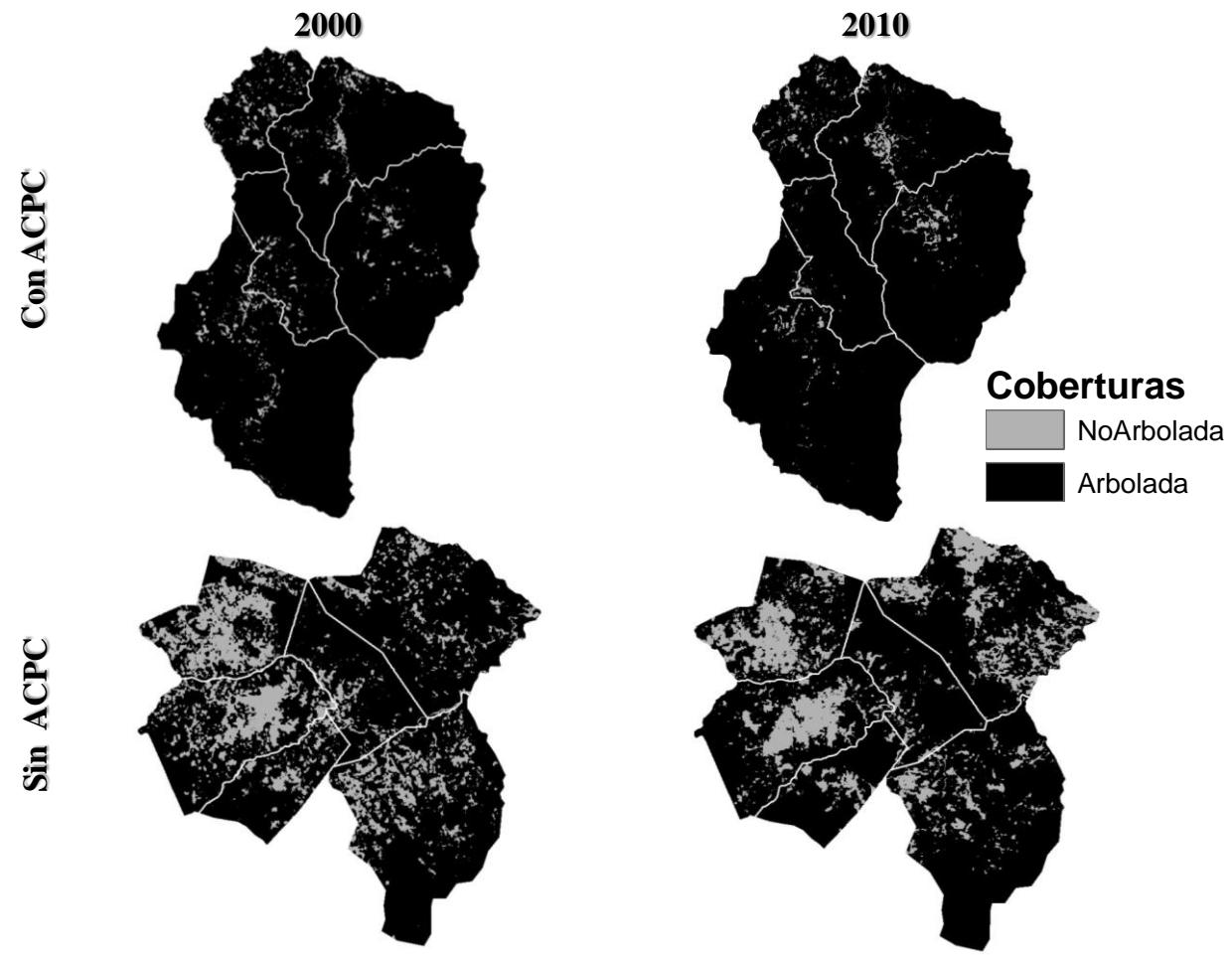
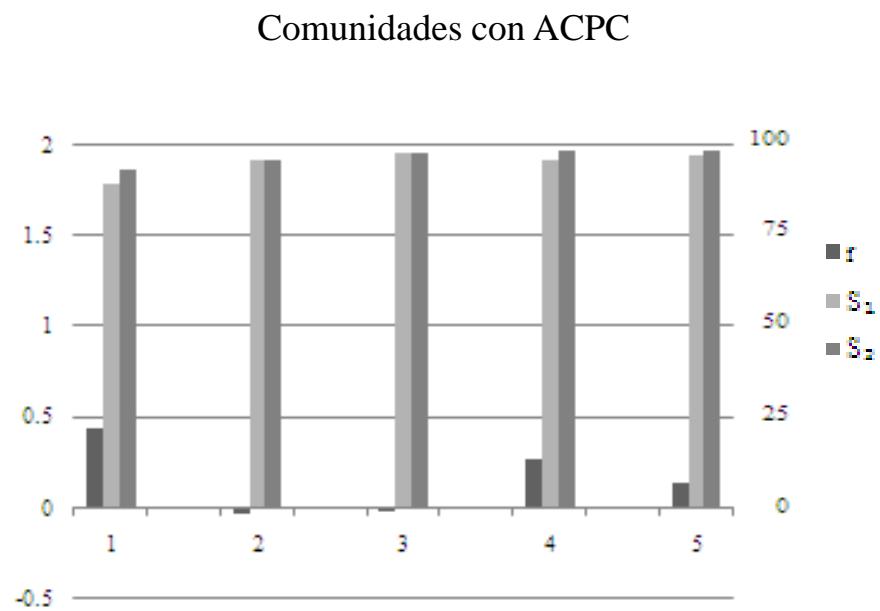


Figura 3. Patrón de deforestación 2000-2010 por grupos de comunidades (con y sin ACPC)

a)



b)

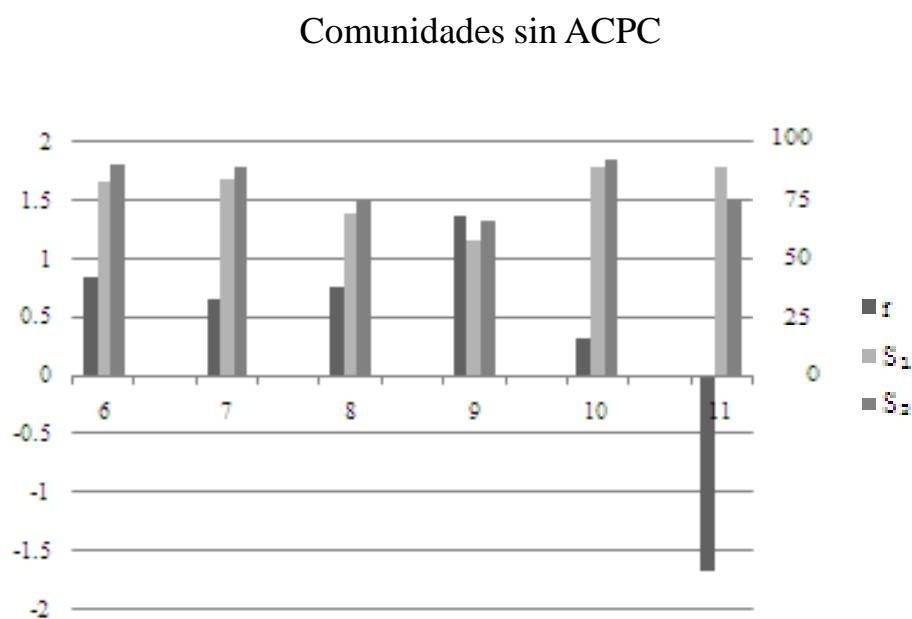


Figura 4. Tasas de cambios por grupos de comunidades con y sin ACPC( $r$ = tasa de cambio,  $S_1$ = superficie arbolada 2000 y  $S_2$ = superficie arbolada 2010)

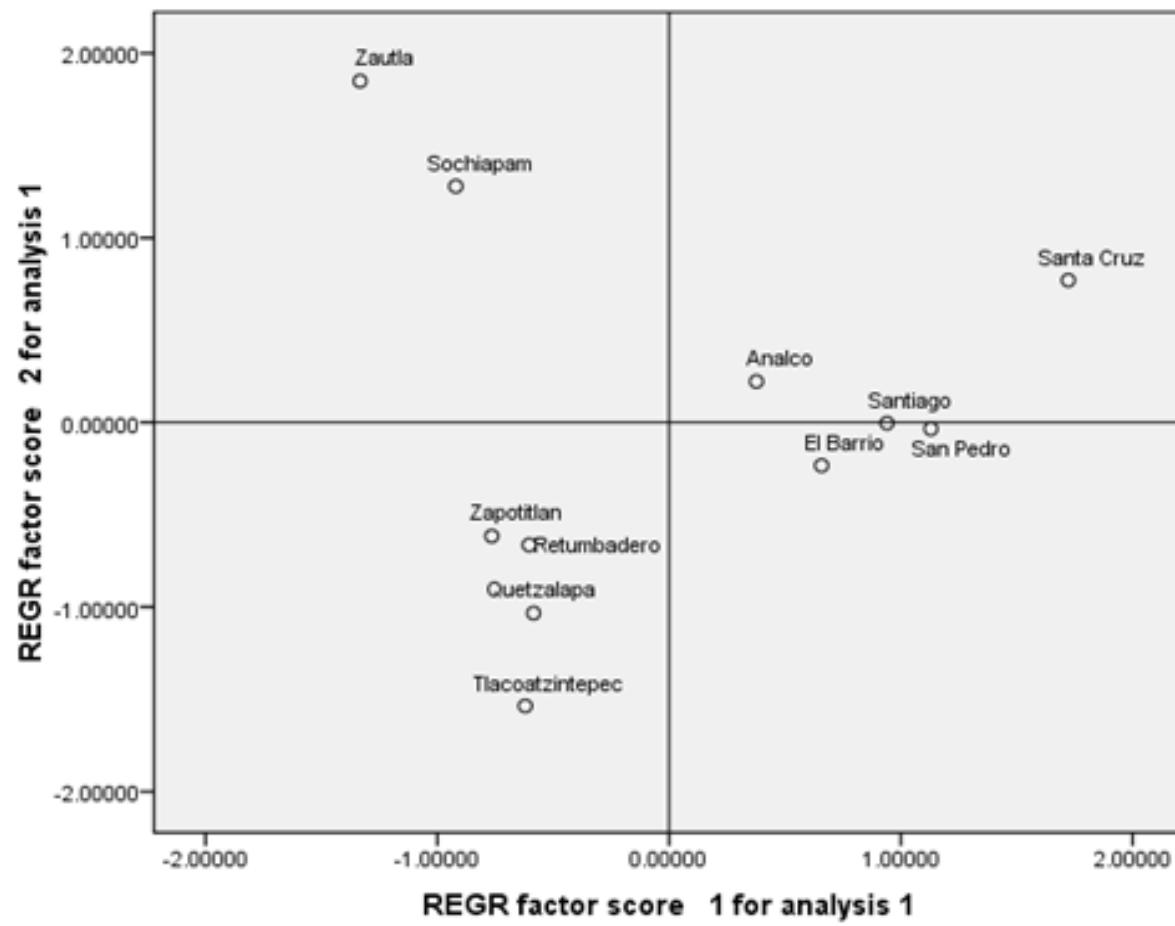


Figura 5. Diagrama de clasificación de las comunidades de acuerdo a variables de acción colectiva para la conservación de bosque, manejo y uso de suelo (resultado de análisis de componentes principales).

## **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 (arbulado/no-arbulado), reconocemos que se trata de una generalidad extrema dada la complejidad del paisaje analizado. Por lo que no necesariamente arbulado 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

cuenca hidrológica 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 si 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 numero 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.