



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
POSGRADO EN GEOGRAFÍA

**“EL MANEJO FORESTAL Y SUS IMPLICACIONES EN LA
CUBIERTA VEGETAL Y EN LA ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA
DE ESPECIES COMERCIALES: RESERVA DE LA BIÓSFERA
MARIPOSA MONARCA”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN GEOGRAFÍA

(MANEJO INTEGRADO DEL PAISAJE)

P R E S E N T A

BIÓL. ANGÉLICA MURILLO GARCÍA

Tutores: Dra. María Isabel Ramírez Ramírez

Dr. Diego Rafael Pérez Salicrup

Agosto, 2009.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA:

A mis padres, Juan Murillo Muñoz y Josefina García Torres.

A mis hermanos: Candy, Juan, Gabriela y Karina.

A Jorge E. Barajas Rodríguez.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y al Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) por las facilidades otorgadas para realizar mi Maestría.

Al proyecto PAPIIT-IN114707 titulado “Efectos de la deforestación en el clima local de los bosques del oriente de Michoacán”, a partir del cual se financió parte del trabajo de campo de esta investigación.

A Monarch Butterfly Sanctuary Foundation por el apoyo económico concedido al proyecto.

A mis asesores la Dra. María Isabel Ramírez Ramírez y al Dr. Diego Rafael Pérez Salicrup, por la oportunidad, el tiempo, el aprendizaje, los comentarios y el apoyo brindado a lo largo de este trabajo.

A los miembros de mi comité:

Al Mtro. José Antonio Navarrete Pacheco, Mtro. Xavier Madrigal Sánchez, y al Dr. Ángel Guadalupe Priego Santander. Por su tiempo, sugerencias y los atinados comentarios que enriquecieron este trabajo.

Al M. C. Juan Martínez Cruz por su ayuda en la identificación del material botánico.

Al Ing. Jacinto Méndez Morales por la información brindada y los comentarios que enriquecieron este trabajo.

A los Sres. Rigoberto López de Jesús, suplente del comisario de la Comunidad Indígena San Juan Xoconusco. Álvaro Vázquez García y Porfirio Rojas Cruz, comisario y tesorero de San José Corrales respectivamente. Salvador Miranda Martínez, Secretario del Ejido Jesús Nazareno e Hilario Camacho Cruz, Comisario de Mesas Altas de Xoconusco. Por la disposición, la información y su ayuda en el trabajo de campo.

A mis amigos y compañeros de generación, Rodolfo Ruíz, José Luis Navarrete, Giovanni Ramírez, Arturo Muñiz, Néstor Corona, Yuri, Lauris, Miriam, Yameli y Lupita por hacer mi estancia en el Ciga más amena. Especialmente a Silvia Pérez y Rocío Aguirre (gracias por su apoyo).

TABLA DE CONTENIDO

FIGURAS.....	7
CUADROS.....	8
RESUMEN.....	9
I INTRODUCCION.....	10
2 MARCO TEORICO Y METODOLÓGICO.....	14
2.1 MANEJO FORESTAL.....	14
2.1.1 Método de selección.....	15
2.1.2 Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares.....	16
2.1.3 El ciclo de desarrollo de un rodal después de una perturbación.....	16
2.1.4 Manejo Forestal Sustentable.....	17
2.1.5 Productos Forestales No Maderables.....	18
2.2 DEMOGRAFÍA Y ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA.....	18
2.3 CAMBIO DE LA CUBIERTA VEGETAL.....	19
2.4 DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN.....	20
2.5 RESERVA DE LA BIÓSFERA.....	21
2.6 PERCEPCIÓN REMOTA: INTERPRETACIÓN DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS.....	22
2.7 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	23
3 ANTECEDENTES.....	24
3.1 HISTORIA DE LA RESERVA DE LA BIÓSFERA MARIPOSA MONARCA.....	24
3.2 CARACTERIZACIÓN DE LA RESERVA DE LA BIÓSFERA MARIPOSA MONARCA.....	26
3.2.1 Población y actividades productivas.....	26
3.2.3 Zonificación.....	26
3.2.4 Problemática de la Reserva.....	27
3.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES GÉNEROS ARBÓREOS DE LA RESERVA.....	29
3.3.1 Género <i>Pinus</i>	29
3.3.2 Género <i>Abies</i>	30
3.4 LA TENENCIA COLECTIVA DE LA TIERRA.....	33
3.5 ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS DEL ARBOLADO.....	34
3.6 ESTUDIOS DE LAS CUBIERTAS FORESTALES.....	35
4 ÁREA DE ESTUDIO.....	36
4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	36
4.1.1 Descripción de la zona.....	36
4.1.2 Vegetación.....	38

4.1.3 Fauna.....	39
4.2 LOS PREDIOS DE ESTUDIO.....	40
5 METODOLOGÍA	43
5.1 ELECCIÓN DE LAS ZONAS Y PREDIOS DE ESTUDIO	43
5.2 ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA.....	44
5.2.1 Parcelas circulares.....	44
5.2.2 Análisis estadístico de las poblaciones de <i>Abies religiosa</i> y de <i>Pinus spp.</i>	47
5.3 CAMBIOS EN LA CUBIERTA VEGETAL 1971, 1983, 1994, 2003.....	48
5.3.1 Materiales.....	48
5.3.2 Ortorectificación.....	49
5.3.3 Fotointerpretación en pantalla.....	53
5.3.4 Mapas de procesos de cambio	55
6 RESULTADOS.....	57
6.1 ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA.....	57
6.1.1 <i>Abies religiosa</i> en zonas destinadas a la conservación y aprovechadas.....	57
6.1.2 <i>Pinus spp.</i> en zonas destinadas a la conservación y aprovechadas.....	60
6.1.3 Bosque de <i>Pinus-Quercus</i> en zonas destinadas a la conservación y aprovechadas.....	64
6.1.4 Pruebas de varianza	65
6.2 CUBIERTA VEGETAL 1971, 1983, 1994 Y 2003	69
6.2.1 Ejido Jesús Nazareno.....	69
6.2.2 Ejido San José Corrales.....	71
6.2.3 Comunidad Indígena San Juan Xoconusco.....	73
6.2.4 Ejido Mesas Altas de Xoconusco	75
6.3 PROCESOS DE CAMBIO EN LA CUBIERTA VEGETAL	77
6.3.1 Ejido Jesús Nazareno.....	77
6.3.2 Ejido San José Corrales.....	79
6.3.3 Comunidad Indígena San Juan Xoconusco.....	81
6.3.4 Ejido Mesas Altas de Xoconusco	84
DISCUSION.....	86
ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA.....	86
DINÁMICA DE LA CUBIERTA VEGETAL	89
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES.....	95
BIBLIOGRAFIA.....	96

FIGURAS

Figura 1. Localización de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca.....	37
Figura 2. Esquema de muestreo de los sitios.....	45
Figura 3. Localización de los predios y parcelas de estudio.....	46
Figura 4. Medición de las marcas fiduciales.....	50
Figura 5. Georreferencia en ERDAS Orthobase.....	51
Figura 6. Ortomosaico de Cerro Pelón, creado a partir de fotografías aéreas de 1971	52
Figura 7. Fotointerpretación en pantalla.....	54
Figura 8. Matriz de cambio.....	56
Figura 9. Estructura demográfica de <i>Abies religiosa</i> en una zona de conservación y otra de aprovechamiento en Sierra Chincua, Estado de Michoacán.....	58
Figura 10. Estructura demográfica de <i>Abies religiosa</i> en una zona de conservación y otra de aprovechamiento en Cerro Pelón, Estado de México.....	59
Figura 11. Regeneración de <i>Abies religiosa</i> , en el predio aprovechado San José Corrales.	60
Figura 12. Estructura demográfica de <i>Pinus spp.</i> En una zona de conservación y otra de aprovechamiento en Sierra Chincua, Estado de Michoacán.....	61
Figura 13. Estructura demográfica del género <i>Pinus</i> en zonas de conservación y aprovechamiento en Cerro Pelón, Estado de México.....	63
Figura 14. Estructura demográfica de los bosques de <i>Pinus-Quercus</i> en una zona destinada a la conservación y otra de aprovechamiento.....	64
Figura 15. Pruebas de normalidad realizadas a las variables diámetro promedio, densidad y área basal con el programa estadístico JMP	66
Figura 16. Diámetro promedio del género <i>Pinus</i> en una zona destinada a la conservación y otra aprovechada en la Comunidad Indígena San Juan Xoconusco, Estado de México.....	67
Figura 17. Area basal en zonas de conservación y de aprovechamiento.....	68
Figura 18. Mapas de cubiertas del suelo del Ejido Jesús Nazareno 1971, 1983, 1994 y 2003	70
Figura 19. Mapas de cubiertas del suelo del Ejido San José Corrales 1971, 1983, 1994 y 2003.....	72
Figura 20. Mapas de cubiertas del suelo de la Comunidad Indígena San Juan Xoconusco 1971, 1983, 1994 y 2003.....	74
Figura 21. Mapas de cubiertas del suelo del Ejido Mesas Altas de Xoconusco 1971, 1983, 1994 y 2003	76
Figura 22. Mapas de procesos de cambio en el Ejido Jesús Nazareno.....	78
Figura 23. Mapas de procesos de cambio en el Ejido San José Corrales.....	80
Figura 24. Mapas de procesos de cambio en la Comunidad Indígena San Juan Xoconusco.	

.....	83
Figura 25. Mapas de procesos de cambio en el Ejido Mesas Altas de Xoconusco.....	85

CUADROS

Cuadro 1. Volúmenes de extracción de los principales géneros comerciales en la zona Oriente de Michoacán. Fuente: COFOM, 2009.	32
Cuadro 2. Precios actuales de la madera para los géneros comerciales de la Reserva de la Biósfera (pesos/ metro cúbico). Fuente: Méndez, 2007.	32
Cuadro 3. Ubicación de las zonas y predios de estudio dentro de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca.	44
Cuadro 4. Diseño de muestreo para documentar la estructura demográfica de <i>Abies religiosa</i> y <i>Pinus spp.</i> dentro de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca.	46
Cuadro 5. Coordenadas de las marcas fiduciales.	50
Cuadro 6. Procesos de cambio obtenidos en los mapas para los periodos 1971-1983, 1983-1994 y 1994-2003.	56
Cuadro 7. Cubiertas del suelo del Ejido Jesús Nazareno 1971, 1983, 1994 y 2003	69
Cuadro 8. Cubiertas del suelo del Ejido San José Corrales 1971, 1983, 1994 y 2003	71
Cuadro 9. Cubiertas del suelo de la Comunidad Indígena San Juan Xoconusco 1971, 1983, 1994 y 2003	73
Cuadro 10. Cubiertas del suelo del Ejido Mesas Altas de Xoconusco 1971, 1983, 1994 y 2003	75
Cuadro 11. Procesos de cambio en el Ejido Jesús de Nazareno	77
Cuadro 12. Procesos de cambio en el Ejido San José Corrales.	79
Cuadro 13. Procesos de cambio en la Comunidad Indígena San Juan Xoconusco	82
Cuadro 14. Procesos de cambio en el Ejido Mesas Altas de Xoconusco.	84

RESUMEN

El manejo forestal es una actividad que incorpora prácticas de conservación, aprovechamiento y restauración. Las principales prácticas de manejo en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca (RBMM) son: conservación en el área núcleo y aprovechamiento forestal controlado en el área de amortiguamiento, principalmente de *Abies religiosa* y varias especies de *Pinus*. Este aprovechamiento se hace a través de métodos de selección individual o por pequeños grupos de árboles. No obstante, análisis recientes muestran una continua pérdida y degradación de bosques en las últimas décadas, tanto en la zona núcleo como de amortiguamiento, que se deben en mayor medida a la tala ilegal y a esquemas de manejo autorizados inadecuados. El objetivo del presente trabajo es identificar los efectos del manejo forestal sobre las principales especies comerciales de los bosques de *Abies* y *Pinus-Quercus* en la Reserva, tanto a nivel de poblaciones y comunidades como de cubierta vegetal. De tal forma, el trabajo analizó la estructura demográfica de *Abies religiosa* y de varias especies del género *Pinus* en zonas destinadas a la conservación y aprovechadas; así como la dinámica espacial y temporal de la cubierta forestal de predios seleccionados, donde se generaron y analizaron mapas digitales a escala 1:15000 de cuatro fechas distintas 1971, 1986, 1994 y 2003. Con respecto a la estructura demográfica encontramos que el método de aprovechamiento utilizado ha dado lugar a la falta de regeneración de *Pinus* en los bosques de *Pinus-Quercus*, y a su reemplazo de éstos por latifoliadas; pero parece ser adecuado para la regeneración de *Abies*. El análisis de la cubierta vegetal mostró que las restricciones totales de los aprovechamientos de madera legales, pueden causar el deterioro de los bosques de la región.

I INTRODUCCION

Los bosques de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca (RBMM), forman parte de las zonas de montaña del país. En esta área dominan los bosques de coníferas y de encinos (Cornejo *et al.*, 2003), específicamente las formaciones vegetales de *Pinus-Quercus* y *Abies* (Giménez *et al.*, 2003; Merino y Hernández, 2004; Zubieta, 2007; Ramírez *et al.*, 2008). Estos bosques producen beneficios considerables para la población, como madera y productos forestales no maderables (PFNM), entre los que se encuentran semillas, hojas, frutos, plantas medicinales, hongos (Boege, 2003). También ofrecen servicios ambientales como la fijación o captura de carbono, captación de agua, protección del suelo, regulación microclimática (Ordóñez, 2008). Además, contienen una riqueza cultural indígena y mestiza. Toda esa riqueza natural y cultural puede verse amenazada debido a prácticas de manejo inadecuadas (Castillo *et al.*, 2003).

El manejo forestal es una actividad que incorpora las prácticas de conservación, aprovechamiento y restauración de ecosistemas naturales, de los cuales se extraen productos o beneficios ecosistémicos (Pérez-Salicrup, 2005). Actualmente, las principales prácticas de manejo en la Reserva son la conservación en el área núcleo y el aprovechamiento forestal, principalmente de *Abies religiosa* y de varias especies del género *Pinus*, en las zonas de amortiguamiento. Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en la categoría de Reserva de la Biósfera, constituyen una táctica de la política ambiental para frenar la degradación ambiental, conservar y fomentar el uso sustentable de los recursos naturales (CONANP, 2001). Sin embargo en el caso de la RBMM estos objetivos no se cumplen cabalmente, aparentemente debido a diferentes problemáticas.

La RBMM se localiza entre de los Estados de México y Michoacán. Esta distribuida en más de 100 propiedades, de las cuales 70 son propiedades comunales (57 ejidos y 13 comunidades indígenas), una propiedad federal, una estatal, tres en litigio y los restantes son pequeñas propiedades privadas (CONANP, 2001).

En la RBMM existe una alta densidad de población y considerables niveles de pobreza. Con respecto a la pertenencia étnica de los habitantes, encontramos una población integrada por mestizos y una significativa presencia de indígenas mazahuas y otomíes (Merino, 1999; CONANP, 2001). Todo lo anterior le confieren a la Reserva un elevado grado de complejidad social (CONANP, 2001). Las actividades más importantes de la población son el aprovechamiento forestal y la agricultura, es decir, para sobrevivir dependen del aprovechamiento de los recursos naturales (Merino, 1999).

Desde 1986, año en que se decretaron zonas núcleo y de amortiguamiento en el área natural protegida, quedó prohibido el aprovechamiento forestal en las zonas núcleo. En las zonas de amortiguamiento se permite el aprovechamiento forestal, pero por realizarse en el ANP está restringido a métodos de extracción conservadores, como el de cortas de selección. Por lo que la mayoría de estos bosques, se manejan con el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI), orientado principalmente a la extracción de madera mediante la selección individual y por pequeños grupos de árboles. Estas medidas se establecieron sin fundamentos sobre las necesidades de regeneración de estos bosques (Merino, 1999). Es importante mencionar que las principales especies comerciales aprovechadas en la Reserva son las del género *Pinus* y *Abies*, en menor proporción las especies del género *Quercus* y de otras latifoliadas (COFOM, 2009; Méndez, 2007).

La tala ilegal destaca por tener fuertes impactos sobre el bosque, incluso es reconocida como el factor más importante causante de la deforestación y degradación en la Reserva (Brower *et al.*, 2002; Ramírez *et al.*, 2003; Honey, 2009). Los problemas sociales, económicos y las estructuras políticas, han permitido que este fenómeno persista (Honey, 2009).

Actualmente y no obstante los esfuerzos por conservar esta Reserva, sus bosques siguen siendo deteriorados (Rendón-Salinas *et al.*, 2005). La pérdida y deterioro de los bosques en la región de la mariposa Monarca, han sido documentados desde hace varios años (Ramírez *et al.* 2003, WWF 2004).

Merino (1999) menciona un fuerte deterioro de los bosques de la Reserva, donde solamente pequeñas extensiones de su superficie podían considerarse conservadas.

Más recientemente, Ramírez y Zubieta (2005), con base en imágenes Landsat, calcularon una pérdida y deterioro del bosque de 291 y 660 hectáreas anuales para toda el área de la actual Reserva, de 1993-2000 y 2000-2003, respectivamente y de 124-167 hectáreas en la zona núcleo y de 167-493 hectáreas en la zona de amortiguamiento para los mismos periodos. Otro análisis que indica el aumento en la pérdida y el deterioro de estos bosques, documentó con base en imágenes SPOT entre 2004 y 2006, cambios negativos en 1,539 hectáreas en la zona núcleo y de 8,240 hectáreas en la zona de amortiguamiento (WWF, 2006).

Los cambios negativos o deterioro del bosque, han sido evidentes especialmente en la zona núcleo, en donde se detectaron cambios negativos en la cubierta forestal durante 2005-2006 de 576.4 hectáreas. Esto implica un incremento del 140% con respecto a las 239.5 hectáreas que se deterioraron durante 2003-2005. Estos datos advierten una tendencia de aumento en la pérdida y deterioro de los bosques de la zona núcleo en los últimos cinco años (WWF, 2006).

Estos antecedentes muestran que el manejo de los bosques de la Reserva no está resultando eficiente, por lo que se hacen necesarios mayores esfuerzos de investigación orientados a la conservación de los recursos forestales. Se debe buscar que el manejo forestal se realice en forma integral y con los menores daños sobre la cubierta vegetal original (Christensen *et al.*, 1996). Además, se deben integrar las acciones de conservación con el mejoramiento del aprovechamiento forestal, ya que los bosques bien manejados, pueden desempeñar un papel importante en la conservación de los recursos forestales (WWF, 2004).

Para ayudar a lograr lo anterior, resulta importante evaluar los efectos del manejo del bosque, ya que se pueden presentar efectos opuestos a los objetivos de manejo. Y con dicha evaluación, es posible enmendarlos para asegurar un manejo sostenido de las masas forestales (Sánchez-Velásquez y Pineda-López, 1993), o tomarse como ejemplo a seguir para otros lugares de condiciones similares.

Una herramienta muy útil para evaluar los efectos del manejo de los recursos forestales, es la estructura demográfica de la vegetación. El manejo de las masas forestales se refleja en la estructura del bosque y provee fundamentos para las prácticas silvícolas adecuadas. Así, la estructura demográfica ha sido empleada para analizar el dinamismo de las poblaciones forestales, su vínculo con los agentes ambientales y su respuesta a distintos tipos de gestión. Especialmente el análisis de la estructura demográfica, permite determinar el estado de conservación y detectar la falta de regeneración o envejecimiento del recurso forestal (Ajbilou, *et al.*, 2003).

Otra herramienta importante, es el análisis multitemporal de los cambios en la cubierta vegetal, ya que el conocimiento de dichos cambios es un apoyo para la evaluación y planeación de los recursos forestales.

Ambas herramientas, representan diferentes escalas de análisis, que se complementan para tener una visión más integral y lograr una mejor comprensión de las consecuencias del manejo forestal, que se realiza.

Estas herramientas se utilizaron en este trabajo, específicamente para contestar las siguientes preguntas:

¿Cuales son los efectos del manejo forestal en la estructura poblacional de las principales especies forestales comerciales de la Reserva?

¿Se repiten los mismos efectos en diferentes conjuntos montañosos que componen la Reserva?

¿El manejo forestal ha generado cambios positivos o negativos en la cubierta forestal en los últimos 30 años?

De esta manera, el objetivo general del presente trabajo es conocer el efecto del manejo forestal en la estructura demográfica de *Abies religiosa* y especies de *Pinus*, así como en la cubierta vegetal de los predios seleccionados.

Los objetivos particulares son:

1.- Analizar la estructura demográfica de *Abies religiosa* y las diversas especies del género *Pinus* presentes en zonas destinadas a la conservación y otras aprovechadas legalmente y 2.- Determinar la dinámica de la cubierta del suelo en los predios analizados.

2 MARCO TEORICO Y METODOLÓGICO

El presente trabajo se basa en los siguientes conceptos teóricos y planteamientos metodológicos.

2.1 Manejo Forestal

El manejo forestal es un conjunto de acciones y decisiones sobre el bosque (Comafors, 2009), que contempla prácticas de conservación, aprovechamiento y restauración de ecosistemas forestales (Pérez- Salicrup, 2005). El manejo forestal debe considerar los principios ecológicos y no disminuir la capacidad productiva de los ecosistemas y recursos existentes en los mismos (SEMARNAT, 2008).

El aprovechamiento forestal es una de las prácticas del manejo forestal, la cual puede disminuir la cubierta forestal. Sin embargo, no significa un cambio de uso del suelo, ni grandes variaciones de la cubierta vegetal. Por lo que puede constituir una alternativa productiva, que posibilitaría conservar una alta integridad ecológica de los bosques (Pérez- Salicrup, 2005). Actualmente, en muchas partes del mundo se acepta que el aprovechamiento forestal es un gran apoyo para conservar los ecosistemas forestales y para aumentar la productividad económica de los bosques (Von *et al.*, 2004).

El aprovechamiento forestal, actualmente se basa en dos teorías opuestas: El aprovechamiento del bosque regular e irregular. En el caso del aprovechamiento regular, se cosecha periódicamente y se renueva por medio de una plantación o regeneración natural, dando lugar a un bosque coetáneo. En este sistema existe un turno de cosecha y un crecimiento medio. Caso contrario, es el aprovechamiento irregular, que da lugar a un bosque icotetáneo, donde no hay turno de cosecha, ni tampoco un crecimiento promedio (Von *et al.*, 2004).

2.1.1 Método de selección

El método de selección o de cortas de selección es un método de aprovechamiento irregular, que consiste en la remoción de árboles individuales o por pequeños grupos. Los árboles removidos normalmente son los de mayor edad (Musálem y Fierros, 1996).

Este método imita la dinámica natural de claros, se caracteriza por dos condiciones: Los rodales son icoténeos y la regeneración no pierde la protección de los árboles mayores (López *et al.*, 2003). Particularmente este método es más adecuado para especies tolerantes a la sombra, que puedan establecerse y mantenerse bajo pequeños claros provocados en el dosel (Daniel *et al.*, 1982), aunque con una de sus modificaciones es posible tratar también algunas especies intolerantes.

El método de selección presenta tres variantes principales:

1.- Selección de árboles individuales, donde la regeneración se establece en reducidos y aislados claros, resultantes de la remoción de árboles adultos aislados. Esta variante es apropiada para especies muy tolerantes a la sombra.

2.- Selección en grupos, donde los claros son mayores, para permitir condiciones que favorezcan a especies con demandas de regeneración variadas.

3.- La modificación en fajas, especial para concentrar las cortas de regeneración en determinadas áreas del rodal, con el propósito de aumentar el rendimiento y reducir los daños a la regeneración (Musálem y Fierros, 1996).

Las principales ventajas del método de selección consisten en que permiten mantener bosques icoténeos y alta protección de la regeneración y del suelo. Además, desde el punto de vista estético, los bosques aprovechados con este método lucen muy naturales. Las principales desventajas son que al no aplicarse correctamente, se puede cortar solo lo mejor y dejar lo peor (árboles plagados, mal conformados, etc.), ocasionando la degeneración del bosque y la necesidad de una gran capacidad técnica para su adecuada aplicación (Musálem y Fierros, 1996).

2.1.2 Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares

El Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI), el cual se aplica en el aprovechamiento de la mayoría de los bosques en la Reserva, se lleva a cabo mediante el tratamiento de cortas de selección (Hernández-Díaz *et al.*, 2008).

El MMOBI esta dirigido a obtener y mantener una composición balanceada de edades, conservando la espesura natural del arbolado. Utilizando como criterios de regulación, los incrementos volumétricos y la estructura diamétrica (Jardel, 1985).

La aplicación de las cortas selectivas, se orientan a mejorar el estado sanitario y calidad de los bosques, quitando el arbolado maduro, dañado, mal conformado, plagado o enfermo. En teoría, aplicando este tratamiento se espera un reclutamiento continuo y una regeneración más o menos constante (Jardel, 1985). Con este método se busca un volumen de corta conservador, con el fin de no afectar drásticamente al bosque (Jardel, op.cit.).

La aplicación de este método encontró duras críticas, debido a que puede conducir al bosque a la dominancia de especies tolerantes. Además, como resultado de cortar los mejores árboles y dejar individuos de características no deseables, se puede originar erosión genética (SmartWood, 2001), lo que evidentemente puede influir en la baja productividad de las zonas forestales bajo aprovechamiento y en la salud de los ecosistemas (FAO, 2004).

2.1.3 El ciclo de desarrollo de un rodal después de una perturbación

Con base en Jardel *et al.* (2004), después de la creación de un claro resultante de una perturbación, se presentan cuatro fases:

a) Fase de establecimiento de un rodal. Se establece la primera cohorte de árboles, de rápido crecimiento e intolerancia a la sombra. Los pinos y varios encinos se establecen en estas condiciones.

b) Fase de autoaclareo. Cuando se llena el claro, mueren los árboles que quedaron suprimidos, como resultado de la competencia, produciéndose el auto aclareo del rodal. En esta fase dominan las especies que son buenas competidoras por su rápido crecimiento y adecuación a las áreas abiertas, como los pinos.

c) Fase de iniciación del subdosel. En un dosel cerrado, ya no prosperan las especies heliófilas y empiezan a establecerse especies tolerantes a la sombra, que sí pueden crecer en pequeños claros del dosel. Estas especies van formando un subdosel.

d) Fase de madurez. Los árboles dominantes empiezan a morir, dejando lugar para el crecimiento de las especies tolerantes. Al continuar estableciéndose árboles y arbustos tolerantes a la sombra, se forma un rodal de estratificación compleja, con estructura de edades variables y distribución diamétrica que tiende a una forma de “J invertida”. Esta fase se puede mantener bajo una dinámica de creación de pequeños claros en el dosel, debido a la muerte de árboles individuales o la caída de ramas.

2.1.4 Manejo Forestal Sustentable

El concepto Manejo Forestal Sustentable (MFS), surge por la degradación de los recursos forestales tanto en cantidad como en calidad. Su definición comprende aspectos económicos, ambientales y socioculturales (Tamarit, 2003). El MFS consiste en manejar los bosques como ecosistemas y no como simples productores de madera (FAO, 2003) y se refiere a un manejo forestal que asegure la salud y productividad del bosque a largo plazo y provea un flujo constante de beneficios sociales y económicos, en particular para las comunidades locales (Torres, 2000).

El Manejo Forestal Sustentable es un gran desafío, debido a que no sólo se trata de un problema científico-técnico, que comprende sólo aspectos dasonómicos. Sin duda alguna, los aspectos dasonómicos son de gran relevancia, y ellos definirán la posibilidad física de concretar un MFS. Pero sólo será posible si el escenario local, nacional e internacional resultan favorables a la aplicación de estas prácticas (Merenson, 1999).

En México, los principios de mayor importancia en el manejo forestal sustentable son los siguientes: La conservación de la biodiversidad, el sostenimiento de la capacidad productiva de los ecosistemas forestales, la conservación, protección del suelo y agua, sanidad de los bosques, contribución al ciclo del carbono, obtención de beneficios socioeconómicos múltiples de largo plazo y el respeto al marco jurídico y cultural (CONAFOR, 2006).

2.1.5 Productos Forestales No Maderables

Además de la madera, los Productos Forestales No Maderables (PFNM) constituyen otra importante alternativa de aprovechamiento de los bosques. Los PFNM se pueden definir como los bienes de origen biológico, así como los servicios derivados del bosque, excluida la madera en todas sus formas (Chandrasekharan, 1995). Es decir, los PFNM forman un conjunto de recursos biológicos que generan múltiples beneficios, como por ejemplo: Semillas, hojas, frutos, corteza, resinas, plantas medicinales, hongos y muchos otros, propios de las áreas donde son recolectados (De Beer y McDeermont, 1989; Boege, 2003).

En muchos países del mundo, los PFNM aportan al producto nacional, tanto o más que la madera. Sin embargo, su denominación como productos forestales “menores” evidencia el descuido al que han estado sujetos por muchos años. Utilizados en su mayoría fuera de la economía monetaria, los PFNM han recibido poca atención, específicamente en investigaciones y estadísticas (Alexiades y Shanley, 2004).

En los últimos años, la alarma por la deforestación de los bosques, a incrementado el interés por los productos forestales no maderables (Tapia y Reyes, 2008). Estos pueden ser alternativas de ingreso y potenciales estímulos económicos para frenar la tala y quema de bosques (Conforte, 2000), ya que pueden diversificar y aumentar el valor de los recursos forestales (Tapia y Reyes, 2008). De esta manera, los PFNM pueden contribuir con el desarrollo rural, la conservación y manejo sustentable de los ecosistemas forestales (Marshall *et al.*, 2006).

2.2 Demografía y estructura demográfica

La demografía es una de las herramientas de la ecología de poblaciones y su enfoque consiste en resumir estadísticamente la sobrevivencia, fecundidad y el crecimiento de una población, durante un intervalo de tiempo determinado (Larson, 1992). Originalmente, el término demografía fue aplicado exclusivamente al estudio de poblaciones humanas y por analogía, fue aplicado después en la literatura ecológica al estudio de otras especies de animales y más recientemente al estudio

de las plantas (Córdova, 1985). El objetivo de la demografía de plantas, es reunir los datos que permitan entender la dinámica de las poblaciones (Granados, 2001).

La estructura demográfica es la distribución de individuos en diferentes categorías, pudiendo ser con base en la edad, altura y diámetro (Abundio *et al.*, 2003). La estructura demográfica de una población, está determinada por los procesos asociados al nacimiento, muerte y dispersión de los individuos, incluyendo el sistema de apareamiento y la historia de vida (Slatkin, 1994). Estos procesos, además de determinar la estructura de edades, son los que generan los cambios en el tamaño de la población. Por ello, la estructura demográfica es considerada como un indicador de los procesos de regeneración y conservación de una población (Andrzekcyk y Brzeziecki, 1995). En el caso de los árboles, la estructura demográfica de una población, generalmente se genera utilizando categorías de diámetro a la altura del pecho, a 1.3 m de la superficie del terreno (DAP).

La distribución de las categorías diamétricas del bosque, refleja su estructura demográfica y por tanto, su historia reciente. De esta forma, cuando se encuentran huecos en los histogramas para ciertas clases de tamaño, se puede inferir que corresponden a determinadas épocas de crisis en la dinámica de la población forestal. Por ejemplo, la escasez de regeneración se debe notar por la baja densidad de las clases que representan a los árboles más pequeños (Ajbilou *et al.*, 2003).

Generalmente una población dominada por individuos jóvenes, tiene alto potencial de regeneración y se asocia a tasas mayores de crecimiento poblacional. Una población dominada por individuos adultos y seniles, tiende a desaparecer (Pérez- Salicrup, 2004).

2.3 Cambio de la cubierta vegetal

El término cubierta del suelo, se refiere al tipo de ocupación que existe sobre el mismo. El tipo de ocupación puede originarse de condiciones naturales, como la vegetación (bosques, sabanas, etc.) o a partir de ambientes creados y mantenidos por el hombre, como los cultivos agrícolas o espacios urbanos (Chuvienco, 2007).

El conocimiento de las cubiertas, es un aspecto fundamental para el estudio de los elementos del paisaje, planificación y ordenamiento del territorio. En el ámbito

mundial, una de las principales aplicaciones que han tenido los mapas de cubiertas, ha sido la identificación de cambios en las masas forestales. Por lo general, estos cambios se han presentado en el sentido de pérdida de bosques y selvas (Ramírez, 2001).

De aquí se deriva, la importancia de los análisis de procesos de cambio en la cubierta. Ya que son un medio, con el cual las condiciones pasadas y presentes de los recursos pueden ser comparadas (Ruiz, 2006). Y con ello se pueden conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada (Velázquez *et al.*, 2002).

El cambio de la cubierta vegetal, puede analizarse de forma más eficiente con el uso de técnicas de percepción remota y Sistemas de Información Geográfica (SIG), las cuales son herramientas que se complementan y permiten analizar espacialmente los cambios ocurridos a lo largo del tiempo (López y Bocco, 2001). Una de las fuentes que aportan mejores resultados a la elaboración cartográfica de los cambios en la cubierta, son las fotografías aéreas (Ramírez, 2001).

2.4 Deforestación y degradación

La alteración de la cubierta forestal tiene impactos negativos a diferentes escalas. A escala regional, afecta la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. A escala local, incrementa la pérdida de hábitat y de diversidad biológica, así como la degradación del suelo (Reyes *et al.*, 2003). Uno de los procesos que producen alteración en la cubierta forestal, es la deforestación.

La deforestación puede definirse como la pérdida de la superficie forestal (Montenegro *et al.*, 2004), donde la destrucción del bosque es a gran escala, generalmente para la utilización de la tierra para otros usos no forestales. Entre las principales causas de la deforestación están la expansión de la frontera agrícola y pecuaria, la indefinición en tenencia de la tierra, la dotación de infraestructura y la presión demográfica (Reyes *et al.*, 2003).

Además del fenómeno de deforestación, existe otro proceso de deterioro del recurso: La degradación forestal, la cual a diferencia de la deforestación, consiste en la pérdida de biomasa y da como resultado un bosque empobrecido (Montenegro *et al*, 2004), es decir, una reducción de la calidad del bosque y que, en general, no supone un cambio en la utilización de la tierra.

La degradación de los bosques, es comúnmente determinada por el uso no sustentable de los recursos forestales. En varias áreas, específicamente las de clima templado la extracción de productos suele ser muy superior a la capacidad del bosque para regenerarlos. Esta sobreexplotación da como resultado la fragmentación y degradación de los bosques, procesos considerados como primeras etapas de la deforestación (FAO, 2004). Sin embargo al ser un proceso menos impresionante a simple vista, no recibe la atención que merece (Montenegro *et al*, 2004).

2.5 Reserva de la Biósfera

La comunidad científica nacional e internacional, sugirió la creación de áreas naturales protegidas como una herramienta para conservar la naturaleza (Gómez-Pompa y Dirzo, 1995).

Las Reservas de la Biósfera, son una categoría de área natural protegida, dada por la UNESCO en el contexto de su programa MAB (Man and the Biosphere, 'El Hombre y la Biósfera'). Son áreas biogeográficas relevantes, en las que se encuentran uno o más ecosistemas no alterados significativamente por el hombre y en los cuales habitan especies representativas de la biodiversidad nacional, incluidas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción (Diario Oficial, 2000).

En las Reservas de la Biósfera se busca combinar las actividades de conservación, con el uso sustentable de los recursos naturales, a través de la colaboración local y considerando de carácter fundamental la investigación científica y el monitoreo ambiental. Las Reservas de la Biósfera se conforman por zonas núcleo y de amortiguamiento, en las primeras se establecen fuertes restricciones de utilización de los recursos naturales y sólo se permiten medidas de protección

ambiental. En las zonas de amortiguamiento se permiten agricultura y silvicultura sustentable, así como actividades turísticas de bajo impacto (Brenner, 2006).

Como en cualquier otro programa internacional, es indudable que existe una diferencia entre los planteamientos y los hechos. Estas diferencias se dan incluso entre zonas de un mismo país. Sin embargo, no deben considerarse como fracaso, sino como una muestra de las distintas realidades que existen en los países (Halffter, 1995).

En México, la creación de Reservas de la Biósfera, en muchos casos ha hecho difícil a las comunidades, la generación de incentivos a partir del uso sostenido y conservación de los bosques, lo que consecuentemente, ha favorecido el clandestinaje, de la misma forma en que lo han hecho las vedas (Merino y Segura, 2002).

Debido a estos problemas, ha existido gran controversia respecto a la eficiencia de las ANP como las Reservas de la Biosfera, para conservar los recursos forestales (FAO, 2004).

2.6 Percepción Remota: interpretación de fotografías aéreas

La definición más general de percepción remota (remote sensing) es la obtención de información a distancia (Campbell, 2002). El vocablo en inglés surgió a principios de la década de 1960, para designar cualquier medio de observación remota, por lo que se aplicó fundamentalmente a la fotografía aérea, que en ese entonces era el principal sensor. Actualmente se entiende más como la técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre, desde sensores instalados sobre plataformas espaciales, así como su posterior tratamiento y análisis (Chuvieco, 2007).

Los antecedentes más directos de la percepción remota, se encuentran en las disciplinas que aprovechan la fotografía aérea para fotointerpretación (López y Bocco, 2001).

Las fotografías aéreas son una representación fiel del terreno en el momento de la exposición y contienen información con la que es posible generar productos para el conocimiento del territorio. Por lo cual, la fotografía aérea constituye una herramienta útil para diversas investigaciones, entre las que se encuentran los estudios de los recursos naturales, los cuales se pueden analizar por medio de fotointerpretación (INEGI, 2009). La fotointerpretación es una técnica para analizar la fotografía aérea, con el propósito de identificar los componentes del paisaje y suministrar información de interés (López y Bocco, 2001), en este caso de la cubierta forestal.

2.7 Sistemas de Información Geográfica

Es frecuente que los resultados de la interpretación de imágenes no impliquen el fin del trabajo, sino una fase en la recopilación de información. De esta manera, gran parte de los usuarios de teledetección o percepción remota, tienen que conectar o integrar la información resultante de su trabajo con otras variables geográficas. En este marco, resultan protagonistas los Sistemas de Información Geográfica (SIG; o en la terminología anglosajona, *Geographic Information System*, GIS) (Chuvienco, 2007).

Actualmente, un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un sistema diseñado para ingresar, almacenar, recuperar, manipular y analizar capas de datos geográficos para producir información interpretable (Erdas, 2001). Esto significa que la información que contienen, está referenciada geográficamente, ya se trate de mapas, estadísticas, etc. Por lo que todas estas variables pueden relacionarse de diversas formas (Chuvienco, 2007).

La tarea primordial de un SIG, consiste en apoyar y asistir en la toma de decisiones espaciales, para el manejo y conservación de recursos. Es decir, tiene como objetivo transformar datos geográficos en información para la toma de decisiones ambientales, utilizando herramientas y modelos procedentes de diferentes disciplinas (Erdas, 2001).

3 ANTECEDENTES

3.1 Historia de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca

Para proteger los bosques de la Reserva, se han emitido tres decretos en los años 1980, 1986 y 2000. En un principio, la protección de esta área sólo obedeció a propósitos de conservación de los hábitos migratorios de la mariposa monarca. Tiempo después, una visión más integral del fenómeno, permitió que se pensara en la conservación de los ecosistemas en su conjunto (INE, 1996).

La protección de estos bosques comenzó con el decreto del 9 de abril de 1980, donde se estableció como zona de reserva y refugio de la fauna silvestre, los lugares donde la mariposa Monarca hiberna y se reproduce (Diario Oficial, 2000). Este decreto estableció una veda por tiempo indefinido para la caza y captura de la mariposa monarca y se prohibió el aprovechamiento y utilización de sus productos (CONANP, 2001). Sin embargo, con este decreto no se delimitó una superficie específica (Diario Oficial de la Federación, 1980).

El 9 de octubre de 1986, se declaran áreas naturales protegidas para los fines de la migración, hibernación y reproducción de la mariposa Monarca, así como la conservación de sus condiciones ambientales, una superficie de 16,110 hectáreas (Diario Oficial, 2000), ubicadas entre los Estados de México y Michoacán, en cuya superficie se consideraron cinco santuarios: Cerro Altamirano, Sierra Chincua, Sierra El Campanario, Cerros Chivatí-Huacal y Cerro Pelón, los cuales se subdividieron en zonas núcleo y zonas de amortiguamiento (CONANP, 2001). En las zonas núcleo se prohibieron los aprovechamientos de los recursos forestales, incluyendo el saneamiento forestal. En las zonas de amortiguamiento fue limitada la intensidad de corta en 20% con respecto a la posibilidad de los estudios dasonómicos (Merino, 1999).

No obstante el decreto de 1986, el ANP seguía presentando problemas, entre los que destacan los siguientes: No detenía el deterioro de los recursos naturales, las comunidades locales no mejoraban sus condiciones de vida y no estaba definida en las categorías que establecía la LGEEPA (LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, CONANP, 2001). De esta manera, varios años después el gobierno decidió corregir las deficiencias en el diseño de esta ANP, por lo que finalmente el 10 de noviembre del 2000, se declaró área natural protegida, con el carácter de Reserva de la Biósfera, la región denominada Mariposa Monarca, en dicho decreto se declararon nuevos límites en el área natural protegida, donde se amplió la superficie de la reserva a 56,259 hectáreas y abrió la posibilidad de aprovechamientos de madera muerta y plagada en las zonas núcleo (Diario Oficial, 2000).

El nuevo decreto de la Reserva se acompañó con el establecimiento del Fondo para la Conservación de la Mariposa Monarca (Fondo Monarca-FM). El Fondo Monarca es un capital proporcionado por una fundación privada estadounidense, el gobierno mexicano y los gobiernos de los Estados de México y Michoacán, el cual está dirigido a apoyar a las comunidades afectadas por la creación de las nuevas zonas núcleo (WWF México, 2004) y tiene como fin garantizar la continuidad del fenómeno migratorio de la mariposa monarca (Reyes y Contreras, 2005).

Este capital produce intereses que se entregan a los dueños de los terrenos de la Reserva, que cumplieron con el convenio de no cortar árboles y de colaborar en actividades de conservación. En junio de cada año, se revisan los resultados del monitoreo del estado del bosque y se hacen los pagos correspondientes. Actualmente participan en el Fondo Monarca, 31 de los 38 ejidos propietarios de la zona núcleo (WWF México, 2004).

3.2 Caracterización de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca

3.2.1 Población y actividades productivas

La población es mayoritariamente rural y sobrepasa el medio millón de habitantes (CONANP, 2001). Las principales actividades productivas son:

- Agricultura y ganadería, destinada básicamente al autoconsumo.
- Aprovechamiento forestal, principalmente de *Pinus* y *Abies*.
- Viveros, extracción de minerales, uso tradicional de flora y fauna silvestres (CONANP, 2001).
- El turismo, el cual a pesar de la afluencia de visitantes, no disminuye la presión ni el deterioro de los recursos naturales, tampoco favorece la aceptación de las restricciones de su uso entre las comunidades locales (Brenner, 2006).

3.2.3 Zonificación

Zonas Núcleo: Son las áreas en donde hiberna la Mariposa Monarca. Están constituidas por bosques de oyamel o asociaciones de oyamel y pino, en estas zonas se deben encontrar los recursos naturales mejor conservados (CONANP, 2001) y sólo se autorizarán prácticas de conservación de los ecosistemas, investigación científica y educación ambiental (Diario Oficial, 2000).

Zonas de Amortiguamiento: Son áreas boscosas con diferentes asociaciones de coníferas, en donde el aprovechamiento forestal se realizará solo con un programa de manejo autorizado. En estas zonas se permite la investigación científica, educación ambiental y actividades turísticas. El aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, se llevará a cabo sólo si se conservan o incrementan las poblaciones de las especies aprovechadas y del hábitat del que dependen (CONANP, 2001).

3.2.4 Problemática de la Reserva

De los principales problemas de la Reserva, destacan los siguientes:

La explotación clandestina, o tala ilegal. Motivada principalmente por la presión que ejercen varias industrias sobre los recursos forestales, los escasos estímulos para hacer un buen manejo de los bosques, las malas prácticas de algunos técnicos forestales y la incapacidad de las instituciones correspondientes para combatirlas (Merino y Hernández, 2004).

La tala clandestina es la principal causa de los procesos de deforestación y degradación del bosque. De esta manera, para la región se ha llegado a registrar una tasa promedio anual de deforestación del 0.6%, cifra que ascendió a 1.3 % en la reserva del decreto de 1986 (Giménez *et al.*, 2003). Sin embargo, la perturbación de los bosques de la Reserva no se refleja tanto por los desmontes en gran escala sino por la desaparición paulatina de los bosques, antaño densos, de consecuencias severas para los ecosistemas locales y microrregionales (Ramírez *et al.*, 2003).

No obstante las limitaciones de aprovechamiento establecidas en la Reserva en 1986, prosiguió la tala clandestina, la cual normalmente se realiza por la noche. La tala ilegal es controlada por organizaciones de talamontes, que incluyen gente de la región así como foráneos. Es importante mencionar que la tala clandestina resulta muy atractiva, debido al bajo riesgo que se corre y a las grandes ganancias que se pueden obtener (Brenner, 2006). Por lo que en muchos casos, las necesidades inmediatas de los ejidatarios o comuneros fomentan la tala ilegal, ya sea por individuos de las mismas comunidades o ajenos a ellas.

Vale la pena mencionar que la falta de vigilancia y el bajo costo de las sanciones para este tipo de delitos son las principales causas de la extracción ilegal realizada por individuos externos a las comunidades (FAO, 2004). La tala clandestina no sólo tiene impactos en el bosque, también deteriora las relaciones sociales, por lo que se ha hecho frecuente el uso de armas de fuego (Merino y Hernández, 2004).

Es importante señalar que los bosques de las regiones donde la tala ilegal ha sido persistente, como en los Estados de Michoacán, Puebla y México, han estado sujetos a largas vedas del aprovechamiento forestal. Lo que consecuentemente ocasionó que se fomentaran organizaciones clandestinas, que aún después de que las vedas terminaron, siguieron operando. En este tipo de extracciones, el impacto en la estructura del bosque generalmente es mayor que el de los aprovechamientos forestales legales (Merino y Segura, 2002).

Otra importante fuente de perturbación en la región son los incendios forestales, los cuales suceden de forma natural en los bosques e incluso son necesarios para el funcionamiento del ecosistema. Sin embargo, el hombre puede aumentar su frecuencia normal y dañar seriamente las condiciones de los bosques (SEMARNAT, 2005). Produciendo modificaciones y propiciando el deterioro y debilitamiento de los recursos forestales, que se hacen más vulnerables a plagas, enfermedades y el clandestinaje (CONANP, 2001). Particularmente se ha encontrado que los incendios son más frecuentes en bosques alterados, durante los años de sequía (SEMARNAT, 2005).

Las plagas forestales, son patógenos que causan daños mecánicos o fisiológicos a los árboles, como deformaciones, disminución del crecimiento, debilitamiento o la muerte, con impactos ecológicos, económicos y sociales importantes (SEMARNAT, 2005). Estas plagas, son consideradas como un factor relevante de degradación de los bosques de clima templado. La principal razón de su propagación, es el largo tiempo que en ocasiones demora su control (FAO, 2004).

Las principales plagas en la reserva son las siguientes: Los insectos descortezadores del pino (*Dendroctonus mexicanus*, *D. adjunctus*, *D. parallelocolis* y *D. Valens*), el descortezador del oyamel (*Scolytus aztecus* y *Pseudohylesinus variegatus.*), los barrenadores de brotes y yemas (*Eucosoma sonomana* y *Rhyacionia frustrana*), la mariposa resinera (*Synanthedon cardinales*), el defoliador del pino (*Neodiprion vallicola*), el barrenador del cono (*Conophthorus sp.*), además de las plantas parásitas como el muérdago enano (*Arcenthobium globosum*) y el muérdago verdadero *Psittacanthus spp.* (CONANP, 2001).

Otros problemas que enfrenta la Reserva, son los relacionados con la tenencia de la tierra, la falta de un manejo apropiado para los bosques (Merino, 1999), la reducida capacidad para generar valor agregado en la producción agropecuaria y forestal, el pobre desarrollo de la industria y los servicios, la falta de oportunidades de empleo (CONANP, 2001).

3.3 Características de los principales géneros arbóreos de la reserva

3.3.1 Género *Pinus*

Las especies de este género, comúnmente llamado “pino”, son intolerantes a la sombra. Estas especies se establecen normalmente en claros y en condiciones soleadas (Barton y Merino, 2004).

Según Rzedowski (1982), la mayoría de las especies del género posee inclinaciones hacia los climas templados a fríos y los suelos ácidos. Dentro de estas zonas, el género *Pinus* compite con los géneros *Quercus* y a veces con *Abies*, *Juniperus* y *Alnus*. La semejanza de los requerimientos ecológicos de pinos y encinos tiene como consecuencia que ambos géneros ocupen hábitats similares y formen relaciones sucesionales, por lo que frecuentemente forman bosques mixtos. Por esta razón muchas veces se decide unir a los géneros *Pinus* y *Quercus* en un solo tipo de vegetación no obstante las grandes diferencias entre ellos.

La mayoría de las especies de este género se encuentra en altitudes entre 1500 y 3000 msnm. Generalmente son resistentes a heladas, sequías, incendios, pastoreo y a otros daños.

Sin embargo pueden desaparecer frente a la competencia de otras asociaciones vegetales mejor adaptadas. Las especies del género *Pinus*, con frecuencia se encuentran asociadas con otras de los géneros *Quercus*, *Abies*, *Arbutus*, *Prunus*, *Alnus*, *Clethra* y *Cupressus*.

De las especies del género *Pinus* se obtienen los mayores volúmenes de madera (Madrigal, 1994), esto por la demanda de su madera (Rzedowski *et al.*, 2001), la facilidad del aprovechamiento, el rápido crecimiento de muchas de las especies y por la extensa área de distribución. Sin embargo, el manejo forestal inadecuado, la extracción ilegal, las plagas, los incendios y el cambio de uso de suelo, son factores importantes en la disminución de varias poblaciones de *Pinus*, que pueden desaparecer localmente (Rzedowski, 1982). En la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca se encuentran las siguientes especies: *Pinus pseudostrobus*, *P. hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. teocote*, *P. michoacana* y *P. rudis* (Cornejo *et al.*, 2003; CONANP, 2001).

3.3.2 Género *Abies*

Las especies de este género, comúnmente llamado “oyamel”, son de rápido crecimiento y tolerantes a la sombra, por esta última característica al género *Abies* se le conoce como umbrófila, aunque sería más apropiado decir que resiste bien el mantenimiento prolongado de la sombra, ya que también regenera muy bien en espacios abiertos (González-Molina y Piqué, 2003). El género *Abies* en condiciones óptimas crea un dosel cerrado que obscurece al sotobosque, lo que inhibe el desarrollo de los estratos arbustivo y herbáceo. La presencia de arbustos esta frecuentemente asociada a las condiciones de perturbación, ya sea natural o inducida, lo que favorece el desarrollo y diversificación de esos estratos (Madrigal-Sánchez 1967; Giménez y Ramírez, 2004).

Aunque el género *Abies*, por ser tolerante a la sombra, se adapta bien a una estructura irregular, ocasionalmente esta se dirige en ausencia de aprovechamientos forestales hacia la monoestratificación. Lo que puede provocar una menor estabilidad frente a perturbaciones (Aunós y Blanco, 2006).

La distribución geográfica del género *Abies* es dispersa y localizada. Este género esta restringido a sitios de alta montaña, por lo general entre 2400 y 3600 m de altitud.

El género *Abies* requiere condiciones de alta humedad y se encuentra principalmente sobre sustratos geológicos de origen volcánico como andesitas y basaltos. Frecuentemente el género *Abies* se presenta en masas puras, aunque también se le puede encontrar con otras especies, sobre todo de los géneros *Pinus*, *Quercus* y *Cupressus* (Madrigal-Sánchez 1967).

Desde el punto de vista económico, el género *Abies* es de gran relevancia, pues es la materia prima preferida por la industria de la celulosa y el papel (Rzedowski *et al.*, 2001). En menor escala se utiliza como combustible, para construcción y para aserrar. Las perturbaciones más importantes en estos bosques son ocasionadas por la tala ilegal, plagas, incendios y el cambio de uso de suelo (Sánchez-González *et al.*, 2005). En la RBMM sólo se encuentra una especie, *Abies religiosa*. Es importante mencionar que en la región es muy común el renuevo de *Abies religiosa*. También suele encontrarse parasitada por el “injerto” *Arceuthobium abitis-religiosae*, aunque pocas veces provoca la muerte de los árboles (Madrigal-Sánchez, 1994).

3.3.3 Valor comercial de las principales especies comerciales maderables en la región.

Las especies dominantes de la Reserva, (*Pinus spp.* y *Abies religiosa*), son también las especies maderables de mayor valor comercial de la región. Otras especies que también son aprovechadas, aunque en menor proporción son las del género *Quercus* y de otras latifoliadas (árboles de hoja ancha), lo cual se muestra en los volúmenes de extracción de la zona Oriente de Michoacán en los últimos 10 años (COFOM, 2009).

Cuadro 1. Volúmenes de extracción de los principales géneros comerciales en la zona Oriente de Michoacán. Fuente: COFOM, 2009.

Año	Volumen m ³			
	<i>Pinus</i>	<i>Abies</i>	<i>Quercus</i>	O. Latifoliadas
1999	52,208.00	13,473.00	9,133.00	3,695.00
2000	66,379.00	15,182.00	11,876.00	1,566.00
2001	119,055.27	10,199.14	13,620.71	15,692.56
2002	137,041.48	10,824.81	18,462.40	1,667.87
2003	81,687.33	16,391.63	23,649.56	2,357.60
2004	83,336.58	43,184.44	10,657.78	3,114.02
2005	50,323.17	5,428.09	8,988.80	952.68
2006	50,150.59	464.42	7,666.38	586.84
2007	156,715.55	30,308.84	36,482.60	5,062.38
2008	119,860.92	27,401.60	24,589.88	2,602.60
TOTAL	916,757.88	172,857.97	165,127.09	37,297.54

Los precios actuales de las especies de los principales géneros, se desglosan como sigue:

Cuadro 2. Precios actuales de la madera para los géneros comerciales de la Reserva de la Biósfera (pesos/ metro cúbico). Fuente: Méndez, 2007.

Producto	Género	Derecho de monte	Derribo, elaboración y troceo	Transporte	Total
	<i>Pinus</i>	900	70	100	1070
Rollo	<i>Abies</i>	700	70	100	870
Comercial	<i>Quercus</i>	400	70	100	570
	O. Hojosas	400	70	100	570

3.4 La tenencia colectiva de la tierra

El 85% de los recursos forestales de la RBMM, corresponden a bienes comunales: ejidos y comunidades indígenas (CONANP, 2001; Martín, 2002). Los bienes comunales o comunes, son aquellos que son poseídos por muchas personas o por nadie (Nebel *et al.*, 1999). Estos bienes generan cantidades limitadas de producto, de tal forma que su uso por una persona disminuye la cantidad disponible para otros (Ostrom, 1997).

La teoría de la tragedia de los bienes comunes, sostiene que un bien o recurso común y de libre acceso puede resultar en la sobreexplotación y degradación de ese recurso y la ruina para todos. Esto debido a que cada integrante de la comunidad que comparte los bienes comunes, buscará obtener las mayores ganancias, favoreciendo el agotamiento eventual de los recursos (Hardin, 1968). Esta idea se ha convertido en la explicación más aceptada de la sobreexplotación de los recursos de posesión comunal (Feeny *et al.*, 1997).

Sin embargo, existe gran número de casos de grupos, que han sido capaces de manejar sus recursos comunes sin provocar deterioro (Feeny *et al.*, 1997; Martín, 2002). Al respecto Ostrom (1997) explica que la tragedia de los bienes comunes sólo sucederá en recursos comunes de libre acceso, donde no se establece un sistema efectivo de manejo. Para evitar la tragedia de los comunes, las instituciones comunales deben ser sólidas y presentar características que aumenten la probabilidad de un manejo sostenible de los recursos, como son los límites claramente definidos del recurso, reglas congruentes, acuerdos colectivos, supervisión de los recursos y de la conducta de los usuarios, sanciones proporcionales para castigar el incumplimiento de los arreglos, mecanismos para resolver conflictos y la organización en varios niveles en la toma de decisiones, cuando la colectividad es grande.

3.5 Estudios demográficos del arbolado

Murillo (2006) hizo una comparación de la estructura demográfica de *Guaiaacum sanctum*, especie en peligro de extinción, en un sitio de conservación y otro aprovechado legalmente con el método de cortas de selección en el estado de Campeche, donde encontró una cantidad superior de plántulas en el sitio con manejo. En general, la densidad total de individuos fue buena en las dos poblaciones. Ambas presentaron individuos en todas las categorías de tamaños y un modelo de “J” invertida, lo cual sugiere que en estas poblaciones, se presenta un buen potencial regenerativo.

Ávila (2000) estudió las características demográficas del bosque de *Abies hickelii* en el Pico de Orizaba, Veracruz, a lo largo del gradiente altitudinal del bosque y obtuvo las siguientes conclusiones: La repoblación presenta mejores características en sitios más abruptos y protegidos, así como la mayor densidad de árboles adultos se encuentra en los sitios más protegidos; la tasa de crecimiento de la población es buena, sin embargo, por sitio puede tender a la extinción de la especie bajo las formas actuales de manejo y el mantener claros en el bosque, es importante para asegurar el buen establecimiento de la repoblación.

González-Molina y Piqué (2003), realizaron un análisis de la regeneración natural en un bosque mixto de *Abies alba*, *Pinus sylvestris* y *Pinus uncinata* en el Pirineo Catalán, España. Esta masa forestal ha tenido un aprovechamiento con cortas de entresaca, que generan pequeños huecos en el dosel, donde se encontró que la mayor parte de la regeneración se presenta en zonas abiertas (bajo los huecos del dosel), especialmente de *Pinus sylvestris* y que domina la regeneración de *Abies alba* frente a las otras dos especies.

Lugo (2009) analizó la estructura de la vegetación en dos comunidades de la Reserva Mariposa Monarca (Cerro Prieto y El Paso), donde encontró una estructura en forma de “J” invertida, caracterizada por un gran número de individuos en estadio de plántulas y un número decreciente de los mismos conforme aumentaba su talla, lo cual indicó la presencia de una masa forestal irregular que fue intervenida para la extracción selectiva de árboles.

3.6 Estudios de las cubiertas forestales

Estos bosques han sufrido degradación constante desde 1950 (Merino, 1999).

Brower *et al.* (2002) utilizaron fotografías aéreas de 1971, 1984 y 1999, que permitieron generar índices de degradación forestal en el área protegida, donde encontraron índices anuales de 1.7 % de 1971 a 1984 y de 2.4 % de 1984 a 1999. En este último periodo, se observó un aumento en el índice de degradación forestal por el decreto de 1986. Sin embargo, en otros estudios se observó que sí había deterioro forestal, pero este no era uniforme en la Reserva. Algunos predios conservaron sus bosques, mientras que otros practicaban la tala ilegal o el cambio de uso del suelo (Martin, 2002).

Más recientemente, Ramírez *et al.* (2003), analizaron fotografías aéreas de 1971, 1994 e imágenes de satélite Landsat 7 ETM+ del año 2000 en una zona de 45,439 ha de bosque y concluyeron que de 1971 al año 2000 se habían degradado, perdido y perturbado 3006 ha (7%). La mayor degradación ocurrió en el Predio de San Cristóbal, cuyos propietarios quemaron el bosque como respuesta al decreto de 1986.

4 ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Características generales del área de estudio.

4.1.1 Descripción de la zona

La Reserva de la Biósfera se localiza en el Eje Neovolcánico, entre los Estados de México y Michoacán; en el Estado de México incluye los municipios de Temascalcingo, San José del Rincón (anteriormente parte de San Felipe del Progreso), Donato Guerra y Villa de Allende, así como los municipios de Contepec, Senguio, Angangueo, Ocampo, Zitácuaro y Aporo en el Estado de Michoacán (Figura 1). Tiene una superficie de 56,259 ha y está integrada por tres zonas núcleo con superficie de 13,551 ha y rodeadas por una zona de amortiguamiento, con superficie de 42,707 ha (Diario Oficial, 2000).

Los paisajes de la RBMM se caracterizan por valles y montañas, con altitudes entre 2400 y 3600 msnm (Cornejo e Ibarra, 2008). El clima dominante es templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw), con temperaturas medias anuales entre 8 y 22°C y precipitaciones promedio entre 700 y 1250 mm. Los suelos predominantes son andosoles y en menor extensión acrisoles y planosoles, feozem, litosoles, luvisoles, cambisoles, regosoles y vertisoles (Lugo, 2009). En las áreas ocupadas por bosque, los colores del suelo son oscuros, debido a la gran cantidad de materia orgánica; por otra parte, los suelos sin cubierta vegetal son susceptibles de erosionarse (Cornejo e Ibarra, 2008). Lo accidentado del relieve, el predominio de fuertes pendientes y la permeabilidad de los suelos, hacen de la Reserva una zona relevante para la recarga de acuíferos, que nutren 23 manantiales, ocho presas y numerosos cuerpos de agua que abastecen centros urbanos y localidades de la región, así como a las ciudades de México y Toluca (CONANP, 2001).

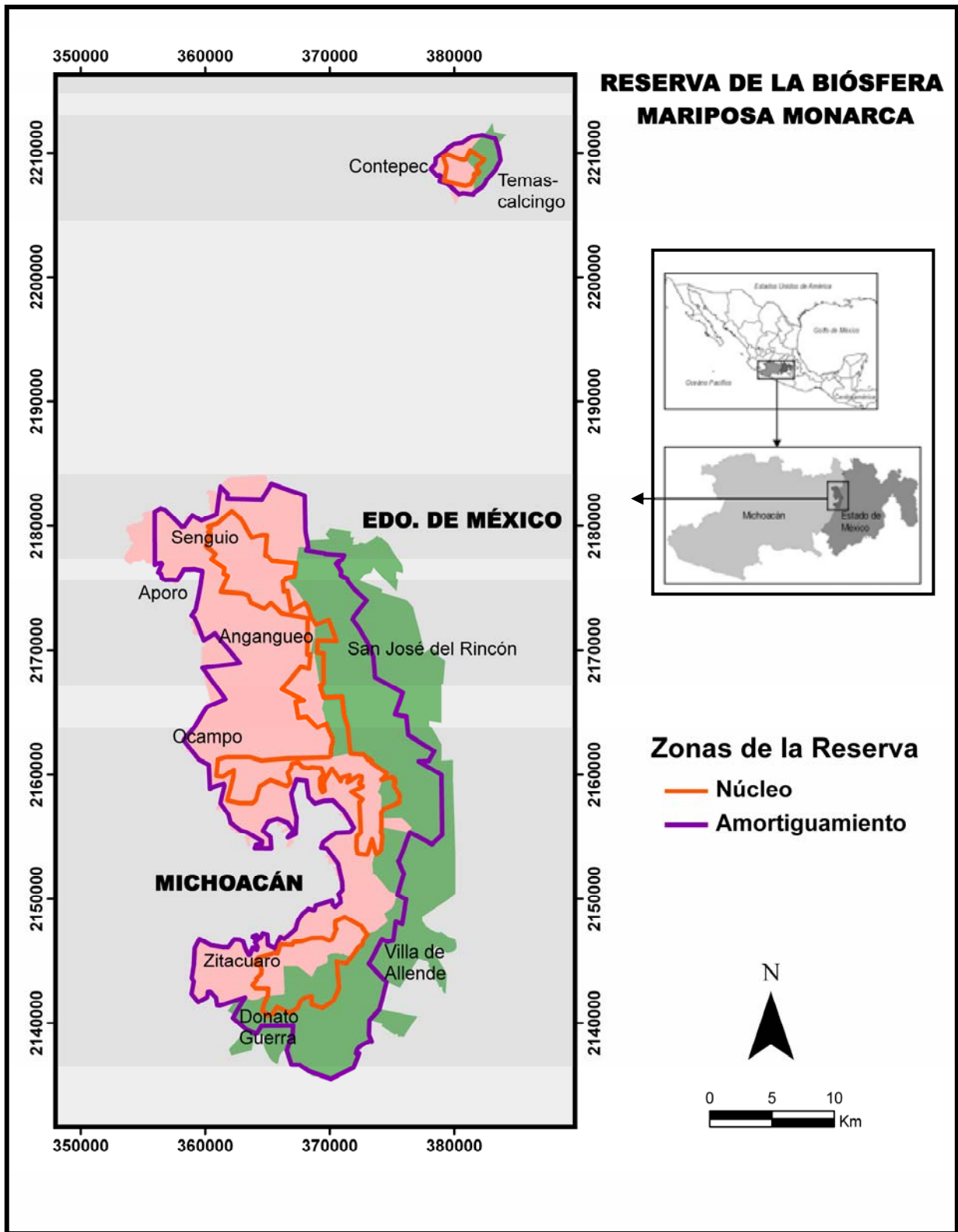


Figura 1. Localización de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca. Los polígonos en color verde representan al Estado de México y los rosa al Estado de Michoacán.

4.1.2 Vegetación

Esta área se caracteriza por un ecosistema compuesto por el bosque de coníferas (*Abies*, *Pinus* y *Cupressus*) y bosques mixtos de coníferas y latifoliadas (*Quercus*, *Alnus*, *Arbustos*, etc; Madrigal-Sánchez, 1994; Giménez *et al.*, 2003).

Los principales tipos de vegetación en la Reserva son los siguientes:

Bosque de *Abies* (oyamel). Es la comunidad vegetal predominante en las zonas núcleo de la Reserva. La especie dominante es *Abies religiosa* (oyamel), la cual puede llegar a medir hasta 40 m de altura (Cornejo e Ibarra, 2008). Estos bosques, actúan como hábitat de refugio y protección de la mariposa durante su estancia invernal (Giménez y Ramírez, 2004). Se presentan aproximadamente entre 2700 y 3100 m de altitud y por abajo de esta altitud es sustituido por la comunidad de *Pinus-Quercus*. La tala clandestina y el avance de la frontera agrícola está perjudicando la representatividad de estos bosques en la región (Giménez *et al.*, 2003).

Bosque de *Pinus-Quercus*. Es la comunidad vegetal más común en la Reserva (Zubieta, 2007). Se trata de una agrupación arbórea, compuesta principalmente por *Pinus pseudostrobus*, *Quercus laurina*, *Abies religiosa*, *Alnus arguta*, *Ternstroemia lineata*, *Salix paradoxa*, *Quercus rugosa*, *Pinus montezumae* y *Clethra mexicana*. El rango altitudinal varía entre 2500 y 3100 m de altitud, en laderas de pendientes variables y sin una preferencia clara en orientación. Debido a la gran cantidad de poblaciones en esta franja altitudinal, se presenta una importante presión sobre los recursos forestales, lo que provoca la perturbación de los bosques de *Pinus-Quercus*. La tala, entresacas, pastoreo, fuego y cambio de uso de suelo son actividades frecuentes que inciden en este tipo de bosque (Giménez *et al.*, 2003).

En menor proporción se encuentran los siguientes tipos de vegetación:

Bosque de encino. La altitud a la que se encuentra es de 2300 a 3000 m.s.n.m (Cornejo e Ibarra, 2008), cubre una superficie importante en el Cerro Altamirano y Cerro Pelón, en su extremo oeste (INE, 1996).

Bosque de *Cupressus*. Se ubica en pequeñas áreas, principalmente en el Cerro Pelón, en zonas con pendientes moderadas y cañadas (INE, 1996), entre los 2,400 y 2600 msnm (CONANP, 2001).

Bosque de pino. Se encuentra en porciones reducidas de la superficie de la Reserva, en áreas con pendientes de moderadas a fuertes (INE, 1996) y altitudes entre 1500 y 3000 m (CONANP, 2001).

Bosque mesófilo de montaña. Este tipo de vegetación se encuentra en áreas restringidas y forma complicados gradientes con otros tipos de vegetación, en cauces y cañadas de cerro Pelón y Chincua a una altitud de 2300 a 2750 m (Cornejo e Ibarra, 2008).

4.1.3 Fauna

Los taxa más importantes son: la mariposa monarca (*Danaus plexippus*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el coyote (*Canis latrans*), la comadreja (*Mustela frenata*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), conejos (*Sylvilagus spp.*), cuervos (*Corvus corax*), el zopilote de cabeza roja (*Cathartes aura*), el tecolote (*Bubo virginianus*), colibríes, reptiles y anfibios (INE, 1996).

4.2 Los Predios de estudio

Debido a las limitantes de tiempo y recursos de la presente investigación, el trabajo se tuvo que acotar al análisis de los siguientes predios (los criterios de elección se describen en la sección metodológica):

San José Corrales: Ejido ubicado en Sierra Chincua, en la parte central de la Reserva de la Biósfera, correspondiente al municipio de Senguio en el Estado de Michoacán. Tiene una superficie aproximada de 585 ha (Ramírez *et al.*, 2008).

En el año de 1986, el predio tenía la mayor parte de superficie en el área libre (fuera de los límites de la RBMM) y sólo una pequeña parte en la zona de amortiguamiento. Actualmente el predio se encuentra totalmente dentro del área de amortiguamiento y cuenta con bosques de *Abies* y *Pinus-Quercus* (Ramírez *et al.*, 2008). Tiene aprovechamiento forestal legal registrado desde el año 1996, con el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI) (Méndez, 2007), sin embargo, los ejidatarios comentan que este predio tiene aproximadamente 40 años de aprovechamiento (Rojas, 2009. *com. pers.*), lo que puede ser cierto, aunque no se pudo corroborar legalmente, debido a que SEMARNAT tiene sólo los programas de manejo más recientes, ya que después de 10 años se desechan.

San José Corrales, actualmente cuenta con 110 ejidatarios y 1000 familias (Rojas, 2009. *com. pers.*).

Jesús Nazareno: Ejido ubicado en Sierra Chincua, parte central de la Reserva de la Biósfera, correspondiente al municipio de Senguio en el Estado de Michoacán. Tiene una superficie de alrededor de 205 ha (Ramírez *et al.*, 2008). En el año de 1986, el predio tenía una zona núcleo, una zona de amortiguamiento y un área libre compuesta principalmente de cultivos.

Actualmente la mayor parte del predio se encuentra dentro de la zona núcleo (172 ha) y solamente una menor proporción del predio corresponde a la zona de amortiguamiento (33 ha). La zona núcleo tiene bosques de *Abies* y *Pinus- Quercus*, mientras que la zona de amortiguamiento esta representada principalmente por cultivos (Ramírez *et al.*, 2008), motivo por el cual el predio no se aprovecha actualmente, aunque en mayo del 2000 tuvo programa de manejo autorizado

(SEMARNAT, 2009), sin embargo, este no duró mucho tiempo porque ese mismo año con el nuevo decreto se amplió la zona núcleo del predio (Diario Oficial, 2000), por lo que el programa de manejo tuvo que ser cancelado para incorporarse al pago por conservación del Fondo Monarca. Este ejido actualmente lo constituyen 16 ejidatarios (Miranda, 2009. com. pers).

San Juan Xoconusco: Comunidad Indígena ubicada en Cerro Pelón, en la parte sur de la Reserva de la Biósfera, correspondiente al municipio de Donato Guerra en el Estado de México. Es el predio más grande analizado y tiene una superficie de 1974 ha (Ramírez *et al.*, 2008).

En el año 1986, la mayor parte de la comunidad se encontraba en el área libre, también contaba con una zona de amortiguamiento y una muy pequeña zona núcleo. Actualmente la mayor parte de la comunidad se encuentra en la zona de amortiguamiento (1806 ha) y en menor proporción por una zona núcleo (168 ha). La zona de amortiguamiento está representada casi en su totalidad por bosque de *Pinus- Quercus* y en menor proporción de bosque de *Abies*, mientras que la zona núcleo está representada mayormente por bosque de *Abies* y en menor proporción por bosques de *Pinus-Quercus* (Ramírez *et al.*, 2008). Este predio empezó a aprovecharse en el año 1996 con el “Sistema Integral de Manejo de Bosques y Aplicaciones Terrestres” (SIMBAT), basado en el método de Selección, que al igual que el (MMOBI) esta dirigido a la remoción del arbolado maduro, generalmente los árboles más grandes y viejos, especialmente sujetos mal conformados, dominados, enfermos y dañados, ya sea de forma individual o en grupos pequeños (Secretaría de Desarrollo Agropecuario Protectora de Bosques, 1996). San Juan Xoconusco actualmente cuenta con 211 ejidatarios (López, 2009. com. pers).

Mesas Altas de Xoconusco: Ejido ubicado en Cerro Pelón, parte sur de la Reserva de la Biósfera, correspondiente al municipio de Donato Guerra en el Estado de México. Tiene una superficie de 380 ha (Ramírez *et al.*, 2008).

En el año 1986 el predio contaba con una zona de amortiguamiento y una zona núcleo, de superficies similares.

Actualmente la mayor parte del ejido se encuentra en el área de amortiguamiento (215 ha), la cual tiene bosques de *Abies* y en menor proporción bosques de *Pinus- Quercus*. El área núcleo del ejido tiene una superficie de 165 ha, en la cual predomina el bosque de *Abies* y en mucho menor proporción se encuentra al bosque de *Pinus- Quercus* (Ramírez *et al.*, 2008). Ambos tipos de vegetación (bosques de *Abies* y de *Pinus-Quercus*) tienen individuos de *Cupressus*. El predio tiene aprovechamiento legal desde el año 1997, con el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (Martínez, 2008). Mesas Altas de Xoconusco actualmente cuenta con 41 ejidatarios y 123 familias (Camacho, 2009. com. pers).

5 METODOLOGÍA

5.1 Elección de las zonas y predios de estudio

En la Reserva de la Biósfera, con ayuda de la serie cartográfica Monarca (Ramírez *et al.*, 2008) y con la base de datos de los predios con y sin programa de aprovechamiento forestal legal proporcionado por la SEMARNAT, se seleccionaron cinco zonas para documentar la estructura demográfica de *Abies religiosa* y *Pinus spp* donde los criterios que se utilizaron para la elección de las zonas fueron los siguientes: 1.- Que se encontrarán dentro de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca. 2.- Que contarán con una cubierta forestal formada por bosques de *Abies* y/o *Pinus-Quercus* 3.- Que fueran representantes de las siguientes condiciones de manejo: Bosque de *Abies* y *Pinus-Quercus* de conservación y aprovechados legalmente y 4) Que se encontraran por lo menos en dos de los cinco conjuntos montañosos que conforman la Reserva.

Las zonas elegidas mediante estos criterios quedaron en los siguientes predios: San José Corrales, Jesús Nazareno, San Juan Xoconusco y Mesas Altas de Xoconusco (Cuadro 3), por lo que estos predios, fueron los utilizados para realizar el análisis espacial.

Cuadro 3. Ubicación de las zonas y predios de estudio dentro de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca.

Sierra Chincua, Michoacán	Cerro Pelón, Estado de México
Zona Núcleo	Zona Núcleo
Conservación de bosques de <i>Abies</i> y <i>Pinus-Quercus</i>	Conservación de bosques de <i>Abies</i> y de <i>Pinus- Quercus</i>
Predio: Jesús Nazareno	Predio: San Juan Xoconusco
Zona de Amortiguamiento	Zona de Amortiguamiento
Aprovechamiento de bosques de <i>Abies</i> y <i>Pinus-Quercus</i>	Aprovechamiento de bosques de <i>Abies</i> .
Predio: San José Corrales	Predio: Mesas Altas de Xoconusco
	Aprovechamiento de bosques de <i>Pinus-Quercus</i> .
	Predio: San Juan Xoconusco.

5.2 Estructura demográfica

Para cada una de las zonas elegidas, se llevaron a cabo tres censos poblacionales para el género *Abies*, en bosques de *Abies* y tres censos para el género *Pinus* en bosques de *Pinus-Quercus*, debido a que en la Reserva son muy pocas las masas puras de *Pinus* y generalmente se encuentra al género *Pinus* asociado a *Quercus*. Aplicando el siguiente método de muestreo:

5.2.1 Parcelas circulares

En cada sitio se estableció una parcela circular de 1000 m² (González y Piqué, 2003; Forest Service. U.S Department of Agriculture, 2005). En toda la parcela se registraron todos los árboles mayores a 1.5 m de altura. Para cada árbol se midió el diámetro a la altura del pecho 1.3 m (DAP), con una cinta diamétrica y la altura total del árbol mayor con un clinómetro y a partir de esta medición se estimaron las alturas de los árboles restantes de la parcela. Dentro de la parcela se delimitó una subparcela de 100 m² donde se midió la altura a todos los individuos (plántulas e

individuos jóvenes) de 0.5 m a 1.49 m de altura. Finalmente los individuos menores a 0.49 m de altura se midieron en tres cuadrantes de $1 \times 1 \text{ m}^2$, distribuidos dentro de la parcela de 1000 m^2 , debido a la gran abundancia de estos individuos en algunas parcelas (Figura 2).

Es importante mencionar que todos los sitios destinados a la conservación, tienen entre 30 y 35 años que no se extrae madera (Miranda, 2009; López 2009, com. per). Además, todos los sitios aprovechados de *Abies religiosa* y *Pinus spp.*, fueron manejados con el método de selección individual o en grupos pequeños (2 ó 3 árboles). El muestreo se realizó en lugares donde se habían hecho aprovechamientos hace 8 ó 10 años. Es decir, se realizó el muestreo en parcelas que permitían ya evaluar la regeneración.

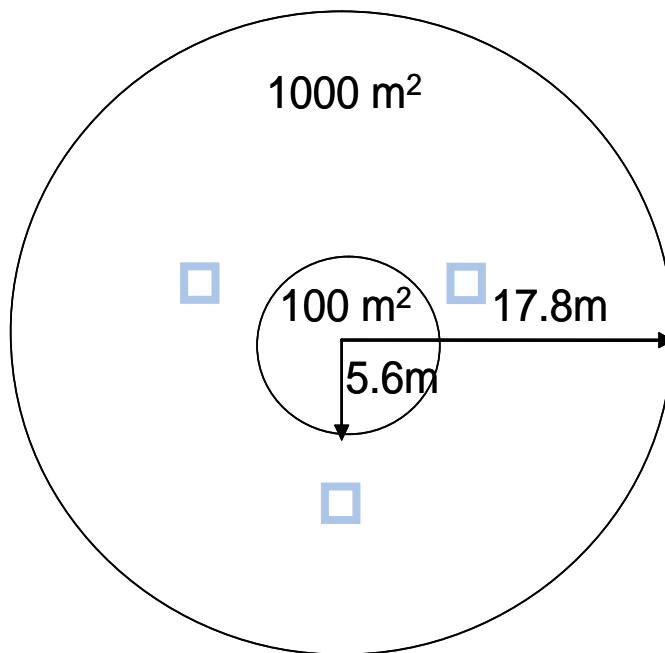


Figura 2. Esquema de muestreo de los sitios.

En total se hicieron censos en 24 parcelas mediante este método (Cuadro 4, Figura 3), donde también se identificaron las especies en campo con la ayuda de un experto.

Cuadro 4. Diseño de muestreo para documentar la estructura demográfica de *Abies religiosa* y *Pinus spp.* dentro de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca.

Conjunto montañoso	Estado	Predio	Estatus actual	Bosque	Parcelas
S. Chincua	Michoacán	Jesús Nazareno	Conservación	<i>Abies</i>	3
S. Chincua	Michoacán	Jesús Nazareno	Conservación	<i>P-Q</i>	3
S. Chincua	Michoacán	San José Corrales	Aprovechamiento	<i>Abies</i>	3
S. Chincua	Michoacán	San José Corrales	Aprovechamiento	<i>P-Q</i>	3
Cerro Pelón	Edo. Méx.	San Juan Xoconusco	Conservación	<i>Abies</i>	3
Cerro Pelón	Edo. Mes	San Juan Xoconusco	Conservación	<i>P-Q</i>	3
Cerro Pelón	Edo. Mes	Mesas Altas Xoconusco	Aprovechamiento	<i>Abies</i>	3
Cerro Pelón	Edo. Mes	San Juan Xoconusco	Aprovechamiento	<i>P-Q</i>	3

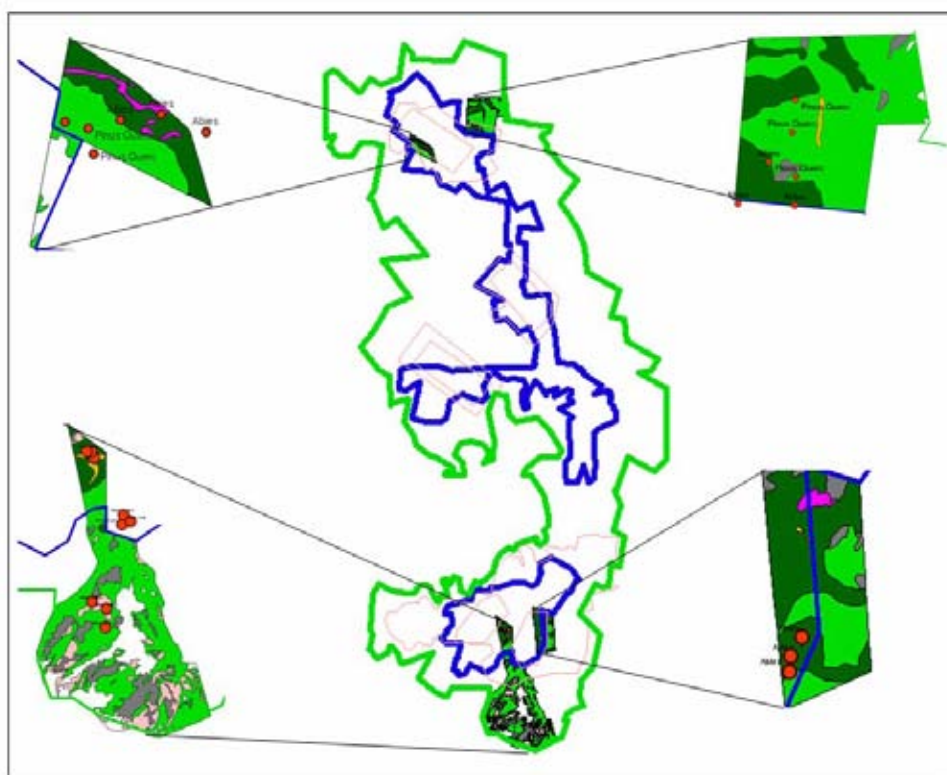


Figura 3. Localización de los predios y parcelas de estudio. La línea azul representa la zona núcleo y la verde la zona de amortiguamiento del decreto del 2000. Las líneas delgadas color rosa representan la delimitación del decreto de 1986, los polígonos internos son la zona núcleo y los externos la zona de amortiguamiento.

Se observa en la Figura 3, que hay algunos puntos de muestreo que salen de los predios, esto se debe a que el mapa de predios disponible, muestra sólo la ubicación aproximada de los límites de las propiedades. Se utilizó este mapa, ya que es el mismo que se consideró para la delimitación del decreto del 2000 y es el que se usa para el monitoreo para el pago del Fondo Monarca (WWW, 2004). Cabe señalar que en la fecha de ese decreto eran muy pocos los predios en los que se habían llevado a cabo los levantamientos oficiales del Programa de Certificación de Predios Rurales (PROCEDE) del Registro Agrario Nacional (RAN). Incluso, en la actualidad el PROCEDE no ha completado el levantamiento oficial de todos los predios que conforman la Reserva.

Con la información de las parcelas circulares, se obtuvieron valores de densidad por hectárea para tamaños específicos. Para cada sitio se obtuvo la estructura de las poblaciones descritas mediante un histograma de frecuencias por categoría de altura y DAP, la cual se dividió en las siguientes categorías: Plántulas (individuos < 0.49 m altura), Brinzales (individuos de 0.5-1.49 m de altura) y Árboles (individuos > 1.50 m de altura); estos últimos fueron agrupados en las siguientes categorías diamétricas, con intervalos de 10 cm: <9.9, 10– 19.9, 20–29.9, 30–39.9, 40–49.9, 50–59.9, >60. Finalmente con el fin de obtener la estructura demográfica de *Abies religiosa* y especies de *Pinus* ya no por sitios, sino por zonas, se hizo un promedio de las tres replicas.

5.2.2 Análisis estadístico de las poblaciones de *Abies religiosa* y de *Pinus spp.*

Una vez obtenidos los valores de diámetro y altura para todos los árboles, se realizó un análisis de correlación entre la altura y el DAP para determinar si existía relación entre estas variables y así utilizar solamente el diámetro en los análisis posteriores. Una vez hecha la correlación se hicieron pruebas de normalidad para las variables diámetro promedio, densidad y área basal.

Finalmente se hicieron pruebas de varianza (ANOVA) para evaluar las diferencias entre sitios destinados a la conservación y aprovechados de *Abies*

religiosa y *Pinus spp.*, así como entre Sierra Chincua, Michoacán y Cerro Pelón Estado de México, considerando un valor de $P \leq 0.05$ como significativo.

5.3 Cambios en la cubierta vegetal 1971, 1983, 1994, 2003.

Para la evaluación de la dinámica espacial y temporal de la cubierta de los predios elegidos, se realizaron mapas de procesos de cambio, con la siguiente metodología:

5.3.1 Materiales

El material para la elaboración de los mapas de cubiertas vegetales, consistió en:

- Fotografías aéreas impresas en blanco y negro, escala 1:50,000, año 1971 (INEGI).
- Fotografías aéreas impresas en blanco y negro, escala 1:37,000, año 1983 (INEGI).
- Ortofotos digitales E14A26 a, b, d, e y E14A36 a, b, d, e, 1994, dos metros de resolución (INEGI, 2000).
- Ortomosaicos en color de Cerro Pelón y Chincua del año 2003, un metro de resolución (FMCN-WWF, 2003).
- Curvas de nivel, conjuntos vectoriales 1:50 000 E14A26 y E14A36 (INEGI, 2000a).
- Mapa digital de los predios de la reserva (FMCN-WWF, s/f).
- Programa de procesamiento digital de imágenes ERDAS Imagine 8.6 (Modulo Orthobase y Stereo)
- Programa SIG ArcView 3.2
- Programa Photoshop

5.3.2 Ortorectificación

Para las primeras dos fechas (1971 y 1983), se realizó un proceso de Ortorectificación, con ayuda de puntos de control y el Modelo Digital de Elevación, generado a partir de las curvas de nivel.

Para ambas fechas se llevó a cabo el siguiente procedimiento, aunque de forma independiente:

Como primer paso se escanearon las fotografías aéreas, correspondientes a los predios Jesús Nazareno, San José Corrales, San Juan Xoconusco y Mesas Altas de Xoconusco, con una resolución de 600 dpi y se orientaron hacia el norte.

Posteriormente se importaron las fotografías al programa ERDAS IMAGINE. Con ayuda del módulo Orthobase, se creó un archivo de bloque al que se le asignaron los datos de proyección utilizados en los mosaicos de 1994 y 2003: *Universal Transversa de Mercator (UTM)*, *Datum WGS84*, Zona Norte, además la altura de vuelo promedio (resultado de la multiplicación de la escala por la distancia focal). Después se agregaron las fotografías de los predios seleccionados y se asignó la orientación interior, para lo cual se introdujeron datos de la distancia focal y las coordenadas de las marcas fiduciales, las cuales fueron obtenidas con el programa Photoshop, estableciendo un centro fiducial en una fotografía y partir del mismo se hicieron las mediciones hacia las cuatro marcas fiduciales (Figura 4), que dio como resultado las coordenadas gráficas de las cuatro marcas fiduciales (Cuadro 5). Es importante mencionar que la medición de las marcas fiduciales fue necesaria debido a que no se contaba con el reporte de calibración de la cámara.

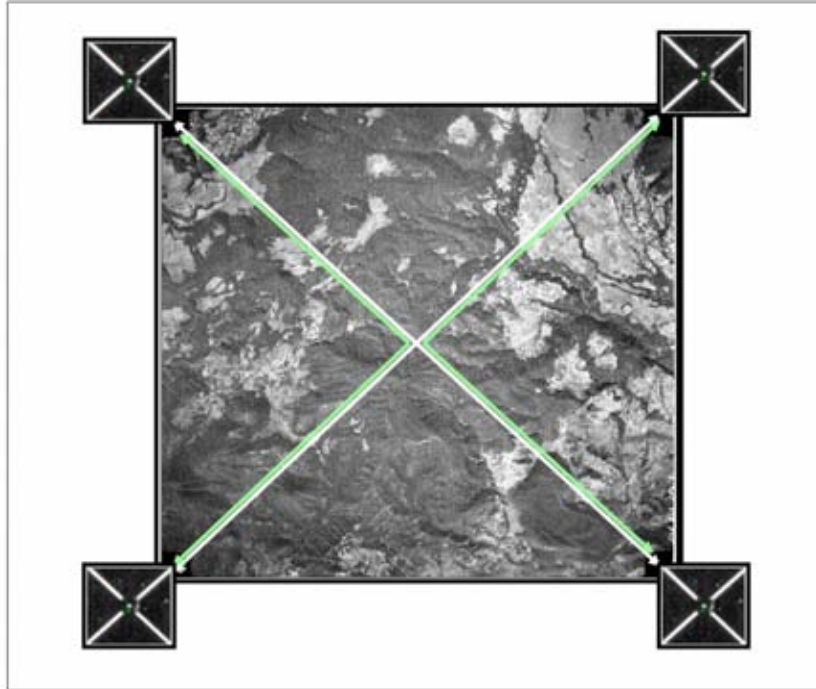


Figura 4. Medición de las marcas fiduciales.

Cuadro 5. Coordenadas de las marcas fiduciales.

Coordenadas gráficas en (mm) 1971		Coordenadas gráficas en (mm) 1983	
1. X= -105.6	Y= 106.1	1. X= -105.4	Y= 106.3
2. X= 106.7	Y= 105.4	2. X= 106.9	Y= 105.3
3. X= -106.7	Y= -105.4	3. X= -106.8	Y= -105.1
4. X= 105.7	Y= -106.2	4. X= 105.4	Y= -106.3

El siguiente paso consistió en asignar la georreferencia al bloque, con ayuda de puntos de control. Para esto se definió la referencia horizontal, que en este caso fue el mosaico del año 1994 ya georreferenciado por INEGI y la referencia vertical, el modelo digital de elevación (DEM). Se colocaron aproximadamente 10 puntos de control por fotografía, distribuidos en toda el área (Figura 5).

Este proceso generó un error medio cuadrático (RMSE) menor de cuatro metros. Posteriormente se generaron los puntos automáticos y se aceptó la triangulación, lo que dio como resultado un RMSE aún menor entre 2 y 2.5 m.

Después de este proceso fue posible la creación de las ortofotos, con la herramienta *Ortho resampling* del módulo *Orthobase* del mismo ERDAS IMAGINE 8.6.

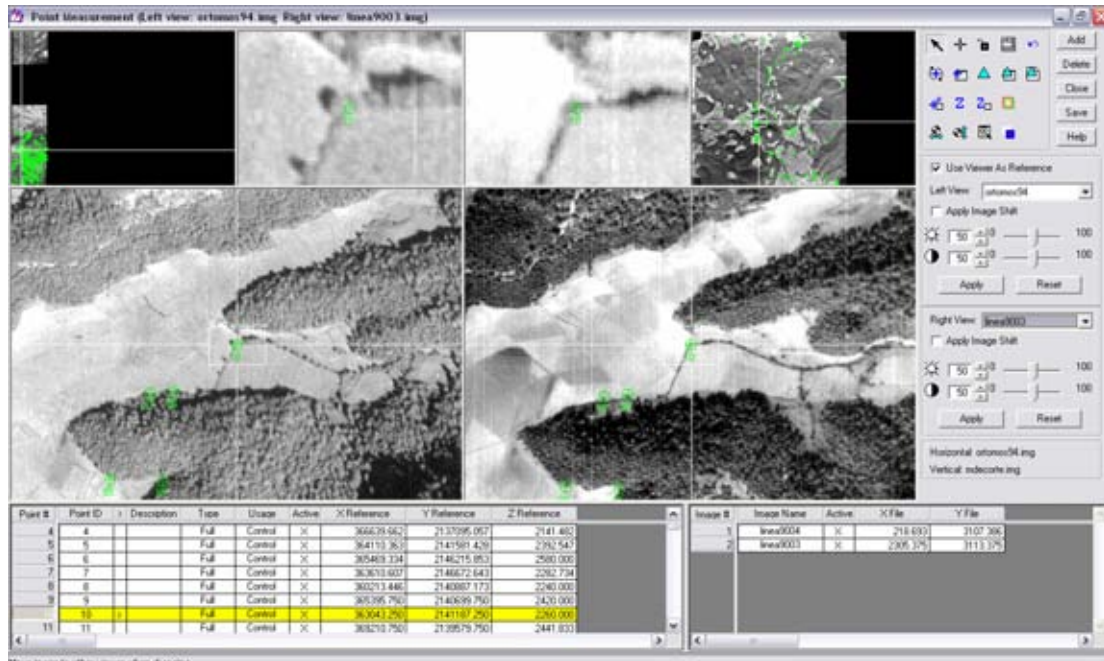


Figura 5. Georreferencia en ERDAS Orthobase

Finalmente, con las ortofotos se crearon ortomosaicos con el módulo *Data Pred*, los cuales se compararon con el ortomosaico del año 1994 mediante la herramienta de *Swipe*, con el fin de corroborar que el proceso de Ortorectificación realizado haya sido correcto (Figura 6).

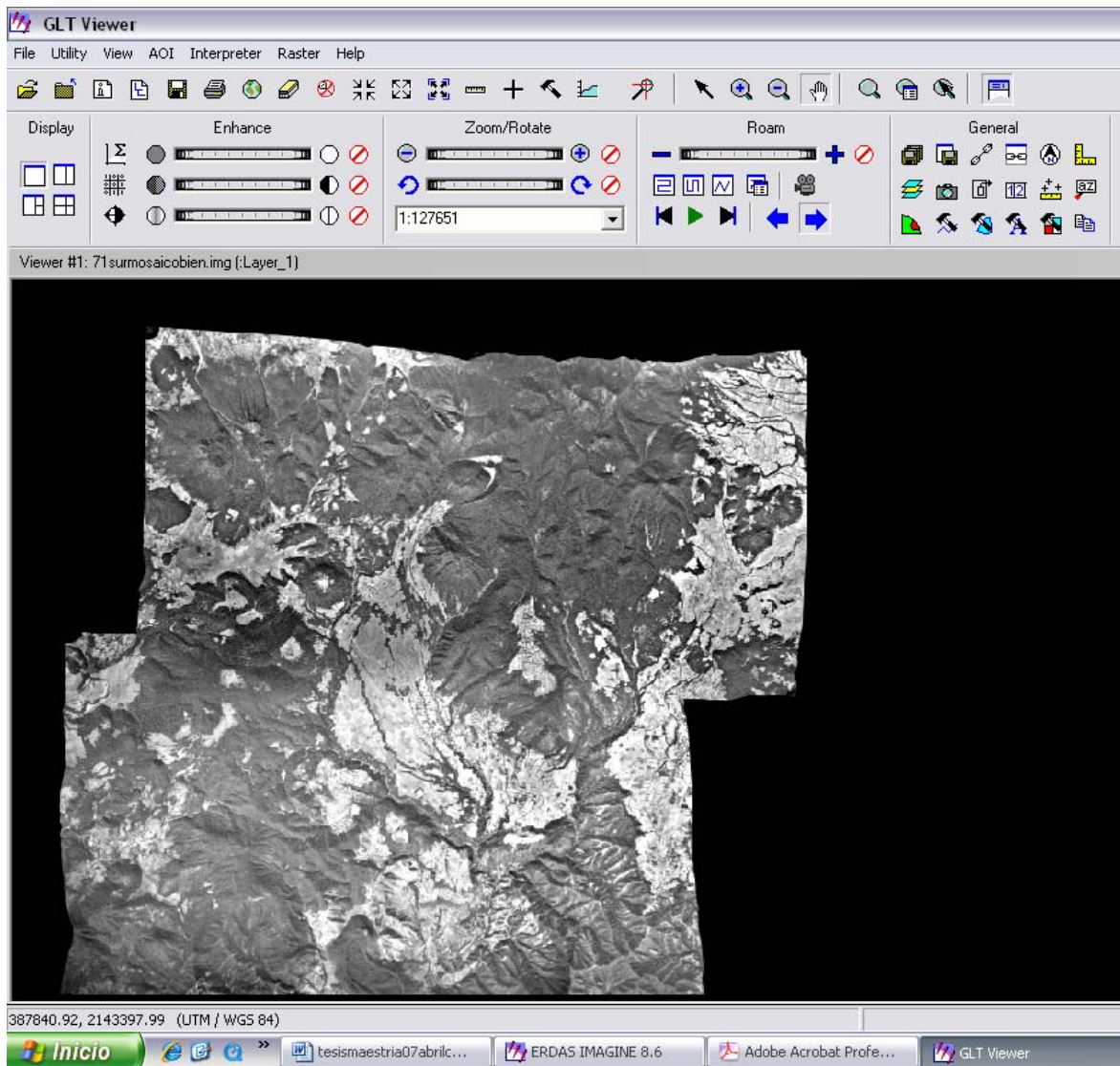


Figura 6. Ortomosaico de Cerro Pelón, creado a partir de fotografías aéreas de 1971

Para las siguientes fechas no fue necesaria la ortocorrección, debido a que ya se contaba con los ortomosaicos de 1994 de INEGI y los del 2003 proporcionados por FMCN-WWF.

5.3.3 Fotointerpretación en pantalla

Para realizar la fotointerpretación de los ortomosaicos, se definió una escala constante de 1:15,000, ya que los insumos de alta resolución con que contamos nos los permitían (2 metros de resolución). Considerando lo anterior y la escala 1: 20,000 de las ortofotos digitales de INEGI que sirvieron de base, se podría generar cartografía a escala 1:25,000 de muy buena precisión. Para fotointerpretar se utilizó el Sistema de Información Geográfica ArcView 3.2 y para observar el área de estudio en tercera dimensión el módulo *Stereo* del programa ERDAS IMAGINE 8.6

El método empleado para la interpretación en pantalla fue el de fotointerpretación interdependiente propuesto por la FAO (1996), por lo que se interpretaron los polígonos de una primera fecha (1994) y estos se emplearon para interpretar las siguientes fechas (2003, 1971 y 1983), solo modificando los polígonos en donde se visualizaron cambios. Este método nos ayudó a reducir errores que nos pueden llevar a identificar falsos cambios.

Las categorías identificadas se basaron en la propuesta de clasificación de la vegetación de la FAO (1996), que a su vez considera la de la UNESCO (1973). En estas se proponen coberturas del 10 al 40% como bosque abierto y del 40 al 100% como bosque cerrado. El bosque cerrado a su vez se subdivide en dos clases, del 40 al 70% (cerrado) y del 70 al 100% (denso). No obstante la FAO (1996) menciona que esos umbrales se introdujeron para una clasificación global, por lo que para estudios específicos se deben tener en cuenta una gamma más amplia de situaciones.

En nuestro caso el rango de 10-40% de cobertura en los bosques de *Abies* y *Pinus-Quercus* representa árboles aislados con dominancia de arbustos secundarios. Del 40 al 70% de cobertura se aprecia un bosque abierto por extracción del arbolado; y, del 70 al 100% un bosque denso. Esto último coincide con lo observado en los inventarios realizados por Ramírez (2001).

De tal forma las categorías interpretadas quedaron de la siguiente manera:

Abies denso 70-100% cobertura

Pinus-Quercus denso 70-100% cobertura

Abies abierto 40-70% cobertura

Pinus-Quercus abierto 40-70% cobertura

Arbustos

Pastizal

Cultivos

Por último se realizó un proceso de limpieza en el SIG para eliminar los polígonos menores al Área Mínima Cartografiable, la cual se estableció de 0.2025 ha, que equivaldría a un cuadrado de 3 mm de lado.

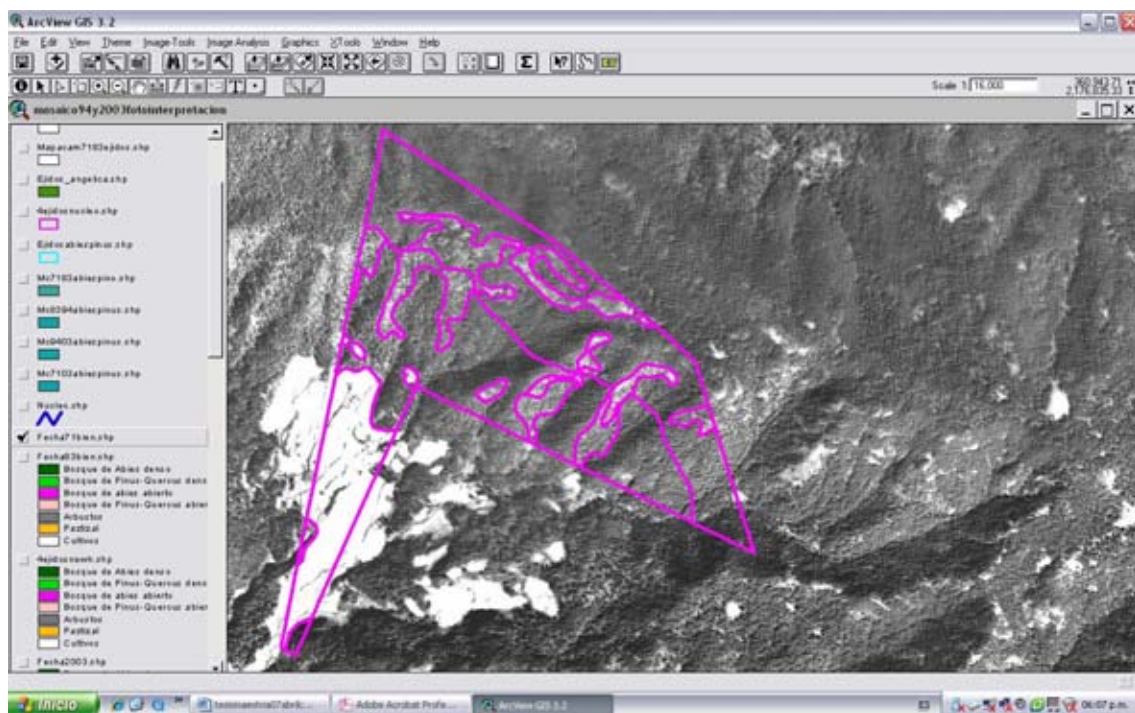


Figura 7. Fotointerpretación en pantalla.

5.3.4 Mapas de procesos de cambio

Una vez terminados los mapas para las cuatro fechas, se realizaron los mapas de cambio, para ello se realizaron en ArcView 3.2, intersecciones de los mapas 1971-1983; 1983-1994, 1994-2003 y 1971-2003.

El siguiente paso fue asignar un código numérico a la leyenda de los mapas, en un gradiente de menor a mayor degradación, resultando de la siguiente manera:

- 1.- *Abies* denso
- 2.- *Pinus- Quercus* denso
- 3.- *Abies* abierto
- 4.- *Pinus-Quercus* abierto
- 5.- Arbustos
- 6.- Pastizal
- 7.- Cultivos

Las tablas de los cuatro mapas intersectados, se exportaron al programa Excel y con la ayuda de tablas dinámicas, se construyeron las matrices de cambios de cubiertas (Figura 8). En ellas se muestran las superficies que han sufrido alguna transformación en el período de tiempo estudiado, a partir de las cuales se identificaron los procesos de cambio (Cuadro 6).

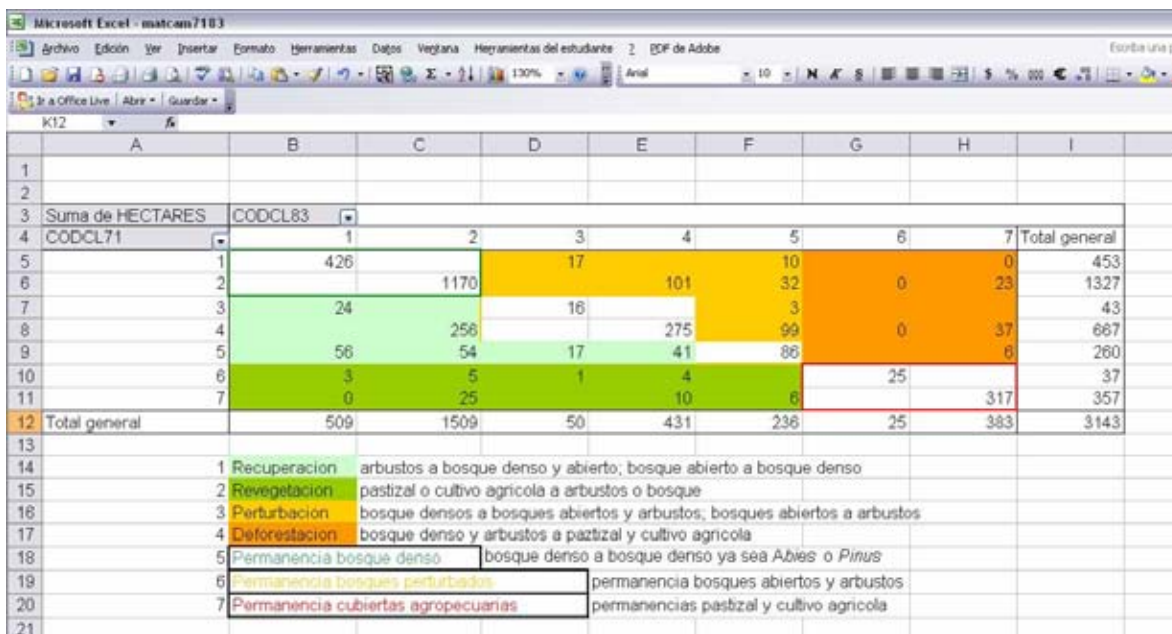


Figura 8. Matriz de cambio.

Cuadro 6. Procesos de cambio obtenidos en los mapas para los periodos 1971-1983, 1983-1994 y 1994-2003.

Procesos de cambio	Descripción
1.- Recuperación	Arbustos que pasa a bosque abierto o denso y bosque abierto que pasa a bosque denso.
2.- Revegetación	Pastizal o cultivo agrícola que pasa a arbustos o bosque denso.
3.- Perturbación	Bosque denso y bosque abierto que se degrada.
4.- Deforestación	Bosque denso y arbustos que pasan a pastizal y cultivo agrícola.
5.- Permanencias bosque denso	Bosque denso que permanece como bosque denso.
6.- Permanencias bosques perturbados	Permanencias de bosques abiertos y arbustos.
7.- Permanencias cubiertas agropecuarias	Permanencias de pastizal y cultivo agrícola.

6 RESULTADOS

6.1 Estructura demográfica

6.1.1 *Abies religiosa* en zonas destinadas a la conservación y aprovechadas.

Sierra Chincua, Michoacán

En la categoría de plántulas (< 0.49 m de altura) se presentó buena regeneración, tanto en la zona destinada a la conservación del ejido Jesús Nazareno, donde se registraron 44,400 plántulas ha, como en la zona aprovechada del ejido San José Corrales, donde se registraron 254,400 plántulas ha (Figura 11). En la categoría de brinzales (0.5–1.5 m de altura), no se registraron individuos para la zona de conservación, pero sí para la zona aprovechada, donde se registraron 33 individuos ha. Para los árboles (mayores a 1.5 m de altura), se presentan en ambas zonas individuos en todas las categorías diamétricas, con una disminución de individuos en la categoría > 60 cm de DAP en la zona con aprovechamiento (Fig. 9).

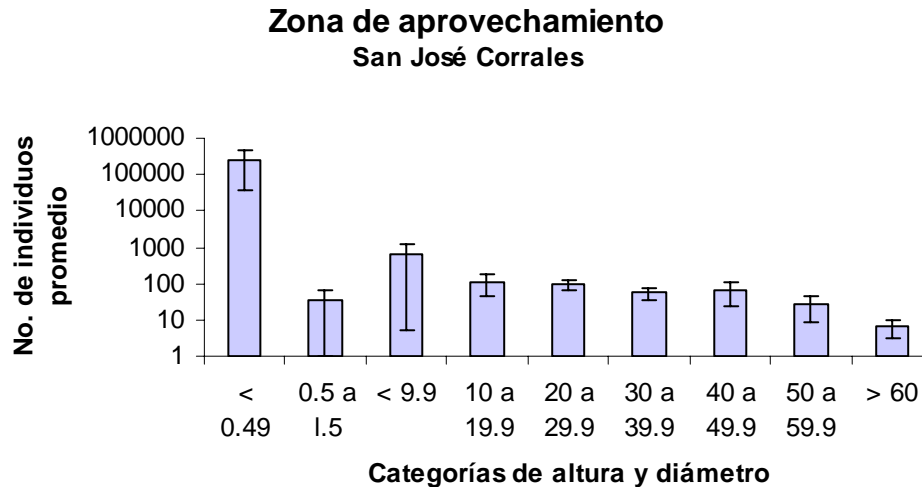
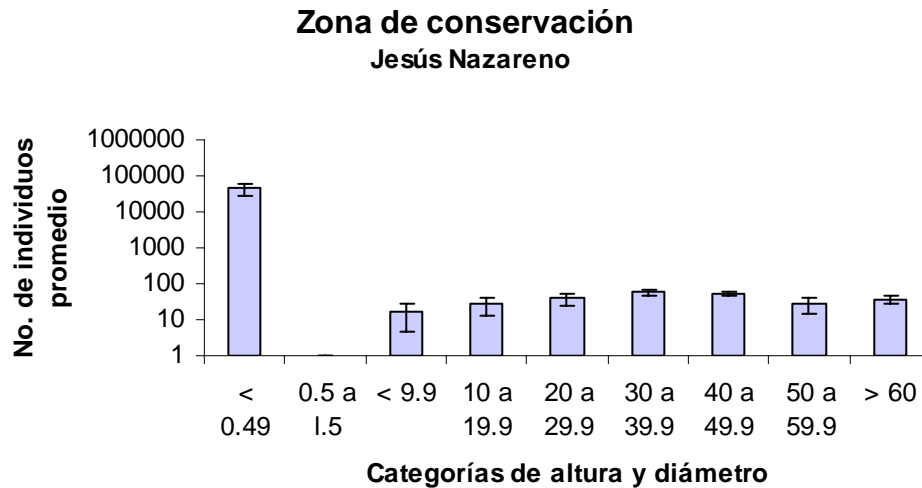


Figura 9. Estructura demográfica de *Abies religiosa* en una zona de conservación y otra de aprovechamiento en Sierra Chincua, Estado de Michoacán.

Cerro Pelón, Estado de México

En la categoría de plántulas (< 0.49 m de altura) se presentó buena regeneración, tanto en la zona destinada a la conservación de la Comunidad Indígena San Juan Xoconusco, donde se registraron 296,633 plántulas ha, como en la zona aprovechada del ejido Mesas Altas de Xoconusco, donde se registraron 23,300 plántulas ha.

En la categoría de brinzales (0.5–1.5 m de altura) no se registraron individuos en ninguna de las dos zonas. Para los árboles (mayores a 1.5 m de altura) se presentaron en ambas condiciones de manejo, individuos en todas las categorías diamétricas y una buena representación de individuos de las tallas más grandes, como son los de las categorías 50-59.9 y >60. (Fig. 10).

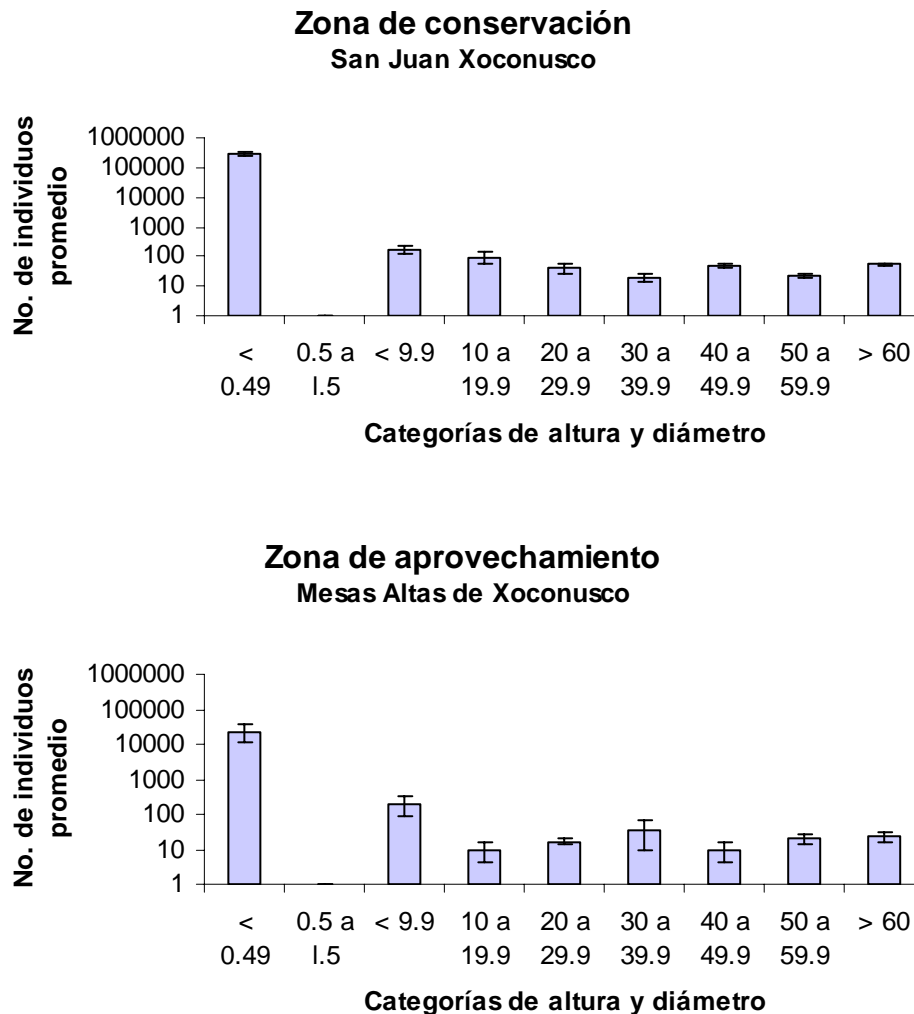


Figura 10. Estructura demográfica de *Abies religiosa* en una zona de conservación y otra de aprovechamiento en Cerro Pelón, Estado de México



Figura 11. Regeneración de *Abies religiosa*, en el predio aprovechado San José Corrales.

6.1.2 *Pinus spp.* en zonas destinadas a la conservación y aprovechadas

Sierra Chincua, Michoacán

En la categoría de plántulas (< 0.49 m de altura), no se encontraron individuos en la zona destinada a la conservación del ejido Jesús Nazareno, ni tampoco en la zona aprovechada del ejido San José Corrales. En la categoría de brinzales (0.5 – 1.5 m de altura), no se registraron individuos para ninguna de las dos zonas. Para los árboles (mayores a 1.5 m de altura) se presentan individuos en todas las categorías diamétricas, aunque no en gran cantidad. También se observa que la zona conservada está representada en su mayoría por individuos de tallas grandes de la categoría > 60 cm de DAP (Fig. 12).

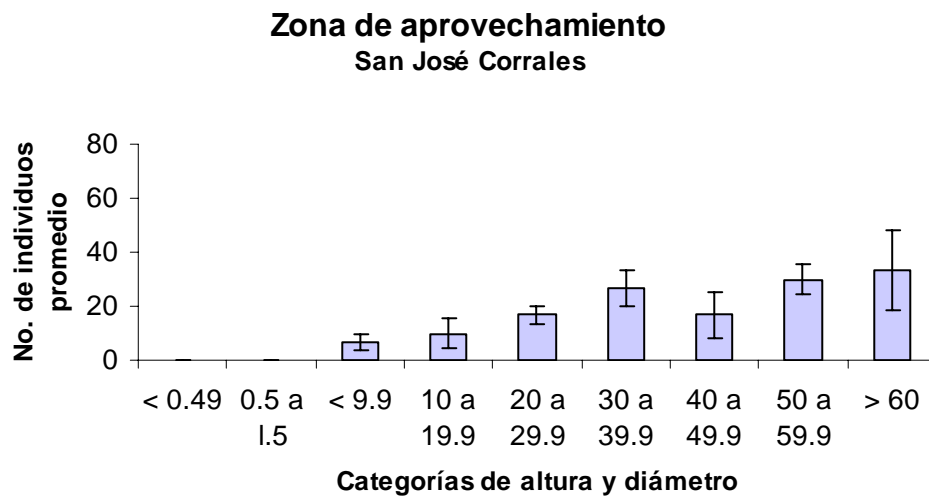
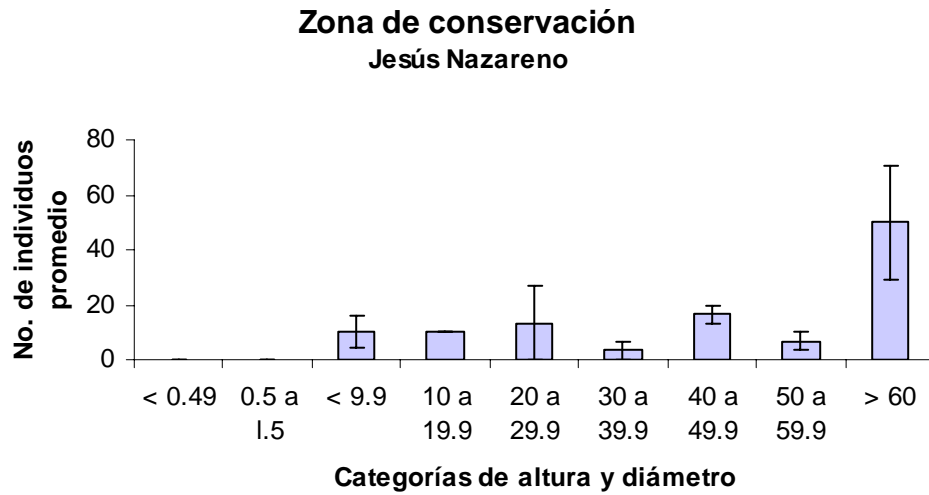


Figura 12. Estructura demográfica de *Pinus spp.* En una zona de conservación y otra de aprovechamiento en Sierra Chincua, Estado de Michoacán.

Cerro Pelón, Estado de México

En la categoría de plántulas (< 0.49 m de altura), no se observaron individuos en la zona destinada a la conservación del ejido San Juan Xoconusco, pero sí en la zona aprovechada de ese mismo ejido, donde se registraron 6666 individuos/ha.

En la categoría de brinzales ($0.5-1.5$ m de altura), no se registraron individuos para la zona conservada, pero sí para la zona aprovechada, donde se registraron 166 individuos/ha. Es importante mencionar que dos de tres sitios promediados en la zona aprovechada, no presentaron individuos en las categorías de plántulas y brinzales, sólo hubo una población que tuvo individuos en esas categorías, por lo que están representadas en el promedio de la zona.

Para los árboles (mayores a 1.5 m de altura), se encuentran en la zona conservada individuos de todas las categorías diamétricas (aunque con pocos representantes), con excepción de la primera categoría (<9.9), la cual no presenta individuos. También se observa que la zona conservada, está representada en su mayoría por individuos de tallas grandes de la categoría > 60 cm de DAP (Fig.13). Con respecto a la zona aprovechada, se observan individuos en todas las categorías diamétricas, aunque hay un bajo número de individuos en la talla más grandes, la categoría > 60 cm de DAP, donde solamente se registraron 10 individuos/ha.

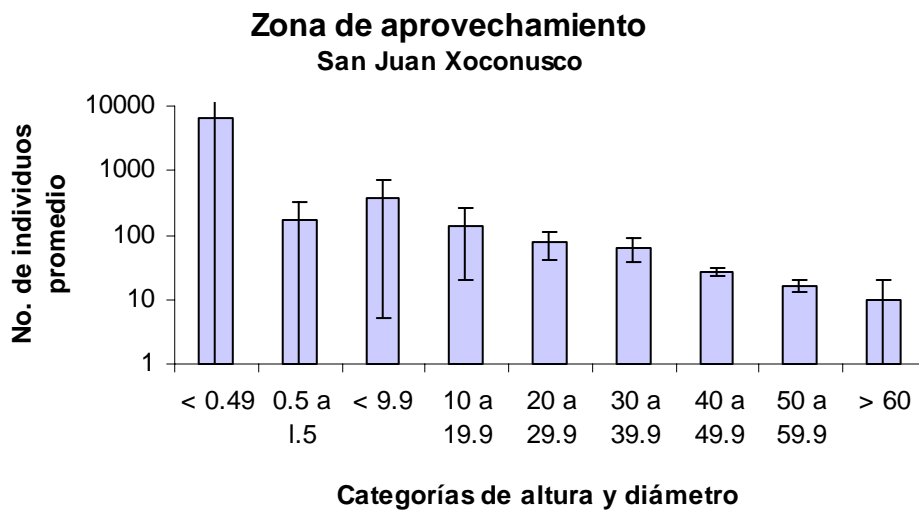
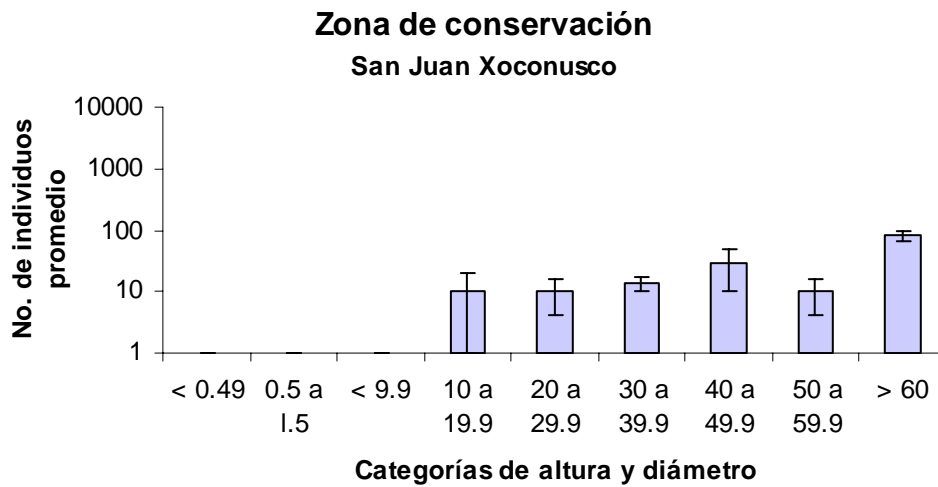


Figura 13. Estructura demográfica del género *Pinus* en zonas de conservación y aprovechamiento en Cerro Pelón, Estado de México.

6.1.3 Bosque de *Pinus-Quercus* en zonas destinadas a la conservación y aprovechadas.

Debido a que se observó una falta de regeneración del género *Pinus* en los bosques de *Pinus-Quercus*, se analizó la estructura demográfica de este bosque en su conjunto. Esta estructura se pudo identificar, ya que al hacer los censos poblacionales del género *Pinus*, también se registraron las especies de *Quercus* y otras latifoliadas presentes en la parcela.

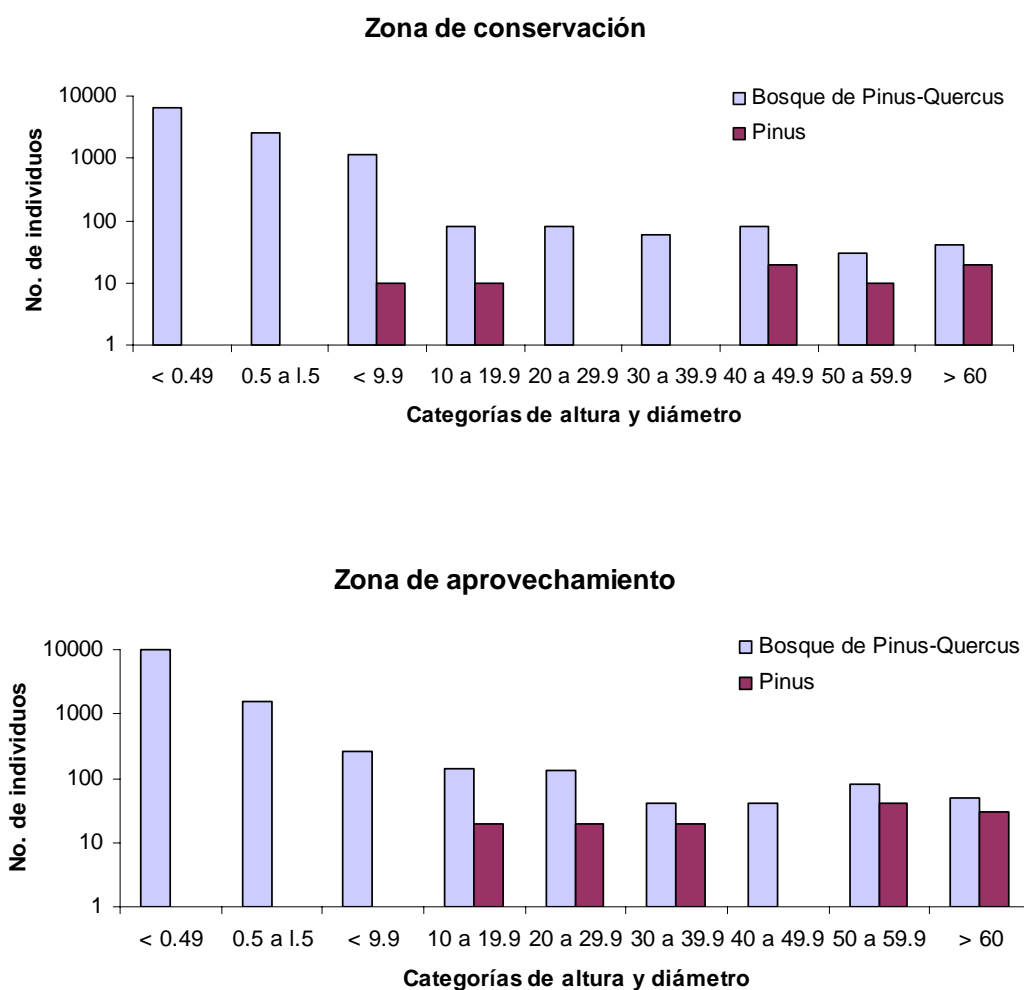


Figura 14. Estructura demográfica de los bosques de *Pinus-Quercus* en una zona destinada a la conservación y otra de aprovechamiento.

Estos histogramas nos muestran que en la estructura demográfica de los bosques de *Pinus-Quercus* si hay individuos en las categorías diamétricas más pequeñas, las cuales se encuentran ausentes en la estructura demográfica de *Pinus spp* en estos bosques. Lo que indica que está ocurriendo un proceso de desplazamiento, de *Pinus spp.* por otras especies. Estos resultados se observaron tanto en Sierra Chincua, Estado de Michoacán, como en Cerro Pelón, Estado de México, así como en las zonas destinadas a la conservación y aprovechadas que se analizaron en este trabajo.

Por lo anterior, se identificaron las especies estaban desplazando al género *Pinus*, en el bosque de *Pinus-Quercus*.

En Sierra Chincua, Michoacán, estas especies son principalmente *Ternstroemia lineata*, *Prunus bachybotrya*, *Clethra mexicana*, *Comarostaphylis longifolia* y *Quercus laurina*.

En Cerro Pelón, Estado de México, estas especies son *Ternstroemia lineata*, *Clethra mexicana*, *Styrax argenteus* e individuos del género *Quercus*.

6.1.4 Pruebas de varianza

Se utilizaron las variables diámetro promedio, densidad y área basal, para documentar si existen diferencias significativas de los géneros *Abies* y *Pinus* entre zonas destinadas a la conservación y zonas aprovechadas, así como entre Sierra Chincua, Estado de Michoacán y Cerro Pelón, Estado de México. Se hicieron pruebas de normalidad para las tres variables, las cuales resultaron normales. Para el diámetro promedio se obtuvo una $P= 0.4384$, la densidad una $P=0.0907$ y para el área basal una $P=0.3800$. A partir de estas variables se realizaron análisis de varianza (ANOVA).

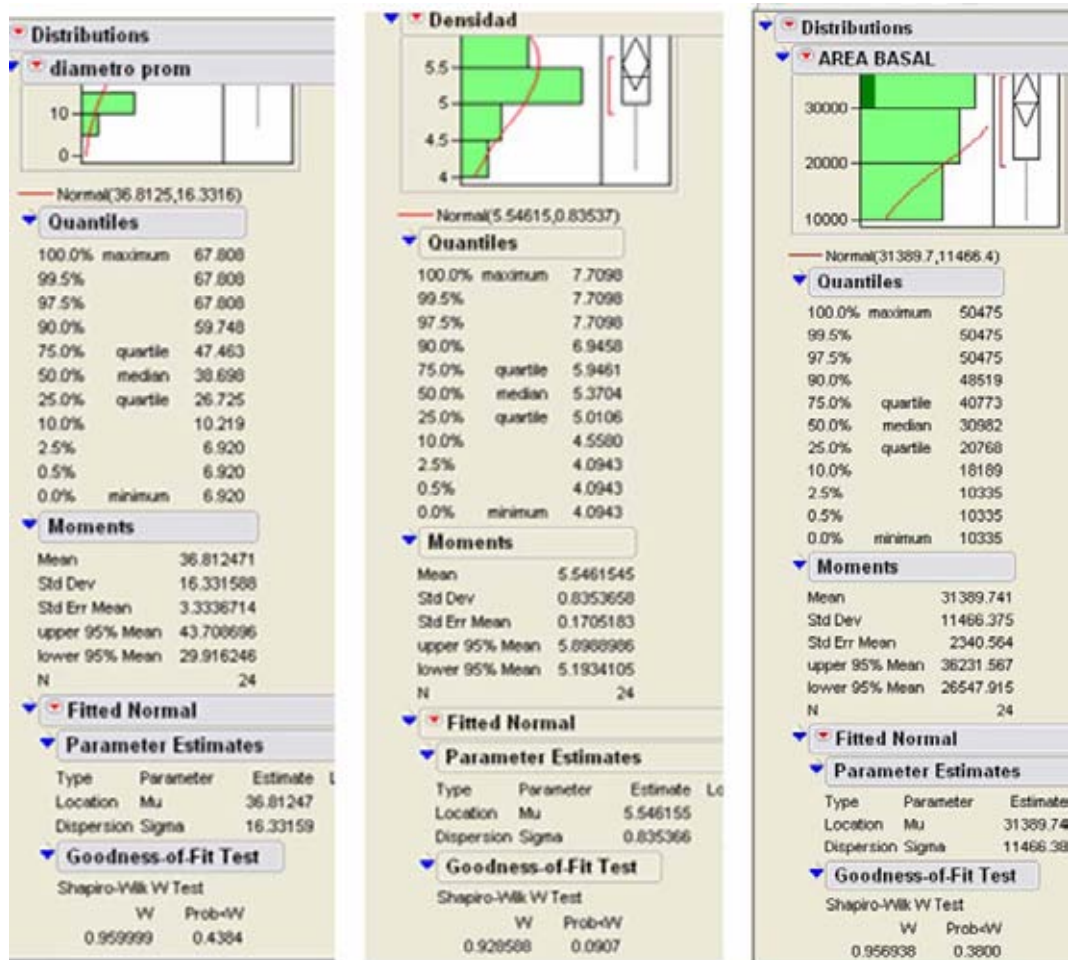


Figura 15. Pruebas de normalidad realizadas a las variables diámetro promedio, densidad y área basal con el programa estadístico JMP

Para la variable diámetro promedio, se observó que sí hay diferencias significativas entre zonas destinadas a la conservación y zonas aprovechadas, con un valor de $p = 0.0258$. Esta diferencia no existe para *Abies religiosa*, sólo para *Pinus spp.*, específicamente en la Comunidad Indígena San Juan Xoconusco en Cerro Pelón, Estado de México, en donde el diámetro promedio en la zona destinada a la conservación es de 58 cm y el diámetro promedio en la zona aprovechada es de 28 cm. Para esta misma variable, se encontró que no hay diferencias significativas entre Sierra Chincua en Michoacán y Cerro Pelón en el Estado de México, con un valor de $p = 0.2068$.

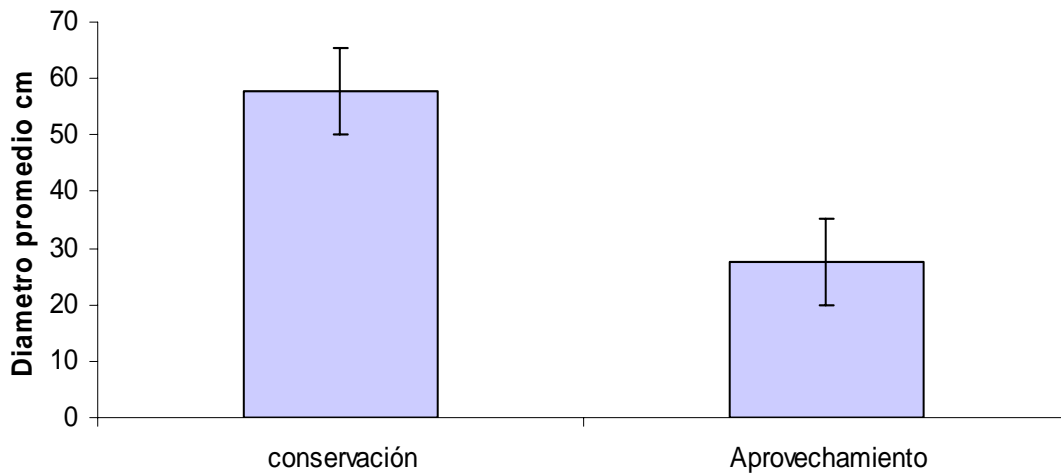


Figura 16. Diámetro promedio del género *Pinus* en una zona destinada a la conservación y otra aprovechada en la Comunidad Indígena San Juan Xoconusco, Estado de México.

Para la variable densidad, no hay diferencias significativas en zonas destinadas a la conservación y zonas aprovechadas, con un valor de $p= 0.1022$. Para esta misma variable, se observó que no hay diferencias significativas entre Sierra Chincua, Michoacán y Cerro pelón, Estado de México, con un valor de $p= 0.2922$.

Para la variable área basal, encontramos diferencias significativas entre zonas destinadas a la conservación y aprovechadas, con un valor de $p=0.0056$. Esta diferencia consiste en que las zonas de conservación presentan un área basal de 37537 cm^2 y las zonas aprovechadas de 25243 cm^2 .

Para esta misma variable no hay diferencias entre Sierra Chincua Michoacán y Cerro pelón Estado de México, con un valor de $p= 0.5444$

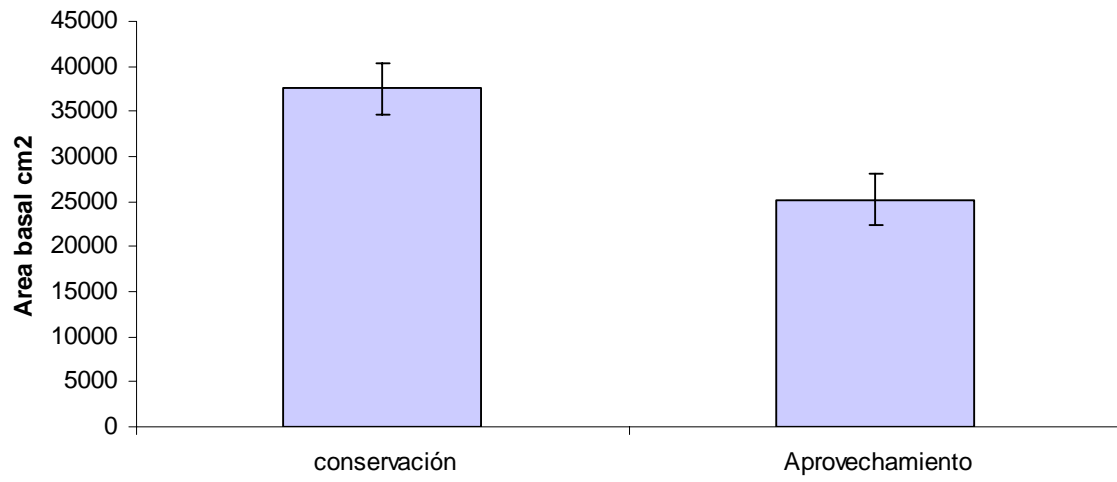


Figura 17. Area basal en zonas de conservación y de aprovechamiento.

6.2 Cubierta vegetal 1971, 1983, 1994 y 2003

6.2.1 Ejido Jesús Nazareno

Para la fecha 1971, el 19% del ejido Jesús Nazareno presentaba alguna condición de degradación de sus bosques de *Abies* y *Pinus-Quercus*. Para el año 1983 se empezaron a recuperar los bosques y la degradación bajó para ambos tipos de bosques. En el año 1994, el predio había recuperado considerablemente sus bosques, especialmente los de *Pinus-Quercus*, presentes mayoritariamente en la zona de amortiguamiento. En los bosques de *Abies* de la zona núcleo, siguió habiendo áreas de bosque muy aclaradas. Sin embargo, para el año 2003 se volvió a apreciar una notable pérdida del arbolado, tanto en los bosques de *Pinus-Quercus* como en los de *Abies*, siendo estos ya parte de la zona núcleo de la RBMM del 2000. Durante todo el periodo de observación, los cultivos permanecieron sin mayores cambios (Cuadro 7, Figura 18).

Cuadro 7. Cubiertas del suelo del Ejido Jesús Nazareno 1971, 1983, 1994 y 2003

Cubierta	1971		1983		1994		2003	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
Abies denso	70	34	72	35	78	38	69	34
P-Q denso	68	33	75	37	91	45	79	39
Abies abierto	10	5	14	7	11	5	10	5
P-Q abierto	18	9	10	5	0	0	11	5
Arbustos Sec	11	5	7	3	0	0	11	5
Pastizal	0	0	0	0	0	0	0	0
Cultivos	28	14	27	13	25	12	25	12
Total	205	100	205	100	205	100	205	100

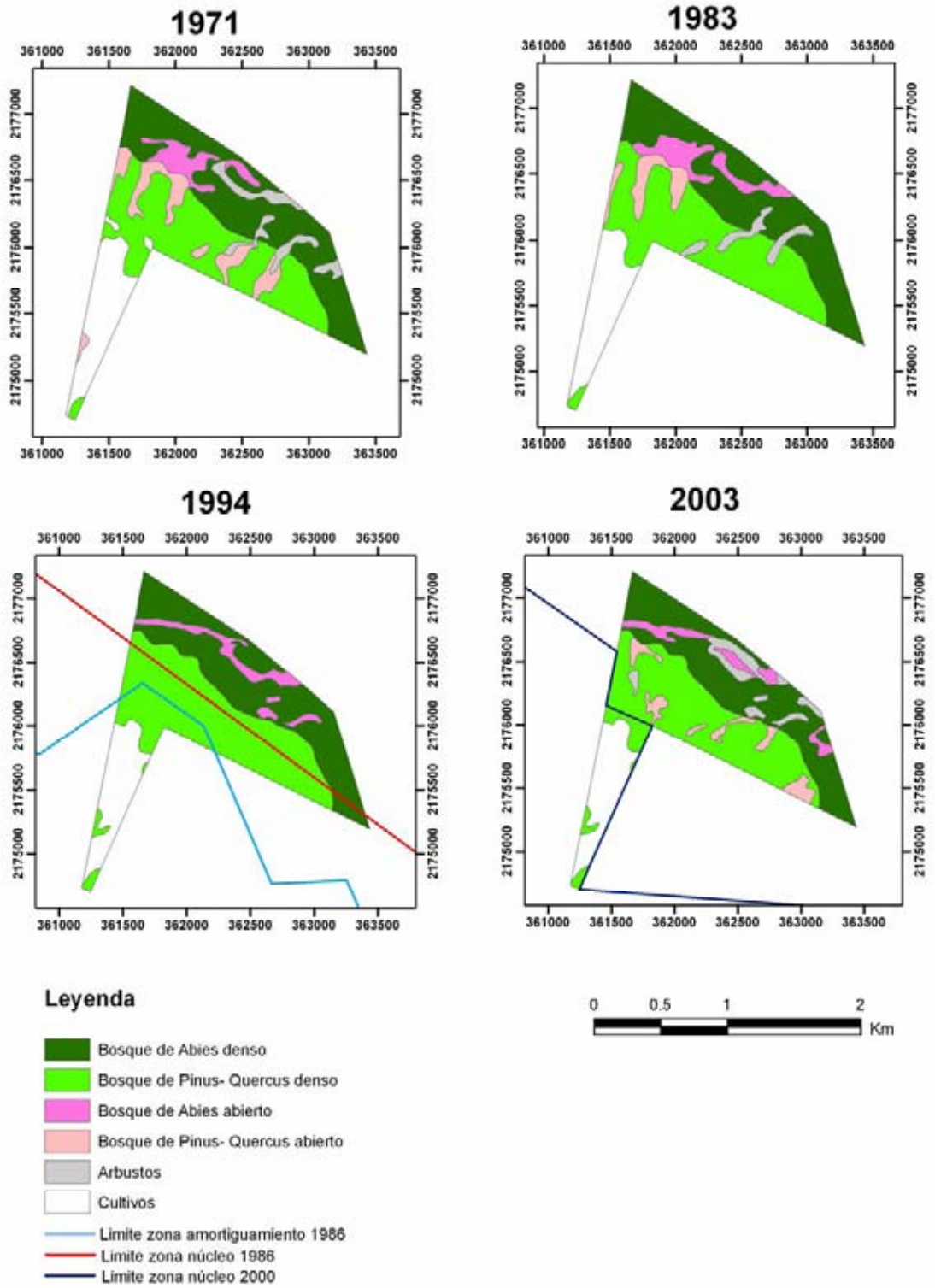


Figura 18. Mapas de cubiertas del suelo del Ejido Jesús Nazareno 1971, 1983, 1994 y 2003

6.2.2 Ejido San José Corrales

Para la fecha 1971, el 20% del ejido San José Corrales presentaba alguna condición de degradación de sus bosques de *Abies* y *Pinus-Quercus*, principalmente en estos últimos. Para el año 1983 se empezaron a recuperar los bosques y la degradación disminuyó principalmente en los bosques de *Pinus-Quercus*. Para el año 1994 el predio en general había recuperado considerablemente sus bosques, la degradación en los bosques de *Pinus-Quercus* fue muy baja y en los bosques de *Abies* desapareció. Para el año 2003, la degradación en los bosques de *Abies* continuó siendo nula y la de los bosques de *Pinus-Quercus* continuó siendo baja. El pastizal y los cultivos, permanecieron sin mayores cambios durante todo el periodo de observación (Cuadro 8, Figura 19).

Cuadro 8. Cubiertas del suelo del Ejido San José Corrales 1971, 1983, 1994 y 2003

Cubierta	1971		1983		1994		2003	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
<i>Abies</i> denso	149	25	147	25	159	27	159	27
P-Q denso	317	54	380	65	403	69	399	68
<i>Abies</i> abierto	10	2	12	2	0	0	0	0
P-Q abierto	72	12	29	5	0	0	4	1
Arbustos Sec	21	4	6	1	16	2	15	2
Pastizal	10	2	5	1	4	1	4	1
Cultivos	6	1	6	1	3	1	4	1
Total	585	100	585	100	585	100	585	100

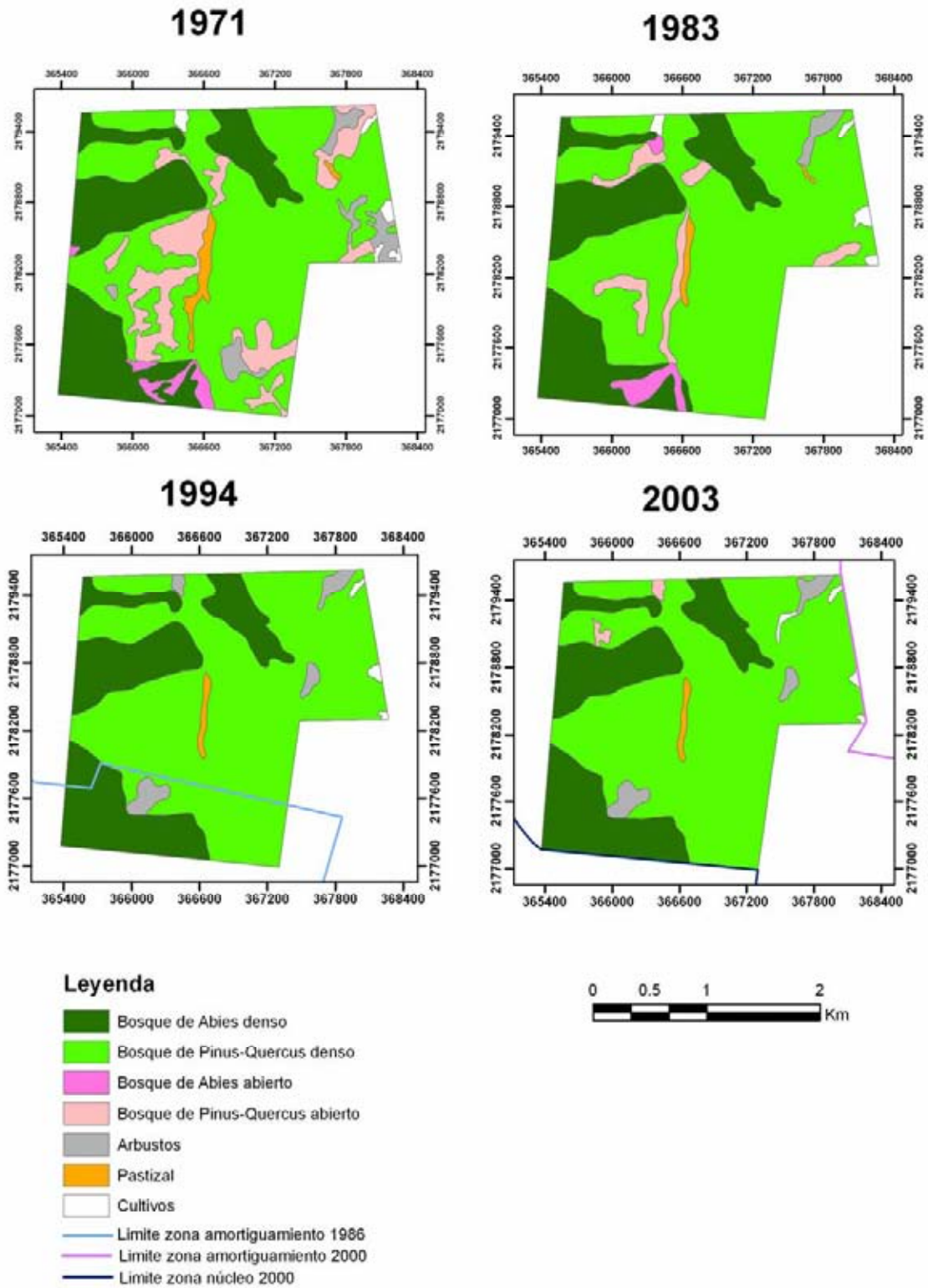


Figura 19. Mapas de cubiertas del suelo del Ejido San José Corrales 1971, 1983, 1994 y 2003.

6.2.3 Comunidad Indígena San Juan Xoconusco

La Comunidad Indígena San Juan Xoconusco en la fecha 1971, presentó en más del 30% de su superficie alguna condición de degradación, además de fragmentación de los bosques de *Abies* y *Pinus-Quercus*, principalmente de estos últimos. Para el año 1983 se empezaron a recuperar los bosques y la degradación disminuyó. Para el año 1994, la tendencia general en la comunidad fue la de seguir recuperando sus bosques y disminuir la degradación y fragmentación, aunque la pequeña zona núcleo presentaba importantes niveles de degradación. Para el año 2003, no obstante que aún mantenía importantes niveles de degradación y fragmentación, continuó con la tendencia de recuperación de sus bosques. El pastizal y los cultivos permanecieron sin mayores cambios, durante todo el periodo de observación (Cuadro 9, Figura 20).

Cuadro 9. Cubiertas del suelo de la Comunidad Indígena San Juan Xoconusco 1971, 1983, 1994 y 2003

Cubierta	1971		1983		1994		2003	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
<i>Abies</i> denso	78	4	93	5	100	5	100	5
P-Q denso	883	45	955	48	1024	52	1062	54
<i>Abies</i> abierto	6	0	6	0	0	0	0	0
P-Q abierto	531	27	376	19	221	11	211	11
Arbustos Sec	126	6	174	9	261	13	220	11
Pastizal	26	1	20	1	19	1	19	1
Cultivos	324	17	350	18	349	18	362	18
Total	1974	100	1974	100	1974	100	1974	100

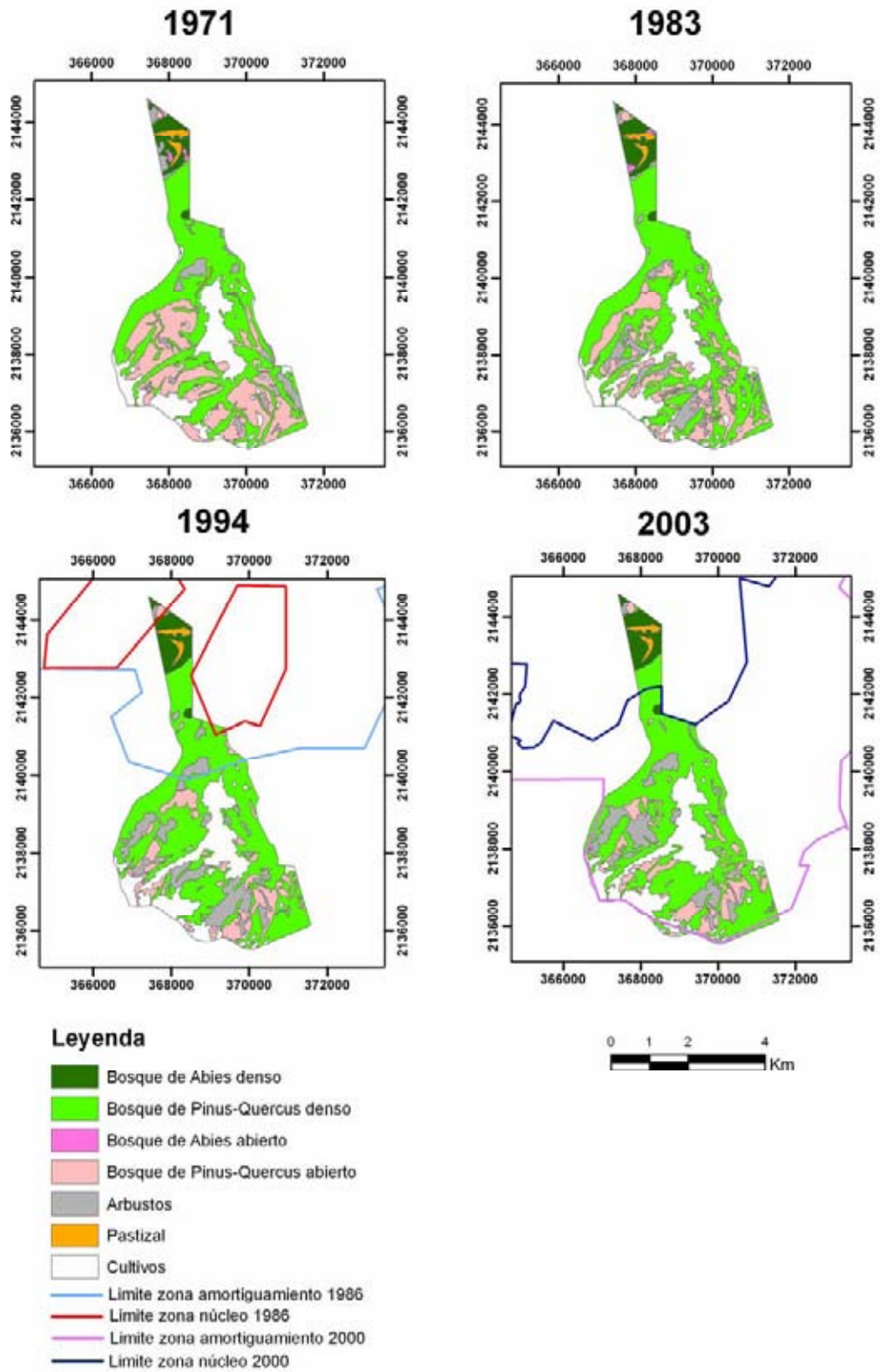


Figura 20. Mapas de cubiertas del suelo de la Comunidad Indígena San Juan Xoconusco 1971, 1983, 1994 y 2003.

6.2.4 Ejido Mesas Altas de Xoconusco

Para la fecha 1971, más del 40% del ejido Mesas Altas de Xoconusco presentaba alguna condición de degradación de los bosques de *Abies* y *Pinus-Quercus*. Para el año 1983 hubo una recuperación notable de sus bosques, tanto de *Abies* como de *Pinus-Quercus*. Para el año 1994, el predio ya contaba con 92% de la superficie de bosque. La recuperación ocurrió tanto en la zona núcleo como en la zona de amortiguamiento, así como en los bosques de *Abies* y de *Pinus-Quercus*. La degradación aún existía aunque mínima. Para el año 2003, se mantuvo la cubierta de bosque y la degradación continuó siendo baja. El pastizal y los cultivos permanecieron sin mayores cambios durante todo el periodo de observación (Cuadro 10, Figura 21).

Cuadro 10. Cubiertas del suelo del Ejido Mesas Altas de Xoconusco 1971, 1983, 1994 y 2003

Cubierta	1971		1983		1994		2003	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
<i>Abies</i> denso	157	41	196	52	228	60	228	60
P-Q denso	57	15	99	26	120	32	120	32
<i>Abies</i> abierto	18	5	20	5	13	3	9	2
P-Q abierto	45	12	16	4	0	0	0	0
Arbustos Sec	102	27	48	13	18	5	22	6
Pastizal	1	0	1	0	1	0	1	0
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	380	100	380	100	380	100	380	100

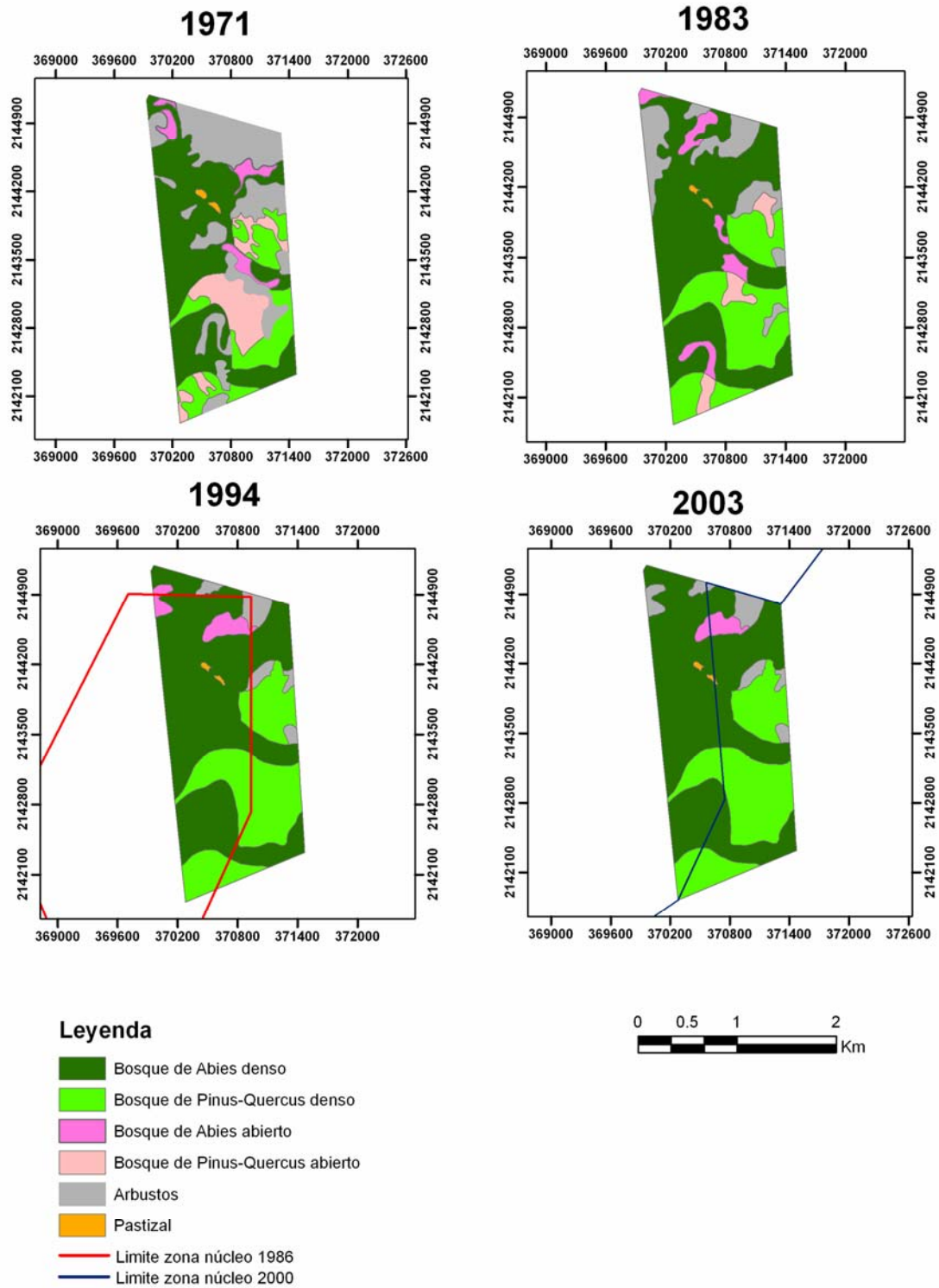


Figura 21. Mapas de cubiertas del suelo del Ejido Mesas Altas de Xoconusco 1971, 1983, 1994 y 2003

6.3 Procesos de cambio en la cubierta vegetal

6.3.1 Ejido Jesús Nazareno

En todos los periodos de cambio considerados, domina la permanencia de bosques densos y en menor medida, la permanencia de cubiertas agropecuarias (Cuadro 11, Figura 22).

De los otros procesos de menor representatividad espacial en 1971-1983, destaca la recuperación del bosque en 8% de la superficie del ejido. En menor extensión, se identificó un proceso de perturbación en el 4% del predio. En este periodo, los procesos de revegetación y de cambio de uso del suelo no fueron significativos. Esta misma tendencia se repitió de 1983 a 1994.

No obstante, de 1994 a 2003, esos procesos se invirtieron y la perturbación se identificó en el 11% del predio, contra sólo 1% de recuperación. Aún así, en la totalidad del tiempo de observación (1971-2003), el proceso de cambio dominante fue la recuperación con el 12%, seguido por la perturbación con 8%.

Cuadro 11. Procesos de cambio en el Ejido Jesús de Nazareno

Procesos de Cambio	1971-1983	1983-1994	1994-2003	1971-2003
	%	%	%	%
Recuperación	8	11	1	12
Revegetación	0	1	0	2
Perturbación	4	2	11	8
Deforestación	1	0	0	0
Permanencia de bosque denso	63	70	71	59
Permanencia de bosques perturbados	11	4	5	7
Permanencia de cubiertas agrícolas	13	12	12	12
Total	100	100	100	100

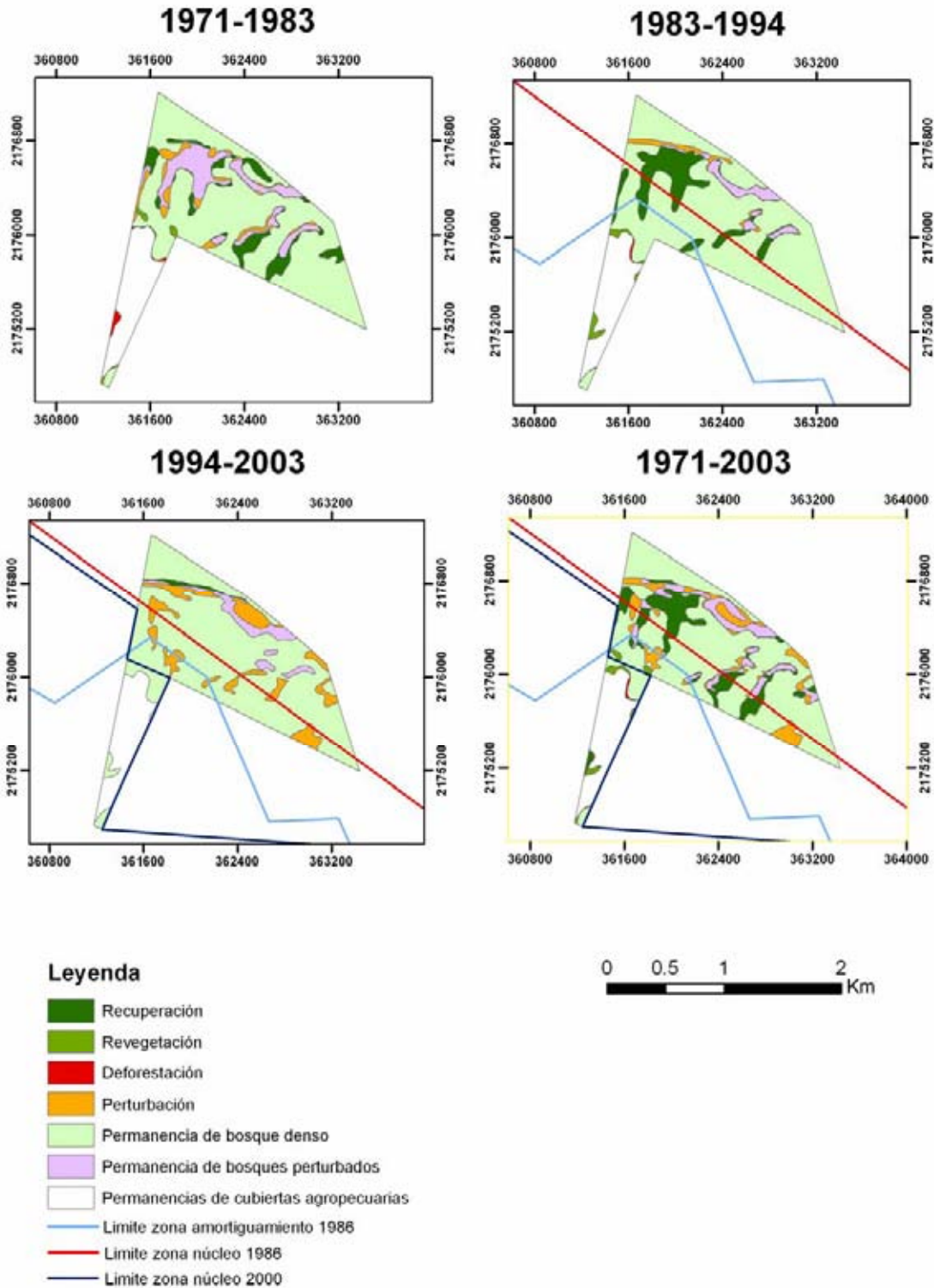


Figura 22. Mapas de procesos de cambio en el Ejido Jesús Nazareno.

6.3.2 Ejido San José Corrales

En todos los periodos de cambio considerados, domina la permanencia de bosques densos, la cual fue aumentando hasta llegar al 95% en el último periodo de observación (1994-2003). La permanencia de cubiertas agrícolas fue constante, la revegetación no fue significativa y no hubo procesos de deforestación.

De los otros procesos en 1971-1983, destaca la recuperación del bosque con un 13% de la superficie del ejido. En menor extensión, se identificó el proceso de perturbación en el 3% del predio. De 1983-1994, tanto el proceso de recuperación como el de perturbación disminuyeron. Para el periodo 1994-2003 ya no se identificó el proceso de recuperación de los bosques, pero sí una disminución en la perturbación. En la totalidad del tiempo analizado de 1971-2003, la recuperación fue el proceso de cambio dominante, con 16% de la superficie del predio (Cuadro 12, Figura 23).

Cuadro 12. Procesos de cambio en el Ejido San José Corrales.

Procesos de Cambio	1971-1983	1983-1994	1994-2003	1971-2003
	%	%	%	%
Recuperación	13	7	0	16
Revegetación	1	1	0	2
Perturbación	3	2	1	1
Deforestación	0	0	0	0
Permanencia de bosque denso	77	88	95	78
Permanencia de bosques perturbados	5	1	3	2
Permanencia de cubiertas agrícolas	1	1	1	1
Total	100	100	100	100

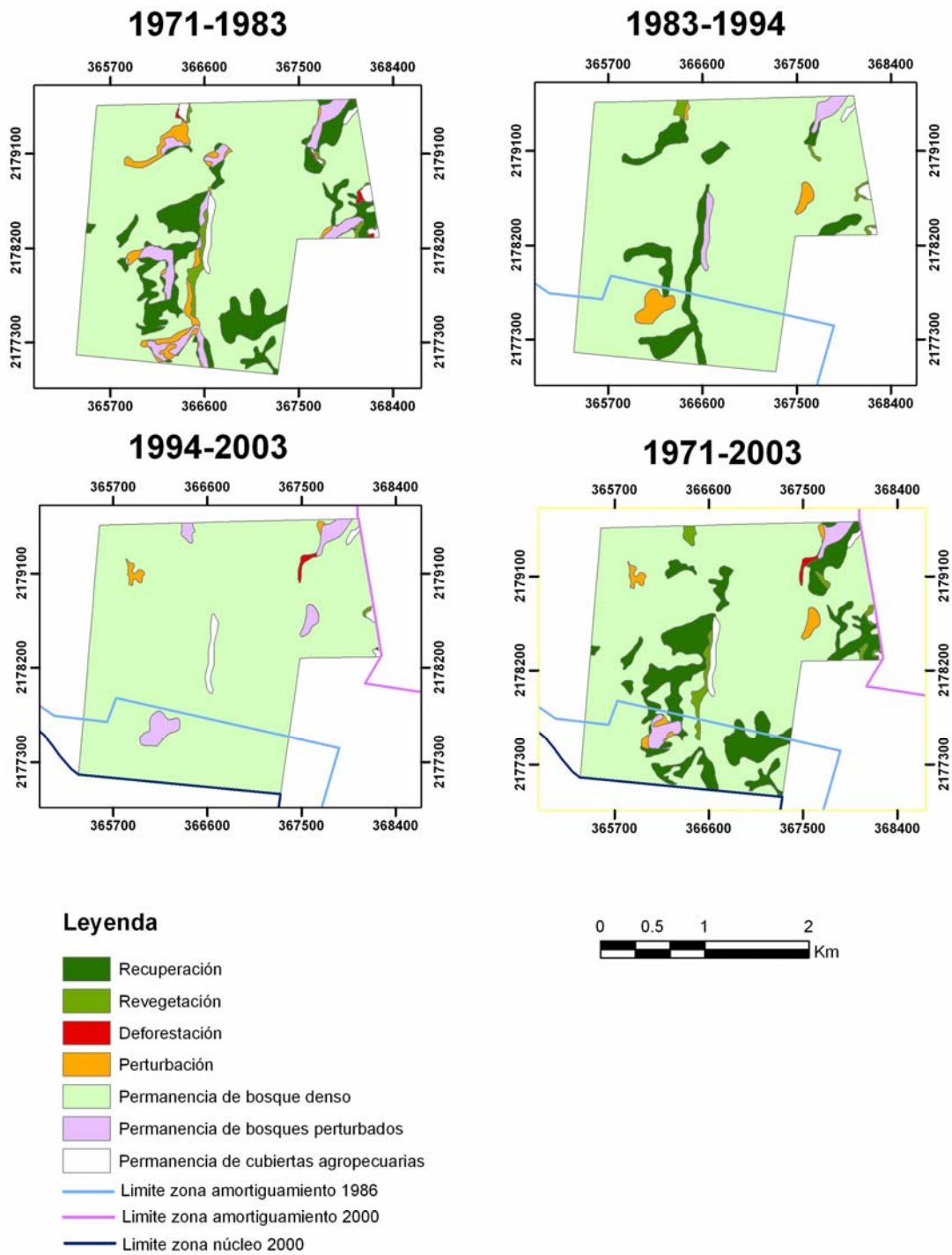


Figura 23. Mapas de procesos de cambio en el Ejido San José Corrales.

6.3.3 Comunidad Indígena San Juan Xoconusco

En todos los periodos de cambio considerados, dominan la permanencia de bosques densos, de bosques perturbados y en menor medida la permanencia de cubiertas agrícolas.

La permanencia de bosques densos, ha estado aumentando hasta llegar al 50% en el último período de observación (1994-2003). La permanencia de bosques perturbados, ha mantenido la tendencia hacia la reducción, llegando hasta 16% en el último periodo. La permanencia de cubiertas agrícolas se ha mantenido más o menos constante, con excepción del último período donde se presentó un ligero incremento, llegando a ocupar el 18% de la superficie del predio.

De los otros procesos de menor representatividad espacial, la recuperación es la más importante. La perturbación se ha mantenido constante en 6%. La deforestación ha sido baja y ha mantenido una tendencia hacia la reducción, pasando de 3% a 1% en el último periodo. El proceso menos representativo en la comunidad, fue la revegetación. En la totalidad del tiempo analizado de 1971-2003, la tendencia fue la misma. Los procesos dominantes fueron la permanencia de bosques densos, de bosques perturbados y cubiertas agropecuarias. Dentro de los procesos de menor representatividad espacial, la recuperación fue la más importante, seguida de la perturbación y la deforestación. La revegetación fue el proceso menos importante en la comunidad (Cuadro 13, Figura 24).

Cuadro 13. Procesos de cambio en la Comunidad Indígena San Juan Xoconusco

Procesos de Cambio	1971-1983	1983-1994	1994-2003	1971-2003
	%	%	%	%
Recuperación	10	9	8	15
Revegetación	2	2	1	3
Perturbación	6	6	6	5
Deforestación	3	2	1	4
Permanencia de bosque denso	42	47	50	42
Permanencia de bosques perturbados	21	18	16	16
Permanencia de cubiertas agrícolas	16	16	18	15
Total	100	100	100	100

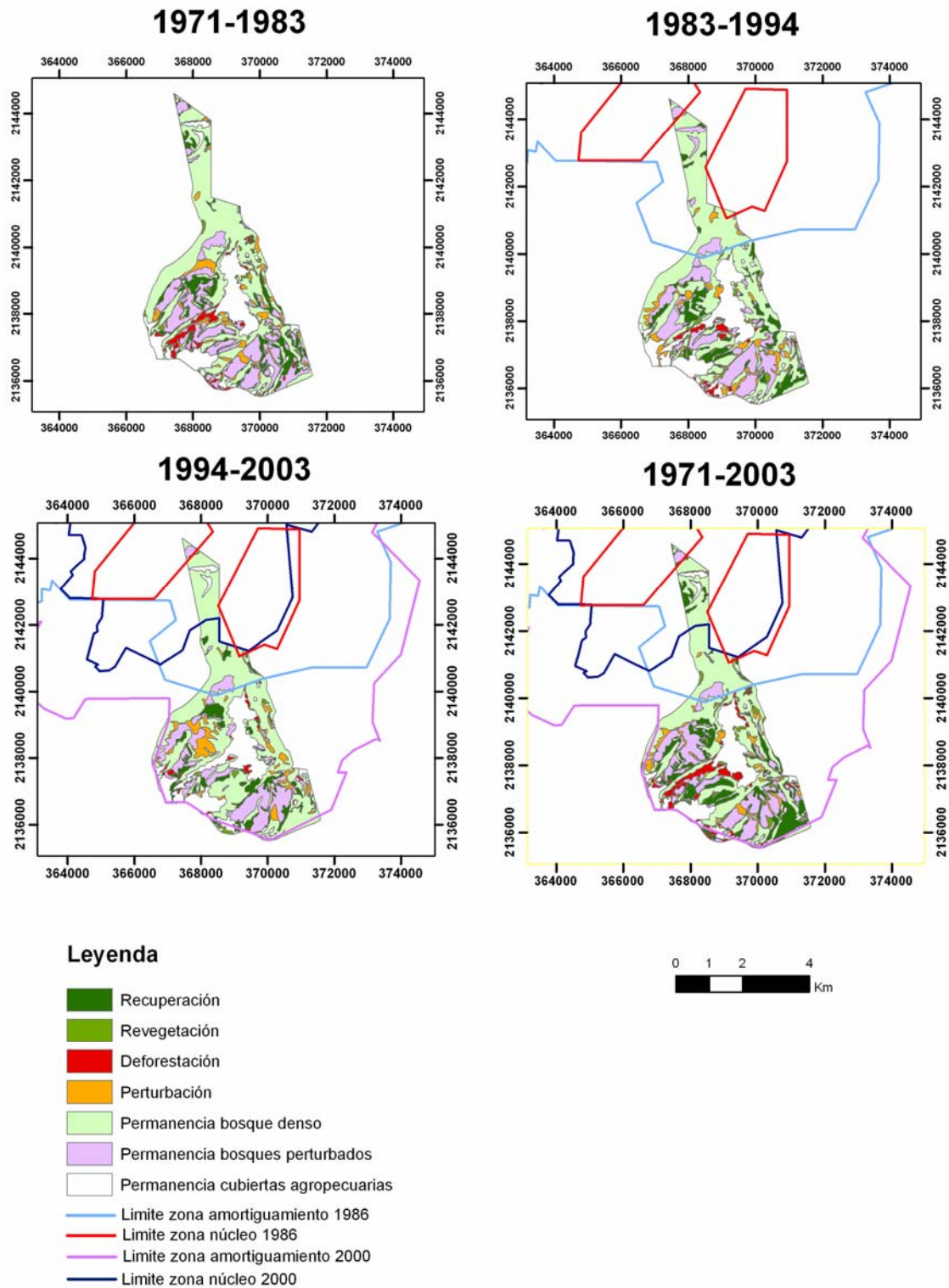


Figura 24. Mapas de procesos de cambio en la Comunidad Indígena San Juan Xoconusco.

6.3.4 Ejido Mesas Altas de Xoconusco

En todos los periodos de cambio considerados, domina la permanencia de bosques densos, la cual pasó de 51% en el primer periodo (1971-1983) a 92% en el último periodo (1994-2003). Otros procesos importantes fueron la recuperación y en menor medida la permanencia de bosques perturbados. Este último proceso, ha estado disminuyendo hasta llegar a 8% en el último periodo.

De los otros procesos de menor representatividad espacial se encuentra la perturbación, la cual ha estado disminuyendo, hasta llegar a desaparecer en el último periodo. Los procesos de deforestación, revegetación y permanencia de cubiertas agrícolas, se han mantenido en 0% durante todos los periodos analizados.

En la totalidad del tiempo analizado (1971-2003), permanece la misma tendencia (Cuadro 14, Figura 25).

Cuadro 14. Procesos de cambio en el Ejido Mesas Altas de Xoconusco.

Procesos de Cambio	1971-1983	1983-1994	1994-2003	1971-2003
	%	%	%	%
Recuperación	27	14	0	36
Revegetación	0	0	0	0
Perturbación	5	1	0	0
Deforestación	0	0	0	0
Permanencia de bosque denso	51	77	92	56
Permanencia de bosques perturbados	17	8	8	8
Permanencia de cubiertas agrícolas	0	0	0	0
Total	100	100	100	100

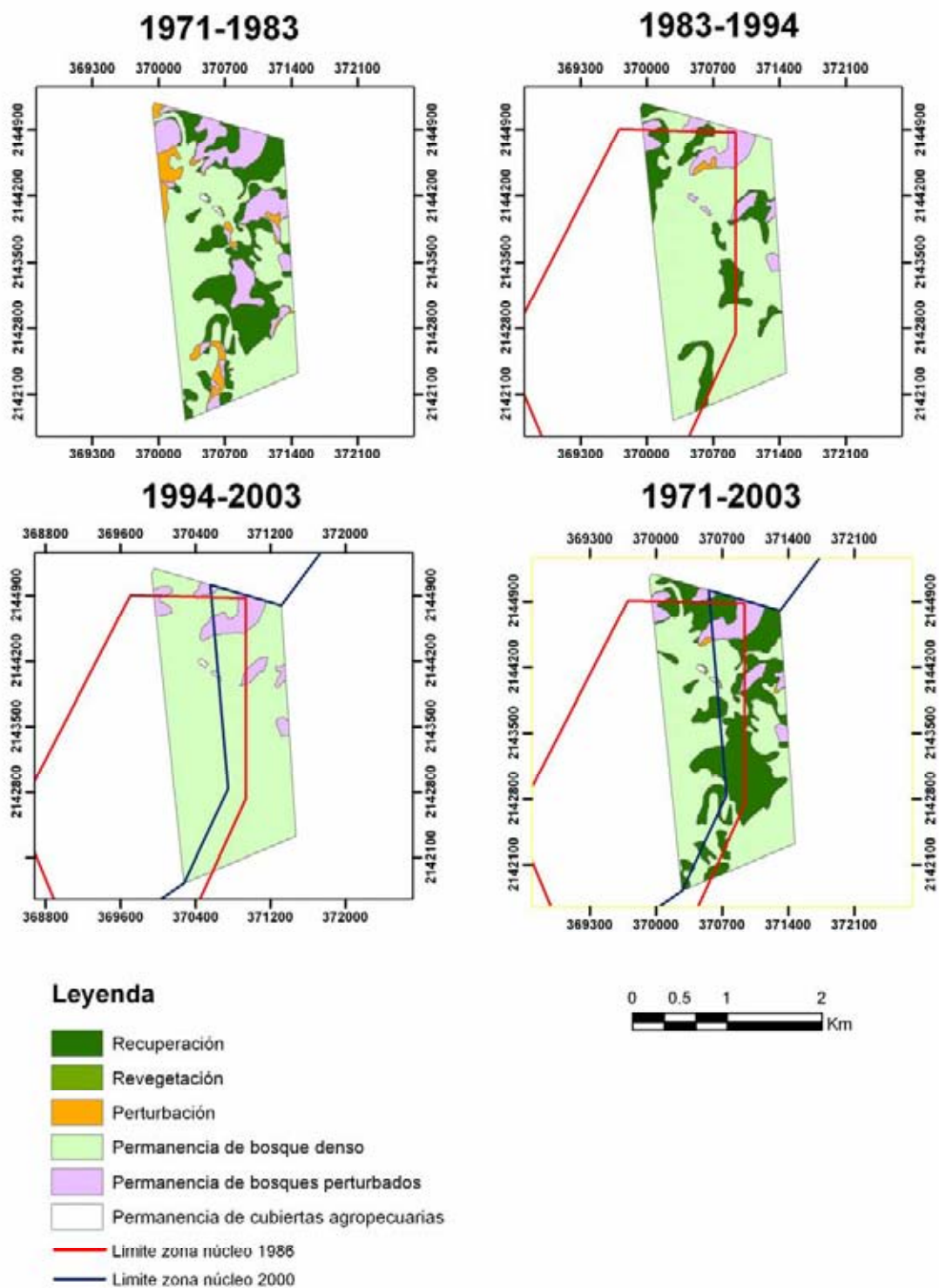


Figura 25. Mapas de procesos de cambio en el Ejido Mesas Altas de Xoconusco.

DISCUSION

Estructura demográfica

En la comparación de la estructura demográfica de *Abies religiosa* en zonas destinadas a la conservación y al aprovechamiento, se encontró que ambas condiciones presentan buena regeneración en plántulas. Esto coincide con las observaciones de Madrigal-Sánchez (1994), quien reportó que es muy común la regeneración del género *Abies* para los bosques de la región.

Sin embargo, no ocurre lo mismo con los brinzales, los cuales con excepción de una zona, no presentan individuos en esta categoría, lo que indica una gran mortalidad de plántulas. Es decir, son muy pocos los individuos que pasan de la categoría de plántulas a la de brinzales. Esto puede deberse a un proceso de autoaclareo natural, que se presenta cuando al llenarse el espacio del claro, mueren los individuos que quedaron suprimidos como resultado de la competencia (Jardel *et al.*, 2004).

Con respecto a la categoría de los árboles, se observó que en ambas condiciones de manejo se cuenta con individuos en todas las categorías diamétricas. Sin embargo, en una zona aprovechada se encontraron muy pocos individuos de la talla más grande (>60), que puede ser provocado por el aprovechamiento, ya que los árboles que se cortan generalmente son los de mayor edad o los más grandes (Musálem y Fierros, 1996).

Es importante mencionar que en el predio San José Corrales, se reforestaron zonas de bosque de *Abies* con plántulas de *Pinus*, debido muy probablemente a la mayor demanda de la madera del género *Pinus* y porque no hay muchos viveros que produzcan las plántulas de *Abies* (López, 2009), lo cual puede representar con el tiempo, un cambio en la composición de especies. También cabe mencionar que en zonas destinadas a la conservación y aprovechadas se encontraron árboles plagados con muérdago enano y gusano barrenador.

En la comparación de la estructura demográfica de *Pinus* destinado a la conservación y aprovechado, se encontraron patrones generales para ambas condiciones, como son: Falta de regeneración y pocos individuos, lo que no asegura el reclutamiento y la regeneración de la población (Ajbilou *et al.*, 2003). Otro proceso que se observó, fue el envejecimiento de las poblaciones en las zonas conservadas, lo que puede provocar una menor estabilidad frente a perturbaciones en individuos de estas zonas (Aunós y Blanco, 2006).

Específicamente para la categoría de plántulas y brinzales no se encontraron individuos en zonas destinadas a la conservación, ni tampoco en zonas aprovechadas, con excepción de una población aprovechada, donde se encontró muy buena regeneración; la excepción en esta población, según los ejidatarios, es debida al fuego (López, 2009), lo cual puede ser verdad, ya que si bien es cierto que los incendios pueden destruir y degradar los bosques, también es evidente que muchos bosques de pino se deben a la influencia frecuente del fuego (Rzedowski, 1982).

Con respecto a los árboles, se encontró que en general en ambas condiciones hay individuos en todas las categorías diamétricas, aunque en muy baja densidad, lo que es consecuencia de la falta de regeneración observada. La única excepción al caso anterior, es la población que parece haber sido afectada por el fuego, la cual presenta buena densidad de individuos en todas las categorías diamétricas. Es importante mencionar que para este género, se encontraron plagas en algunos sitios aprovechados, como el muérdago enano (*Arceuthobium*).

Las pruebas (ANOVA) realizadas a partir del área basal mostraron que las zonas conservadas presentan más área basal que las zonas aprovechadas, este resultado se debe a que el aprovechamiento reduce la biomasa de los ecosistemas forestales con respecto a aquellos que están destinados a la conservación (Pérez-Salicrup, 2005).

Las pruebas realizadas a partir del diámetro promedio, muestran una sobreexplotación de los árboles más grandes de especies del género *Pinus* en la comunidad indígena San Juan Xoconusco, ubicada en Cerro Pelón, Estado de México. Lo que puede deberse a una mala práctica de manejo. Sin embargo esta

diferencia no se observó para los individuos del género *Pinus* en Sierra Chincua, Michoacán, tampoco para los bosques de *Abies*.

Con respecto a las pruebas ANOVA llevadas a cabo a partir de la variable densidad no se encontraron diferencias significativas. Cabe resaltar que para ninguna de las tres variables se encontraron diferencias significativas entre Sierra Chincua, Michoacán y Cerro Pelón, Edo de México. Lo que nos indica que las poblaciones de *Abies* y *Pinus* en general son muy similares, con respecto a las variables diámetro promedio, densidad y área basal tanto en la región centro y sur de la reserva.

Los resultados anteriores, indican que los métodos de aprovechamiento basados en la selección individual y de pequeños grupos de árboles como el MMOBI y el SIMBAT, con el cual se aprovechan las poblaciones analizadas, son métodos que parecen resultar efectivos para promover la regeneración de especies tolerantes a la sombra, como las del género *Abies* (Musálem y Fierros, 1996).

Sin embargo, estos métodos no están promoviendo la regeneración de las poblaciones de *Pinus*, en los bosques de *Pinus-Quercus*. Esto debido a los pequeños claros que se forman en el bosque, después de la aplicación del tratamiento de cortas de selección, que no permiten una adecuada regeneración de los pinos, que son especies heliófilas. Lo que provoca un desplazamiento del género *Pinus* por latifoliadas como los *Quercus* (Rzedowski, 1982; Jardel, 1985; Barton y Merino, 2004), proceso que se observó en el presente trabajo para las poblaciones de *Pinus*, tanto en zonas destinadas a la conservación, como en zonas aprovechadas en la Reserva Mariposa Monarca.

Este proceso se presenta, porque los pinos son especies de estadios sucesionales tempranos. Tienen semillas pequeñas con pocas reservas nutritivas, por lo que requieren de campo abierto para que tengan un buen aporte de luz para iniciar la fotosíntesis. Por el contrario, los encinos tienen semillas grandes y con una gran reserva de alimentos que las hace menos dependientes de la luz, por lo que se establecen sin mayores problemas bajo un dosel cerrado, mientras que las plántulas de pino no (Jardel, 1985).

De hecho, la sustitución de los pinos por latifoliadas, es un proceso que se espera de forma natural en sitios sin grandes perturbaciones (Jardel, 1985). Lo que respalda las observaciones de este proceso, tanto en zonas destinadas a la conservación, como en zonas aprovechadas con el método de selección analizados en este trabajo.

Lo anterior sugiere que los bosques de *Abies* de la región tienen mayores probabilidades de ser aprovechados de manera sustentable en la reserva. Sin embargo, los bosques de *Pinus-Quercus* tienen mayor complejidad para su aprovechamiento debido a las grandes diferencias de tolerancia a la sombra entre los géneros *Pinus* y *Quercus* (Sánchez-Velásquez y Pineda-López, 1993).

Dinámica de la cubierta vegetal

Los resultados obtenidos muestran que para los cuatro predios, la degradación más importante fue antes de los decretos, específicamente en la primera fecha, en el año 1971. Estos resultados coinciden con estudios previos, donde se encontró que desde el año 1971 había degradación de la cubierta vegetal (Ramírez, 2001; Brower *et al.*, 2002). Incluso esta degradación ocurría desde el año 1950, lo que pudo ser consecuencia de las extracciones forestales ilegales, provocadas por una veda forestal a la extracción de madera de los bosques de la región, así como en gran parte del Estado de Michoacán, impuesta desde los años 50, la cual se prolongó hasta 1973 (Merino y Hernández, 2004).

Para el año 1983, todavía antes de los decretos, los predios aun mantenían importantes niveles de degradación, sin embargo, se inició una tendencia hacia la recuperación de sus bosques y a la disminución de la degradación. Esto posiblemente por la conclusión de la veda en el año 1973 y a que se desarrollaron en los predios, iniciativas de aprovechamiento forestal legal.

Después de los decretos, tres de esos cuatro predios, San José Corrales, San Juan Xoconusco y Mesas Altas de Xoconusco, han tenido una tendencia general de incrementar y mantener la cubierta de bosque denso. Lo que no coincide con Brower *et al* (2002), quienes observaron en la Reserva un aumento en el índice de degradación forestal, después del decreto de 1986. Pero sí coincide con otros

estudios, que observaron que el deterioro forestal no era uniforme en toda la Reserva y que algunos núcleos agrarios habían conservado sus bosques (Martin, 2002).

Incluso después de los aprovechamientos forestales legales, San Juan Xoconusco, incrementó su bosque 2%. Mesas Altas de Xoconusco, mantuvo la cubierta de bosque denso y San José Corrales tuvo una pérdida de bosque, aunque no fue significativa (1%). Lo que sugiere que el aprovechamiento forestal, puede desempeñar un papel importante en la conservación de los recursos forestales (WWF, 2004).

Es importante mencionar que no obstante la tendencia observada en San Juan Xoconusco, de recuperar el bosque y bajar la degradación, este predio fue el que mantuvo la mayor fragmentación y degradación de los cuatro predios analizados, lo que puede ser debido a que es el predio más grande y el que tiene más ejidatarios (211), además dentro del predio se mantienen áreas de cultivo y pequeños poblados, a diferencia de los otros predios analizados, donde solamente se encuentra el área boscosa y la población humana vive en otros predios.

En el predio Mesas Altas de Xoconusco, se presentó el cambio más notorio. Aunque en 1971 se encontraba casi la mitad de la superficie con alguna condición de degradación, llegó a tener 92% de bosque denso en la última fecha analizada. Esto se logró manteniendo niveles muy bajos de degradación y 0% de deforestación perceptible.

Mención aparte merece el ejido Jesús Nazareno, quien después de los decretos sufrió la degradación de sus bosques. En el caso de este predio, antes de los decretos se había iniciado una tendencia hacia la recuperación de sus bosques. El decreto de 1986, implicó delimitar una zona núcleo que abarcó prácticamente la mitad del ejido (Ramírez *et al.*, 2007). Con este decreto, también se estableció una zona de amortiguamiento de un área menor a la de la zona núcleo y una pequeña área libre, compuesta en su mayor parte por cultivos.

Estas disposiciones tuvieron efectos que se pudieron apreciar en las fotografías de 1994. Para esta fecha el predio recuperó considerablemente su bosque, principalmente en el área de amortiguamiento, la degradación disminuyó, aunque, siguió habiendo principalmente en el área núcleo.

En mayo del 2000, el predio Jesús Nazareno obtuvo un permiso de manejo forestal legal, para aprovechar sus bosques (SEMARNAT, 2009). Seis meses después, en noviembre del 2000, se pone en marcha un nuevo decreto. El permiso de manejo forestal tuvo que ser cancelado, debido a que con este nuevo decreto se amplió la zona núcleo a casi la totalidad del predio y se dejó una pequeña zona de amortiguamiento, representada principalmente por cultivos.

Para el año 2003, fecha posterior a este último decreto, la degradación se incrementó considerablemente, casi hasta llegar a los niveles de degradación del año 1971, debida sobre todo a la tala ilegal (Miranda, *com. pers.*), lo que pudo ser consecuencia de la nueva veda de los recursos forestales en el predio, lo cual coincide con las observaciones de Merino y Segura (2002), quienes postulan que el establecimiento de Reservas de la Biósfera, en muchos casos ha promovido el clandestinaje, tal como ha ocurrido con las vedas (Merino y Segura, 2002).

Por lo anterior, los predios Mesas Altas de Xoconusco, San José Corrales y San Juan Xoconusco, merecen una mención especial por mantener la tendencia a recuperar sus bosques y disminuir los niveles de degradación, durante todo el periodo de análisis.

Estos tres predios son ejemplo de comunidades que logran manejar sus recursos colectivos, sin provocar deterioro. Esto puede deberse a que en estos predios se presentan instituciones colectivas organizadas, que aumentan las probabilidades de un manejo sostenible. Esta organización implica definición de límites y reglas congruentes de acceso a los recursos, mecanismos participativos para la toma de decisiones, monitoreo del recurso, sanciones graduadas (Ostrom, 1997; Martin, 2002). Probablemente también influya el hecho de que todos estos predios, no tienen una restricción total sobre los recursos forestales, es decir, tienen un área de amortiguamiento donde se permite el aprovechamiento forestal, lo que puede contribuir a la conservación tanto de las áreas núcleo como las áreas de amortiguamiento en el predio (López, 2009).

Por otra parte, el predio Jesús Nazareno fue el único que presentó cierta pérdida, tanto de sus bosques de *Abies* como de *Pinus-Quercus* en el último periodo. En este caso, la restricción al aprovechamiento de los recursos maderables como consecuencia del decreto del año 2000, provocó la falta de presencia de los ejidatarios en el bosque y el fracturamiento de la organización colectiva, que anteriormente se coordinaban para el aprovechamiento. Esto generó espacios para la entrada de la tala ilegal, que tuvo como resultado la degradación de su bosque.

Lo anterior resalta la necesidad de brindar mayor capacitación, tanto a la comunidad de Jesús Nazareno como a otras que se encuentran en la misma situación, para que realicen actividades productivas diferentes al aprovechamiento de madera, como es el aprovechamiento de productos forestales no maderables (PFNM) (Marshall *et al.*, 2006; Tapia y Reyes, 2008).

CONCLUSIONES

De esta manera concluimos que el aprovechamiento forestal ha tenido efectos como disminuir el área basal de los bosques, el cual es un efecto que se puede esperar en zonas aprovechadas ya que se cortan más árboles en estas zonas que en las destinadas a la conservación. También encontramos una sobreexplotación de árboles mayores, aunque solo fue en una zona de las cinco analizadas. Por otra parte la densidad de árboles no fue significativamente diferente en zonas de conservación y aprovechadas. Con respecto a los dos conjuntos montañosos analizados (Sierra Chincua, Michoacán y Cerro Pelón, Estado de México) encontramos que son muy similares en densidad, área basal y diámetro promedio.

Con respecto al análisis de los histogramas de frecuencias encontramos falta de regeneración del género *Pinus* en los bosques de *Pinus-Quercus*, tanto en zonas destinadas a la conservación como aprovechadas. Esto se debe al desplazamiento del género *Pinus* por latifoliadas, el cual es un proceso de sucesión natural propio de estos bosques en ausencia de grandes perturbaciones. Aquí se presenta también en zonas aprovechadas, debido a que el método de selección que se utiliza en estos bosques es muy conservador. Lo anterior da como resultado, que la apertura en el dosel no sea adecuada para garantizar la regeneración de las especies heliófilas de *Pinus*, pero sí para especies tolerantes a la sombra que comparten el nicho ecológico del pino, como los encinos y otras latifoliadas, las cuales acaban por reemplazar al pino.

Por lo que este método no está resultando adecuado para la regeneración de *Pinus spp.* en los bosques de *Pinus-Quercus*, a pesar de que son las especies madereras con mayor demanda y más rentables. En cambio parece adecuado para la regeneración de especies tolerantes a la sombra, como las del género *Abies*.

Por otra parte, el análisis de la cubierta vegetal indica que las restricciones totales al aprovechamiento de madera, es decir las vedas, pueden provocar efectos contrarios a los objetivos de conservación, como promover el aprovechamiento ilegal.

Los predios Mesas Altas de Xoconusco, San José Corrales y San Juan Xoconusco, están realizando un manejo forestal que ha promovido la conservación del bosque e incluso el incremento de su extensión. Parte de la explicación puede ser que todos estos predios cuentan con un área de amortiguamiento, en donde se está realizando aprovechamiento forestal.

Caso contrario es el predio Jesús Nazareno, donde se presentó cierta disminución de la superficie cubierta por bosques densos en el último periodo de observación, coincidente con la incorporación de estos bosques a la zona núcleo del área protegida. Es decir, prácticamente la totalidad del arbolado de este predio esta vedado al aprovechamiento legal, lo cual pudo haber motivado la extracción ilegal, la cual al no ser controlada puede causar graves daños tanto a la estructura forestal como al suelo.

El análisis espacial indica que hay predios que están incrementando y conservando la cubierta de sus bosques de *Abies* y de *Pinus-Quercus*, incluso aún después de los aprovechamientos forestales basados en el tratamiento de cortas de selección. Lo anterior muestra que este método de aprovechamiento ayuda a mantener la cubierta vegetal. Sin embargo, el análisis de la estructura demográfica indica que la aplicación de este método, esta impidiendo la regeneración de los pinos y esto puede llevar a una extinción local de estas especies de gran importancia comercial y biológica. Lo anterior demuestra la importancia de los análisis a diferentes escalas, que se complementan para tener una visión más integral del problema u objeto a estudiar y de esta manera tomar mejores decisiones de manejo.

RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

- Realizar actividades de saneamiento de árboles plagados en todos los predios.
- No reforestar los bosques de *Abies* con especies del género *Pinus*
- No sobre aprovechar los árboles grandes.
- Promover la regeneración de *Pinus spp.* en los bosques de *Pinus-Quercus*. Una opción para esto, podría ser, utilizar el método de selección en grupos, pero generando aperturas más grandes en el dosel, que permitan una mayor entrada de luz.
- Tener en cuenta las características específicas de cada área forestal, como la composición y tolerancia a la sombra de especies, así como las relaciones sucesionales para elegir adecuadamente el método de aprovechamiento.
- Considerar la autorización de aprovechamiento forestal en los predios de la zona de amortiguamiento que no lo han obtenido. Ya que el manejo forestal es una actividad productiva, que bien llevada a cabo puede mantener alta integridad de los recursos forestales y generar empleos y ganancias, lo cual es un incentivo fuerte para cuidar el bosque.
- Seguir de cerca los efectos del manejo forestal.

BIBLIOGRAFÍA

Abundio, R. E., R. A. Gallegos y C. O. Aguirre. 2003. Estructura horizontal de especies arbóreas en un bosque tropical de la costa de Jalisco, México. *In*: VI Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Sociedad Mexicana de Recursos Forestales. México. pp. 51-52.

Ajbilou, R., T. Marañón y J. Arroyo. 2003. Distribución de clases diamétricas y conservación de bosques en el norte de Marruecos. *Invest. Agrar. Sist. Recur. For.* 12 (2): 111-123.

Alexiades, M y P. Shanley. 2004. Productos forestales, medios de subsistencia y conservación. Estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables. Volumen 3-América Latina. Centro de Investigación Forestal Internacional (CIFOR). 116 pp.

Andrzejczyk, T. y B. Brzeziecki. 1995. The structure and dynamics of old-growth *Pinus silvestris* (L). Stands in the wigry National Park, north-eastern Poland. *Vegetatio* 117: 81-94.

Aunós, A y R. Blanco. 2006. Caracterización de rodales irregulares de *Abies alba* Mill. capitalizados en existencias del valle de Arán (Pirineos, España) y de las cortas de entresaca practicadas. *Invest. Agrar. Sist. Recur. For.* 15 (1): 96-106.

Ávila, B. C. 2000. Ecología poblacional de *Abies hickelii* en el Pico de Orizaba, Veracruz. Colegio de Postgraduados. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. L172. México D. F. 97 pp.

Barton, D y L. Merino. 2004. De la tala al manejo de los ecosistemas. *In: La experiencia de las comunidades forestales en México*. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT) Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. (CCMSS). México D. F. pp 133-145.

Boege, E. 2003. Protegiendo lo nuestro. Manual para la gestión ambiental comunitaria, uso y conservación de la biodiversidad de los campesinos indígenas de América Latina. México, D. F. 175 pp.

Brenner, L. 2006. Áreas Naturales Protegidas y Ecoturismo: El caso de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, México. El Colegio de Michoacán. Relaciones 105, Vol. XXVII. pp 237- 265.

Brower, L. P., G. Castilleja, A. Peralta, J. López-García, L. Bojórquez-Tapia, S. Diaz, D. Melgarejo, M. Missrie. 2002. Quantitative changes in forest quality in a principal overwintering area of the monarch butterfly in Mexico, 1971-1999. *Conserv. Biol.* 16: 346-359.

Calderón de Rzedowski, G. y J. Rzedowski y colaboradores. 2001. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2ª. Ed., Instituto de Ecología, A.C. / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. 1406 pp.

Campbell, J. B. 2002. *Introduction to Remote Sensing*. 3rd Ed. Taylor & Francis. London.

Castillo, F. J., B. Imbert, J. Blanco, C. Traver, F. Puertas. 2003. Gestión forestal sostenible de masas de pino silvestre en el Pirineo Navarro. *Ecosistemas*. Vol. XII, Núm. 003. Asociación Española de Ecología Terrestre. Alicante, España. 9 pp.

Chandrasekharan, C. 1995. Terminology, definition and classification of forest products other than wood. FAO, Ministry of Forestry, Government of Indonesia. Expert Consultation on non-wood forest products, Yogyakarta. 39 pp.

Christensen, N. L., A. M. Bartuska, J. H. Brown, S. Carpenter, C. D'Antonio, R. Francis, J. F. Franklin, J. A. MacMahon, R.F. Noss, D. J. Parsons, C. H. Peterson, M.G.Turner and R. G. Woodmansee. 1996. The report of the Ecological Society of America/ Committee on the Scientific Basis for Ecosystem Management. Ecological Applications: Vol. 6, No. 3: 665-691.

Chuvienco, E. 2007. Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio. Editorial Ariel. Barcelona, España. 584 pp.

Corporación de manejo forestal sustentable (Comafors). 2009. ¿Qué es el Manejo forestal sustentable-MFS?. <http://www.comafors.org/mfs.html>. Consultado el 5 de junio del 2009.

COFOM (COMISIÓN FORESTAL DE MICHOACAN). 2009. Relación de programas de manejo forestal autorizados durante el periodo 1999 a 2008 de la Región Oriente de Michoacán. Departamento de Manejo Forestal. Morelia, México.

CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS). 2001. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. México, 138 pp.

CONAFOR (COMISIÓN NACIONAL FORESTAL). 2006. Desarrollo Forestal Sustentable en México. Avances 2001-2006. México, D. F.179 pp.

Conforte, D. 2000. Acceso de pequeños productores a mercados dinámicos de productos forestales no maderables: Experiencias y lecciones. Red Internacional de Bosques Modelos y IDRC. 40 pp.

Córdova, C. B. 1985. Demografía de árboles tropicales. *In*: Gómez-Pompa y Del Amo. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Ed. Alambra, INIREB. México. pp 103-128.

Cornejo-Tenorio, G., A. Casas, B. Farfán, J. L. Villaseñor, G. Ibarra-Manríquez. 2003. Flora y vegetación de las zonas núcleo de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. pp 43-62.

Cornejo-Tenorio, G y G. Ibarra-Manríquez. 2008. Flora ilustrada de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 441 pp.

DANIEL, P. W., U. E. HELMS y F. S. BAKER. 1982. Principios de Silvicultura. Editorial McGraw Hill. México. 492 pp.

De Beer, J. H. and M. J. McDermot. 1989. The economic value of non timberforest products in SE Asia. 2nd Edition. Netherlands Committee for the IUCN. Amsterdam.

Diario Oficial de la Federación. 1980. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. México, D. F.

Diario Oficial de la Federación. 2000." DECRETO por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Mariposa Monarca, ubicada en los municipios de Temascalcingo, San Felipe del Progreso, Donato Guerra y Villa de Allende en el Estado de México, así como en los municipios de Contepec, Senguio, Angangueo, Ocampo, Zitácuaro y Aporo en el Estado de Michoacán, con una superficie total de 56,259-05-07.275 hectáreas", 10 de noviembre.

Erdas Geographic Imaging Made Simple. 2001. Guía de Erdas 8.4 Español. 784 pp.

FAO.1996. Forest Resources Assessment 1990 - Survey of tropical forest cover and study of change processes. FAO Forestry Paper No. 130. Rome.

FAO. 2003. State of the World's Forests 2003. Roma, Italia. 151 pp.

FAO. 2004. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina. Documento de Trabajo. Informe Nacional México. Roma, Italia. 86 pp.

Feeny, D., F. Berkes, B.J. McCay y J. M. Acheson. 1997. Formas de propiedad y acceso a los recursos naturales. Una evaluación de la evidencia en torno a la tragedia de los comunes. Gaceta Ecológica. (INE-SEMARNAP, México), Nueva época. No. 44. México. pp 28-50.

Forest Service. 2005. FOREST INVENTORY AND ANALYSIS NATIONAL CORE FIELD GUIDE. U.S Department of Agriculture. 203 pp.

Giménez, A, J., I. Ramírez y M. Pinto. 2003. Las comunidades vegetales de la Sierra de Angangueo (Estados de Michoacán y México, México): Clasificación, composición y distribución. Lazaroa 24: 87-111.

Giménez, A. J. e I. Ramírez. 2004. Análisis fitosociológico de los bosques de Oyamel [*Abies religiosa* (H.B.K.) Cham. & Schlecht.] de la Sierra de Angangueo, Región Central de México. Fitosociología 41(1): 91-100.

González-Molina, J. M. y M. Piqué. 2003. Análisis de la regeneración natural en una masa irregular de Abeto, Pino negro y Pino silvestre. Cuad. Soc. Esp. Cien. For. 15:129-134.

Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. (Coords). 1995. Reservas de la Biósfera y otras áreas naturales protegidas de México. Instituto Nacional de Ecología/ SEMARNAP/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (Edición digital: Conabio 2006).

Granados, D. y G. López. 2001. Ecología de poblaciones vegetales. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 144 pp.

Halffter, G. 1995. Reservas de la Biósfera y conservación de la biodiversidad en el siglo XXI. Revista Ciencias No 39. 13 pp.

Hardin, G. 1968. The Tragedy of Commons. Science v. 162. pp. 1243-1248.

Hernández-Díaz, J., J. Corral-Rivas, A. Quiñones-Chávez, J. Bacon-Sobbe y B. Vargas-Larreta. 2008. Evaluación del manejo forestal regular e irregular en bosques de la Sierra Madre Occidental. Madera y Bosques 14(3): 25-41.

Honey-Rosés, J. 2009. Disentangling the proximate factors of deforestation: The case of the Monarch Butterfly Biosphere Reserve in Mexico. Land Degradation & Development, 20: 22–32.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2009. <http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/prodyserv/actualizacion/fotoaerea/descripcion.cfm?s=geo&c=1105>. Consultada el lunes 1 junio del 2009.

INE (INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA).1996. Reserva Especial de la Biosfera Mariposa Monarca. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/2/monarca.html>(Consulta, viernes, 06 marzo del 2009).

Jardel, P. E. 1985. Una revisión crítica del Método Mexicano de Ordenación de Bosques desde el punto de vista de la Ecología de Poblaciones. *Ciencia Forestal* 10(58): 3-16.

Jardel- Peláez, E., A. L. Santiago-Pérez, C. Cortés-Montaña y F. Castillo-Navarro. 2004. Sucesión y dinámica de rodales en: Flora y Vegetación en la estación científica Las Joyas. Departamento de Ecología y Recursos Naturales – Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad. Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. México. pp. 179-203.

Larson, J. 1992. Estudio demográfico de *Echeverría gibbiflora* DC. (CRASSULACEAE) en el Pedregal de San Ángel. Tesis profesional. Facultad de Ciencias- UNAM, México. D.F. 119 pp.

López, B, P., J. Bava y S. Antequera. 2003. Regeneración en un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl.) Krasser) sometido a un manejo de selección en grupos. *Bosque (Valdivia)* 24 (2):13-21.

López-Granados, E. y G. Bocco. 2001. Cambio de cobertura vegetal y uso del suelo. In Mendoza-Cantú, M. E, E. López-Granados y G. Bocco (2001). Regionalización ecológica, conservación de recursos y ordenamiento territorial, Informe final presentado al Programa SIMORELOS-CONACYT. Departamento de Ecología de los Recursos Naturales- Instituto de Ecología. UNAM, México.

Lugo, S. 2009. Evaluación de experiencias de conservación comunitaria en dos comunidades del Estado de Michoacán. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias; UNAM. México. 133 pp.

Madrigal-Sánchez, X. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de Oyamel - *Abies religiosa* (H. B.K.) Schl. et Cham.- en el Valle de México. Bol. Técnico 18. Inst. Nal. Invest. For. México. pp. 13-77.

Madrigal-Sánchez, X. 1994. Características ecológicas generales de la región forestal oriental del Estado de Michoacán. México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 116 pp.

Marshall, E., K. Schreckenber y A.C. Newton. 2006. Comercialización de Productos Forestales No Maderables: Factores que Influyen en el Éxito. Conclusiones del Estudio de México y Bolivia e Implicancias Políticas para los Tomadores de Decisión. Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del PNUMA, Cambridge, Reino Unido. 148 pp.

Mas, Jean-François and I. Ramírez. 1996. Comparison of land use classifications obtained by visual interpretation and digital processing, ITC Journal 3-4, ITC. Netherlands. pp 278-283.

Martin, J. A. 2002. El manejo forestal contrastante en dos núcleos agrarios de la reserva de la Biósfera Mariposa Monarca. Relaciones 23 (89): 53-82.

Martínez, R. S. 2008. Programa de manejo forestal del tipo intermedio para el aprovechamiento forestal maderable: Mesas Altas de Xoconusco, El Mirador y Comunidades.

Méndez, J. 2007. Programa de Manejo Forestal nivel avanzado que se formula para regir el aprovechamiento de los recursos forestales maderables de tipo persistente en el predio denominado "Ejido San José Corrales", Municipio de Tlalpujahu, Michoacán, propiedad del núcleo ejidal. Zitacuaro, Michoacán. 148 pp. México.

Merenson, C., 1999. Hacia un manejo forestal sustentable en la República Argentina. Revista de Ciencias Forestales. Quebracho 7: 21-26.

Merino, L. 1999. Reserva Especial de la Biósfera Mariposa Monarca: Problemática general de la región. Sustentabilidad y Desarrollo. pp. 239-248.

Merino, L y G. Segura. 2002. El manejo de los recursos forestales en México (1992-2002) Procesos, Tendencias y Políticas Públicas. *In*: La transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe. Ed. Instituto Nacional de Ecología/ Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco/ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México D.F. pp 237-256.

Merino, L y M. Hernández. 2004. Destrucción de instituciones comunitarias y deterioro de los bosques en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Sociología* 2: 261-309. México, D. F.

Montenegro, C., I. Gasparri, E. Manghi, M. Strada, J. Bono, M.G. Parmuchi. 2004. Informe sobre deforestación en Argentina. Dirección de Bosques. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 8 pp.

Murillo, A. 2006. Análisis de la estructura demográfica de *Guaiaecum sanctum* L. (*Zygophyllaceae*) en poblaciones con y sin manejo en Campeche, México. Tesis profesional de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. 34 pp. México.

Musálem, M. A. y A. M. Fierros. 1996. El Método de Selección. *In*: Curso de Silvicultura de Bosques Naturales. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, Edo. de México. pp 134-145.

Nebel, B. J., R. T. Wright, F. J. Dávila. 1999. Ciencias Ambientales: Ecología y Desarrollo Sostenible. Edición 6. Pearson Educación. 698 pp.

Ordóñez, J. A. B. 2008. Como entender el manejo forestal, la captura de carbono y el pago de servicios ambientales. *Ciencias* 90. pp 36-42.

Ostrom, E. 1997. Esquemas institucionales para el manejo exitoso de los recursos comunes. *Gaceta Ecológica*. (INE-SEMARNAP, México). Nueva época. No. 45. pp 32-48.

Pérez-Salicrup, D. R. 2004. Ecología de poblaciones de mariposas y abetos en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. *In: Primer Foro Regional Mariposa Monarca*. Memorias. Valle de Bravo, Estado de México. México. 102 pp.

Pérez Salicrup, D. R. 2005. La restauración en relación con el uso extractivo de recursos bióticos. *In: Temas sobre restauración ecológica*. Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat). México, D. F. pp 79-86.

Ramírez, I. 2001. Cambios en las cubiertas del suelo en la Sierra de Angangueo, Michoacán y Estado de México, 1971-1994-2000. *Investigaciones Geográficas*. 45: 39-55. Instituto de Geografía-UNAM, México.

Ramírez, I., J. Azcarate and L. Luna. 2003. Effects of human activities on monarch butterfly habitat in protected mountain forest, Mexico. *The Forestry Chronicle* 79(2): 242-246.

Ramírez, I. y R. Zubieta. 2005. Análisis regional y comparación metodológica del cambio en la cubierta forestal en la Región Mariposa Monarca. Informe Final para WWF.

Ramírez, I., R. Miranda, R. Zubieta. 2008. Serie cartográfica Monarca Volumen I. Vegetación y cubiertas del suelo 2006. Segunda Edición. Instituto Nacional de Ecología. México.

Rendón-Salinas, E., J. Pérez, A. Ibarra y C. Galindo-Leal. (Editores). 2005. Memorias del Primer Foro Regional Mariposa Monarca, 2004. México D. F. 102 pp.

Reyes-Hernández, H., S. Cortina-Villar, H. Perales-Rivera, E. Kauffer-Michel y J. Pat-Fernández. 2003. Efecto de los subsidios agropecuarios y apoyos gubernamentales sobre la deforestación durante el periodo 1990-2000 en la región de Calakmul, Campeche, México. Investigaciones Geográficas. Boletín del instituto de Geografía, UNAM. 51: 88-106.

Reyes, J. A y F, I. Contreras. 2005. Uso de los recursos entregados por el fondo Monarca y su impacto en labores de vigilancia forestal y beneficio colectivo. WWF- FMCM, México. 30 p.

Ruíz, R. 2006. Evaluación multitemporal de los cambios en la cubierta vegetal y el uso del suelo en el sur de Quintana Roo, México. Tesis Profesional. Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 138 pp.

Rzedowski, J. 1982. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F. 431 pp.

Sánchez-González, A., L. López-Mata, D. Granados-Sánchez. 2005. Semejanza florística entre los bosques de *Abies religiosa* (H.B.K.) Cham. et Schltdl. de la Faja Volcánica Transmexicana. Investigaciones Geográficas, Boletín del instituto de Geografía-UNAM. 56: 62-76.

Sánchez- Velásquez, L. R y M. D. R. Pineda-López.1993. Conservación y desarrollo rural en las zonas de montaña: el manejo forestal como un elemento potencial en Veracruz. BIOTAM. Volumen 5, Núm. 2.

Secretaría de Desarrollo Agropecuario Protectora de Bosques. 1996. Programa de manejo forestal para el aprovechamiento persistente de recursos forestales maderables para la Comunidad San Juan Xoconusco, Municipio de Donato Guerra, Estado de México. Metepec, Estado de México. 161 pp.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2005. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 380 pp.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).2008.Aprovechamientos Forestales Maderables. <http://www.semarnat.gob.mx/estados/chiapas/temas/Paginas/RecursosForestales.aspx>.

(Consulta domingo 24 de mayo del 2009).

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Autorizaciones de programas de manejo forestal Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca 1993-2007. Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental y de los Recursos Naturales. Unidad de Aprovechamiento y Restauración de los Recursos Naturales. Morelia, México.

Slatkin, M. 1994. Gene flow and population structure. In *iesgo*. Diario Oficial de la Federación. 06/03/02.México. Ecological Genetics. L. Real. Princeton. New York, U.S.A .11pp.

SmartWood (Practical conservation through certified forestry). 2001. Resumen público de Certificación de Ejido San Esteban. 47 pp.

Tamarit, U. J. 2003. Análisis del Escenario de la Certificación Forestal en el Contexto del Desarrollo Sustentable. *Madera y Bosques* 9 (2): 3-13.

Tapia-Tapia, E y R. Reyes-Chilpa. 2008. Productos Forestales No Maderables en México: Aspectos Económicos para el Desarrollo Sustentable. *Madera y Bosques* 14(3). Pp 95-112.

Torres, R. J. 2000. Sostenibilidad del volumen de cosecha calculado por el Método Mexicano de Ordenación de Montes. *Madera y Bosques* 6(2): 57-72.

UNESCO.1973, Clasificación Internacional y Cartografía de la Vegetación, París. 93 pp.

Velázquez, A., J. F. Mas, J. R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, P. C Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J. L. Palacio. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso de suelo en México. Gaceta Ecológica, No. 062. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. pp 21-37.

Von, J. K., O. S. Sánchez y A. O. Calderón. 2004. Manejo forestal con bases científicas. Madera y Bosques 10(2): 3-16.

WWF México (Fondo Mundial para la Naturaleza). 2004. La tala ilegal y su impacto en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. México, D. F. 37 pp.

WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza). 2004. Monitoreo ecológico del manejo forestal en el trópico húmedo: Una guía para operadores forestales y certificadores con énfasis en bosques de alto valor para la conservación. San José, Costa Rica.116 pp.

WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza). 2006. Pérdida y deterioro de los bosques en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca 2005-2006. 8 pp.

Zubieta, R. 2007. Dinámica de la cubierta vegetal en el Área Natural Protegida de la Mariposa Monarca en el periodo 1986-2003. Tesis profesional (Biología). Facultad de Ciencias; UNAM. México, D. F. 103 pp.

Comunicación personal

Camacho Cruz Hilario, Comisario de Mesas Altas de Xoconusco.

López de Jesús Rigoberto, suplente del comisario de San Juan Xoconusco.

Miranda Martínez Salvador, Secretario del Ejido Jesús Nazareno.

Rojas Cruz Porfirio, Tesorero del Ejido San José Corrales.