

**ESTIMACIÓN DE LA TASA DE
TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT
EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA “SIERRA
DE MANANTLÁN”
PERIODO 1972-2000**

INFORME FINAL



COMISION NACIONAL DE
ÁREAS NATURALES
PROTEGIDAS



Fondo Mexicano para la
Conservación de la
Naturaleza, A. C.
Institución Privada

Septiembre 2003.

Coordinación

Jorge Carranza Sánchez-CONANP

Concepción Molina Islas-FMCN

Equipo Técnico CONANP

Procesamiento de imágenes de satélite

Ignacio Paniagua Ruíz

Sistema de Información Geográfica

Lilián G. Rodríguez Sánchez

Delfina Rodríguez Vélez

Juan C. Zamora Espíndola

Cesar O. Silva González

Roberto D. Cruz Flores

Jesús J. Aguilar Mosqueda

El presente reporte forma parte del Sistema de Monitoreo y Evaluación del Fondo para Áreas Naturales Protegidas que desarrollan conjuntamente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.

Agradecemos a la Fundación MacArthur el financiamiento a través del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A. C., para la adquisición del equipo utilizado en el presente proyecto. Así mismo agradecemos la colaboración del equipo técnico de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, de la Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad y de la Dirección General de Federalización y Descentralización de Servicios Forestales y Suelo de la SEMARNAT por la información proporcionada.

ÍNDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN.....	4
JUSTIFICACIÓN	6
OBJETIVO GENERAL.....	9
OBJETIVOS PARTICULARES	9
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
CONCLUSIONES.....	30
LITERATURA CITADA	31

Resumen

Con el establecimiento de las áreas naturales protegidas se busca mantener áreas representativas de ecosistemas biológicamente diversos, como es el caso de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, sin embargo es necesario considerar que estas zonas son sujetas a actividades humanas.

Con el propósito de evaluar el progreso y adaptar el manejo de las áreas protegidas con base en la experiencia que se va adquiriendo, es necesario establecer un sistema de monitoreo que coadyuve a plantear estrategias para el uso sustentable de los mismos.

El presente trabajo forma parte del Sistema de Monitoreo y Evaluación del Fondo para Áreas Naturales Protegidas, desarrollado con el Sistema de Información Geográfica de la CONANP adscrito a la Dirección General de Manejo para la Conservación en coordinación con el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A. C.

Para la elaboración del presente trabajo se emplearon imágenes de satélite Landsat correspondientes a las décadas de los 70's, 80's, 90's y 2000. A fin de determinar la tasa de transformación del hábitat mediante un análisis retrospectivo en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán los tipos de vegetación y uso del suelo se agruparon en forestal y no forestal.

Los resultados obtenidos para el año 2000 indican que la reserva cuenta con una superficie transformada de 19,300 ha que corresponde al 13.8% de la superficie total de la reserva. En el período analizado entre 1972 y 2000, se estima una tasa de 0.38%, equivalente a 502 ha/año, transformándose en 28 años 13,359 ha, sin embargo el análisis por período muestra un incremento continuo en la tasa de transformación del hábitat; en donde las selvas se han transformado en zonas para actividades agrícolas y pastizales cultivados que son dedicados a la ganadería.

Introducción

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP's) constituyen porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional, representativas de diversos ecosistemas y de su biodiversidad, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por el hombre y están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo. Con el establecimiento de áreas naturales protegidas se crea una estrategia para la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad de México a fin de asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (LGEEPA, 1997).

Estos ecosistemas representan el patrimonio natural del país, el cual requiere ser conservado no solo por el valor que representa la naturaleza en sí misma, sino también por los servicios ambientales que éstos proporcionan. Las ANP's deben ser vistas desde una perspectiva amplia, en donde se puede ordenar el desarrollo regional, proponer alternativas económicas ambientalmente sustentables y procurar el crecimiento armónico de la población.

En México, los ecosistemas han sido modificados tanto por factores naturales como por el hombre en un lapso de tiempo corto. Un ejemplo de esto son las selvas, las cuales han sido explotadas por diversos sectores de la industria, y más aún han sido transformadas en regiones agropecuarias. En 1984 el aprovechamiento comercial de las selvas representaba más de la tercera parte del bosque comercial del país, donde llegaba a producirse prácticamente el 90% de toda la madera tropical comercial (Ruiz y Gómez, 1987).

Tradicionalmente, los bosques han sido uno de los recursos naturales más importantes para la humanidad. Estos proporcionan fuentes de energía y materias primas, al mismo tiempo que suministran diversos servicios ambientales. Sin embargo, la acelerada pérdida de los bosques es uno de los problemas ambientales de mayor importancia en el mundo. Actualmente se estima que sólo un tercio de la superficie continental (3.54 mil millones de ha) se encuentra bajo cubierta forestal (UNAM,2000).

Varios autores han enfatizado la necesidad de cuantificar dicho grado de conversión y expresarlo en términos de los factores desencadenadores del cambio, dando principal énfasis al resultado de la acción antrópica. Una manera confiable para medirlo es a través del estudio de la dinámica espacio temporal de la cubierta vegetal (Berry, *et al*, 1996). En México, durante los últimos años se han realizando diversos trabajos para conocer la situación que guardan los recursos naturales y estimar la tasa de transformación, a través de la generación de los

inventarios forestales. Las estimaciones de superficies forestales perdidas anualmente varían de 365,000 a 1'600,000 hectáreas (Velázquez *et al.* 2002).

El concepto de inventario forestal nacional incluía básicamente la cuantificación del volumen maderable disponible y su distribución espacial, sin embargo este enfoque se ha ido complementando con una visión ecológico-ambiental e integral del recurso forestal incluyendo además una valoración del recurso no maderable y de los servicios ambientales. El nuevo marco conceptual del Inventario Forestal Nacional 2000-2001 busca obtener información que sirva como base para otras gestiones ambientales, como son el cambio de uso del suelo, la estrategia de conservación de áreas naturales protegidas, la formulación de regiones de alto riesgo y en general de apoyo a la gestión de diversos programas federales y estatales (UNAM,2000).

En ANP's son pocos los trabajos que se han realizado con el fin de estimar la tasa de transformación. Dirzo y García en 1992, encontraron que para la región de los Tuxtlas la vegetación se redujo un 56% en 20 años y hacia los inicios de 1986, aproximadamente el 84% de la selva original se había perdido. Con esta tendencia, la selva original se reduce a pequeños fragmentos en forma de archipiélagos, de los cuales los mayores coinciden con las áreas actualmente bajo protección y aquellas zonas más inaccesibles. Arreola *et al*, 1997 y 1999, analiza la tasa de deforestación de la reserva de la biosfera El Triunfo y Montes Azules, así como la región conocida como Márquez de Comillas en el estado de Chiapas. Arreola estimó que la tasa promedio de deforestación para El Triunfo fue de 0.6% anual para el periodo comprendido entre 1975 y 1995 con una pérdida de casi 25,000 hectáreas, mientras que para Montes Azules la tasa en el periodo comprendido entre 1970 y 1993 fue de 0.8% anual, lo cual significa que en casi veinte años, se han perdido aproximadamente 50,000 ha de vegetación original. Mientras que Hernández, 2002, estimó para el Triunfo, una tasa de transformación de 1.32% anual, para el año de 1996-2000. Hinojosa y Delgadillo en 1999 elaboraron el trabajo titulado "Caracterización del paisaje en la vegetación y uso del suelo, y su cambio en las tres últimas décadas apoyados con imágenes Landsat MSS, en el estado de Baja California, México".

Bocco *et al*, 2001 realizaron el trabajo sobre "Predicción del cambio de cobertura y uso del suelo. El caso de la ciudad de Morelia", utilizando fotografías aéreas de 1960, 1975 y 1990, donde presentan modelos predictivos para conocer la dirección del cambio de uso de suelo en los próximos treinta años, mediante el uso de sistemas de información geográfica, cadenas de Markov y análisis de regresión. Además se cuenta con la información de Ramírez, 2001 sobre "Cambios en las cubiertas del

suelo en la Sierra de Angangueo, Michoacán y Estado de México, 1971-1994-2000", donde menciona que la tasa de deforestación es de 0.2%, para esta zona. Así mismo Brower *et al.*, 2002, analizan los cambios en un área de hibernación principal para la Mariposa Monarca en una superficie de 42,020 ha en los períodos 1971, 1984 y 1999 encontrando que la tasa anual de la degradación entre 1971 a 1984 fue de 1.7% y de 2.41% para los siguientes años de 1984 a 1999. Sin embargo, al analizar los cambios en el área decretada en 1986 la degradación se incrementa del 1% entre 1971-1984 al 3% entre 1984-1999; mencionando que el decreto de 1986 no protegió el bosque.

Uno de los trabajos más recientes es elaborado por Velázquez, *et al.*, 2002 sobre la "Regionalización Ecológica a nivel regional (Escala 1:250,000 y 1:100,000). Análisis del cambio de uso del suelo", en el cual se menciona que actualmente los estudios referentes a los procesos dinámicos en la cobertura del suelo y la deforestación, son importantes y necesarios porque proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada. Actualmente la SEMARNAT (2003), publicó el libro titulado "La deforestación en 24 regiones PRODERS (Programa de Desarrollo Regional Sustentable)", que incluyen Áreas Naturales Protegidas, y en el cual se mencionan las causas de deforestación y las tasas de cambio para estas regiones. En el caso de la región de Manantlán, que incluye a la Reserva de la Biosfera se reporta una tasa de deforestación de 1.3% para el período de 1992-2000.

Justificación

Las acciones gubernamentales en las ANP's se han orientado a consolidar programas que permitan desarrollar actividades permanentes de conservación y en manejar dichas zonas con criterios de sustentabilidad. Sin embargo, dada la escasez de recursos económicos, la política de conservación se ha concentrado en 60 de las 148 ANP's establecidas, que cubren el 80% de la superficie bajo protección. A partir de esta definición de prioridades se protegen los ecosistemas más representativos del país, ya que en ellos se localiza la mayor biodiversidad de México.

Algunas de estas ANP's se encuentran enmarcadas dentro de compromisos internacionales contraídos en diversos foros. Al concentrar los esfuerzos institucionales en áreas de relevancia internacional, se pretende consolidar un grupo de ANP's de alta calidad que sirva de base para ampliar la atención institucional hacia otras áreas mediante el autofinanciamiento y la obtención de fondos por parte de organismos multilaterales. Simultáneamente, se continúa avanzando en otras ANP's

que presentan mayor presión al uso de los recursos naturales, el nivel de organización local, el compromiso institucional, etc.

Actualmente la superficie total de las 148 ANP's de carácter federal en México es de aproximadamente 17,303,133 hectáreas, equivale al 6.9% del territorio nacional y 17.11% del mar territorial (12 millas náuticas). Como complemento a las acciones de manejo que el gobierno federal implementó en las áreas naturales protegidas desde 1995, el Gobierno de México y el Banco Mundial crearon en 1997 el Fondo para Áreas Naturales Protegidas dentro del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.

En el FANP están incluidas catorce ANP'S que abarcan una superficie de 6'358,496 ha, equivalente al 36.7% de la superficie total decretada bajo alguna categoría de protección a nivel federal en México. Estas áreas son Calakmul, El Triunfo, El Vizcaíno, Isla Contoy, Islas del Golfo de California, Mariposa Monarca, Montes Azules, Ría Lagartos, Sian Ka'an, Sierra de Manantlán, Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, Cuatrociénegas, Chichinautzin-Lagunas de Zempoala –El Tepozteco y Tehuacan-Cuicatlán (Figura 1).



Figura 1. Distribución geográfica de las catorce ANP's, incluidas en el programa FANP.

En particular la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, a partir de 1987, cuenta con administración por parte de la Universidad de Guadalajara y es en 1993 cuando la administración se inicia por parte del Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAP y como parte del FANP a partir de 1997, cuenta con financiamiento que garantiza la operación básica y permitirá llevar a cabo diversas acciones de conservación y gestionar recursos adicionales para el desarrollo de proyectos.

El programa FANP tiene por objetivo consolidar la conservación y uso sustentable de la biodiversidad en las Áreas Naturales Protegidas de México. A fin de conocer los avances de las ANP's enfocados a alcanzar el objetivo del programa se diseñó el Sistema de Monitoreo y Evaluación. El propósito de este sistema es evaluar, retroalimentar y adaptar el manejo de las ANP'S con base en la experiencia que se va adquiriendo. Una evaluación periódica de las acciones de manejo en campo por medio de un sistema de monitoreo que permita estimar avances, ayudará en la toma de decisiones respecto a cómo orientar las acciones de manejo de cada ANP e identificar las presiones que tienen estas áreas por las actividades humanas.

El sistema de monitoreo y evaluación del FANP incluye cuatro indicadores para medir el impacto del programa, dos de estos indicadores están orientados a medir el impacto general de las actividades de conservación en la biodiversidad: a nivel de paisaje el monitoreo biológico está enfocado al análisis de transformación del hábitat, que determina el porcentaje de la vegetación de las ANP's que ha sido transformada por actividades antropogénicas y el otro indicador es la tendencia en el promedio de organismos observados de especies clave. Los otros dos indicadores son socioeconómicos y están enfocados a medir cómo se están utilizando los recursos naturales: número de hectáreas bajo uso sustentable y número de pobladores que adoptan prácticas de uso sustentable.

La información generada con el presente proyecto permitirá contar con la línea base del estado actual de la cobertura vegetal en cada ANP y estimar la tasa de transformación del hábitat.

Objetivo general

Determinar la tasa de transformación del hábitat en la Reserva de la Biosfera "Sierra de Manantlán", utilizando imágenes de satélite del período 1972-2000.

Objetivos particulares

- a) Conocer la línea base del estado de conservación de los recursos naturales en el área para el año 2000.
- b) Establecer una metodología para estimar la tasa de transformación del hábitat en las áreas naturales protegidas, utilizando imágenes de satélite para diferentes épocas.

Descripción del área

La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán fue decretada en marzo de 1987 con una superficie total de 139,577 ha, se encuentra localizada en los municipios de Autlán, Casimiro Castillo, Cuautitlán, Tolimán y Tuxcacuesco, del estado de Jalisco, y Comala y Minatitlán, del estado de Colima (figura 2). Comprende una sección de la Sierra Madre del Sur cerca de su confluencia con el Eje Neovolcánico Transversal y la Sierra Madre Occidental.

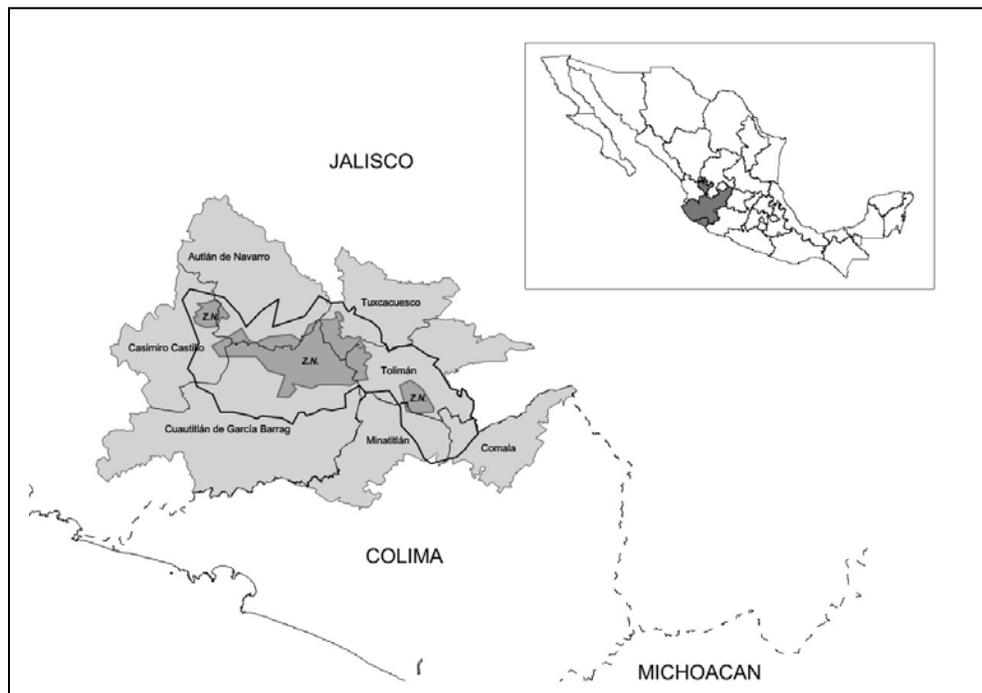


Figura 2. Localización de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

En 1988, la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán se incorporó a la Red Internacional de Reservas del programa del Hombre y la Biosfera (MAB) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

La Reserva de la Biosfera, presenta un relieve complejo y accidentado, se divide en dos grandes unidades fisiográficas: la porción occidental, que es la más extensa y con mayores altitudes, y la parte oriental, formada por el Cerro de En Medio y el Cerro Grande.

El clima de la región esta influido por varios factores, además de su ubicación latitudinal, como lo son la cercanía a la costa, el efecto del relieve –sombra orografía- y la amplitud del gradiente altitudinal, en términos generales, una temperatura media anual que va de 16 a 22° C, con excepción de la zona suroeste, en donde se presentan valores que llegan a los 26° C. La mayor precipitación, arriba de 1,700 mm, corresponde a las áreas comprendidas en el suroeste de la Sierra de Manantlán y a la comprendida al suroeste de la Sierra de Cacoma, la zona seca se localiza al norte de la sierra de Manantlán, dentro de los municipios de Autlán, El Grullo, Tuxcacuesco, Venustiano Carranza, Tolimán y Zapotitlán, con valores menores a 800 mm, disminuyendo hasta debajo de los 600 mm en los dos últimos municipios.

La Sierra juega un papel importante para los valles debido a la constante aportación de agua. La humedad llega a la sierra, aún en épocas de sequía por la frecuente incidencia de nubosidad, que es captada por la masa forestal y se condensa para crear una precipitación indirecta, llegando hasta los cauces superficiales o subterráneos, para ser aprovechados en los valles aledaños, antes de desembocar finalmente en los tres ríos de la región.

La diversidad litológica y la complejidad geomorfológica son factores de la conformación del paisaje que influyen a su vez en la variedad de hábitats y la biodiversidad. Por la ubicación latitudinal de la Sierra, la historia geológica de Mesoamérica y el gradiente altitudinal, se presenta un interesante fenómeno de transición biogeográfica y una mezcla de especies con afinidades con la flora de las regiones Holártica y Neotropical. Tanto la riqueza de especies como de otros aspectos de la flora de la Reserva pueden considerarse únicos, y es probable que un 50% de las especies presentes en el área de estudio pueden considerarse endémicas al territorio nacional. Dentro de estas especies endémicas se encuentra el teocintle, pariente silvestre del maíz (*Zea diploperennis*), conocido localmente como milpilla. El manejo de las variedades de maíz tradicionalmente cultivadas juega un papel muy importante en la

conservación de recursos fitogenéticos, lo cual es uno de los objetivos de la Reserva y es un proceso activo de intercambio de material genético.

La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán presenta problemas como son: incendios forestales frecuentes en las partes altas de la Sierra; reducción de la calidad y existencias de los recursos maderables por la tala clandestina; explotación de especies arbóreas y arbustivas para la obtención de leña, carbón, postería y madera para construcciones rústicas y herramientas; y tendencias a la deforestación por la conversión de bosques a pastizales para la ganadería.

Dando como consecuencia una degradación paulatina de los bosques debido a la combinación de factores como incendios forestales, ganadería extensiva y tala selectiva. Aunado a la cacería furtiva dirigida a especies de valor comercial, así como el impacto por la infraestructura de caminos y líneas eléctricas (SEMARNAP, 2000).

Materiales y métodos

Para el presente trabajo se emplearon imágenes de satélite Landsat con sensores: Multispectral Scanner (MSS) y Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+), identificadas con el path 29 row 46 y 29/47. En la tabla 1, se observa el tipo de sensor y la cantidad de bandas procesadas de las imágenes de satélite para esta área protegida.

Tabla 1. Características de las imágenes de satélite.

CÓDIGO	SENSOR	FECHA	NUMERO DE BANDAS	IMÁGENES PROCESADAS
2946	MSS	02/Noviembre/1973	5	4
	MSS	12/Marzo/1986	5	4
	MSS	21/Abril/1992	5	4
	ETM	23/Mayo/2000	8	6
2947	MSS	19/Diciembre/1972	5	4
	MSS	12/Marzo/1986	5	4
	MSS	21/Abril/1992	5	4
	ETM	07/Junio/2000	8	6
TOTAL DE IMÁGENES TRABAJADAS				36

Las imágenes MSS empleadas en el presente estudio fueron proporcionadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que corresponden al proyecto North American Landscape Characterization (NALC) que forma parte del Landsat Pathfinder Program de la National Aeronautics and Space Administration (NASA). Las imágenes MSS, cuentan con una resolución

espacial de 79 m (0.62 ha) de lado por cada píxel, con una resolución espectral de 0.5 a 1.1 micras distribuidas en 5 bandas (1, 2, 3, 4, 5) que corresponden al espectro visible y al infrarrojo. Para el estudio se emplearon 4 bandas (1, 2, 3, 4).

Las imágenes ETM+ empleadas en el presente estudio, fueron proporcionadas por el Inventario Forestal Nacional 2000-2001, y están compuestas por 8 bandas espectrales que corresponden al satélite más reciente de la familia Landsat e incluye nuevas características que pueden facilitar estudios de cambio de la cobertura vegetal y para su análisis se emplearon 6 bandas que corresponden al espectro visible y al infrarrojo (1, 2, 3, 4, 5 y 7). Las imágenes MSS y ETM+, fueron importadas en ERDAS Imagine 8.5, utilizando el formato BSQ (Band Sequential) a fin de separar las bandas para su procesamiento. Posteriormente se generaron compuestos en falso color de 24 bits, que sirvieran como base para la identificación de los tipos de vegetación y uso del suelo.

Para la vectorización, se utilizaron Arcinfo 8.1 y Arcview 3.2. Los polígonos de la cobertura vegetal se generaron a partir de la información de uso del suelo y vegetación INEGI, Serie II escala 1:250,000, a nivel comunidad. Con base a la imagen generada en falso color y clasificaciones automatizadas, se realizaron modificaciones a los límites de los tipos de vegetación y las actividades antrópicas dentro del área para los años 1972, 1986, 1992 y 2000, asimismo se adicionaron polígonos a una escala aproximada de 1:100,000.

Los tipos de uso del suelo y vegetación, que se identificaron para Sierra de Manantlán en los años 70's, 80's, 90's y 2000, se agruparon de la siguiente forma, de acuerdo a la clasificación del INEGI (Tabla 2).

Tabla 2. Agrupación de los tipos de uso de suelo y Vegetación (INEGI Serie II).

Tipos de Vegetación y uso del Suelo
Bosque de encino
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)
Bosque mesófilo de montaña
Selva baja caducifolia y subcaducifolia
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia
Área sin vegetación aparente
Agricultura de riego (incluye riego eventual)
Agricultura de temporal
Pastizal cultivado

La descripción de cada tipo de vegetación corresponde al "Diccionario de datos de uso de suelo y vegetación" de INEGI, 2000, que se presenta en la siguiente tabla 3.

Tabla 3. Tipos de vegetación identificados para la Reserva de la Biosfera "Sierra de Manantlán".

Vegetación	Descripción	Especies representativas
Bosque de encino	Estos bosques pueden ser de unos 6 – 8 m de altura o bien de unos 30 m, más o menos abiertos o muy densos, se desarrollan en muy diversas condiciones ecológicas desde casi el nivel del mar hasta cerca de los 3000 m de altitud. Salvo en las condiciones más áridas, se le puede encontrar en casi el resto del país. En general este tipo de bosque se encuentra muy relacionado con los de pino, formando una serie de mosaicos.	<i>Quercus</i> spp (encino o roble)
Bosque de pino-encino	Esta comunidad es la que ocupa la mayor parte de la superficie forestal de las partes superiores de los sistemas montañosos del país. Las mezclas de diferentes especies de Pino (<i>Pinus</i> spp), y Encino (<i>Quercus</i> spp) son frecuentes y ocupan muchas condiciones comprendidas dentro del área general de distribución de los pinos.	<i>Pinus</i> spp (Pino) <i>Quercus</i> spp (Encino)
Bosque mesófilo de montaña	Vegetación arbórea densa que se localiza en las laderas de montaña en donde se forman neblinas durante casi todo el año, o bien en barrancas y otros sitios protegidos en condiciones más favorables de humedad. Es notable en esta comunidad, la mezcla de elementos boreales y septentrionales (templados y tropicales). Se desarrolla generalmente en altitudes de 800 a 2400 m.	Son muchas las especies que la forman siendo algunas de ellas: <i>Engelhardtia mexicana</i> (Micoxcuáhuatl), <i>Carpinus caroliniana</i> (Lechillo), <i>Liquidambar styraciflua</i> (Liquidámbar), <i>Quercus</i> spp. (Encinos, Robles, etc), <i>Clethra</i> spp., <i>Podocarpus</i> spp., <i>Magnolia</i> spp., <i>Oreopanax</i> spp., <i>Ternstroemia</i> spp., <i>Eugenia</i> spp., <i>Ostrya virginiana</i> , <i>Chaetoptelea (ulmus) mexicana</i> , <i>Junglans</i> spp., <i>Dalbergia</i> spp., etc., y gran cantidad de epífitas.
Selva baja caducifolia	Comunidad vegetal con árboles cuya altura, esta comprendida entre los 4 y 15 metros y se caracteriza porque más del 75% de sus árboles dominantes pierden totalmente el follaje durante la época seca del año (6-8 meses). Se desarrolla en climas cálidos y subhúmedos, semisecos o subsecos, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Es una de las selvas de mayor distribución en México.	Se puede encontrar cuajote o copal (<i>Bursera</i> spp),chacá (<i>Bursera simaruba</i>), pochote (<i>Ceiba</i> spp), tepeguajes (<i>Lysiloma</i> spp), bonete (<i>Jacaratia mexicana</i>), amapola (<i>Pseudobombax</i> spp), Ciricote (<i>Cordia</i> spp), cazahuates (<i>Ipomoea</i> spp), guajes (<i>Leucaena</i> spp), barbas de chivo (<i>Pithecellobium acatlense</i>) y varias cactáceas candelabriformes.

Selva baja subcaducifolia	Comunidad muy semejante a la selva baja caducifolia, excepto en que los árboles dominantes conservan más tiempo el follaje a causa de una mayor edad edáfica. Se caracteriza porque del 50% al 75% de sus componentes tiran sus hojas durante la época de sequía, esta compuesta por árboles de 8 a 15 metros de altura. La presencia de estas comunidades probablemente se deba más a limitantes edáficas que a climáticas.	Algunas especies más representativas son: Chechem negro (<i>Metopium brownei</i>), Tzalam (<i>Lysiloma latisiliqua</i>), Ts'ipil (<i>Beaucarnea ameliae</i>), Kuka' (<i>Pseudophoenix sargentii</i>), Chaka (<i>Bursera simaruba</i>), etc.
Selva mediana caducifolia	Es una comunidad de árboles entre 15-20 m de lato, estrechamente relacionada con las Selvas Bajas Caducifolias y Mediana Subcaducifolia. Su distribución no es muy amplia y se presenta principalmente en la parte central de Yucatán en una franja NE-SO. En la vertiente del Pacífico, en algunos enclaves dentro del área normal de distribución de la Selva Baja Caducifolia, siempre en condiciones más favorables de humedad edáfica.	Los principales componentes son: <i>Lysiloma bahamensis</i> (Tzalám), <i>Piscidia piscipula</i> (jabín), <i>Bursera simaruba</i> (Chacá), <i>Cedrela mexicana</i> (Cedro rojo), <i>Cordia</i> spp. (Circicote, Cuerazo), <i>Alvaradoa amorphoides</i> (Camarón), etc.
Selva mediana subcaducifolia	Es una comunidad que en la época más seca, las especies dominantes tiran entre 50 a 75% de sus hojas. Su distribución es muy amplia tanto en la Península de Yucatán como en la vertiente del Pacífico.	Las principales especies son: <i>Brosimum alicastrum</i> (Ramón, Capomo, ojoche), <i>Hymenaea courbaril</i> (Guapinol), <i>Hura polyandra</i> (Habillo), <i>Vides gaumeri</i> (Ya'axnik), <i>Bursera simaruba</i> (Mulato, Chacá), etc.
Pastizal Cultivado	Área en la que se introduce por medio de labores de cultivo. Se encuentra principalmente en zonas tropicales.	<i>Digitaria decumbens</i> (zacate pangola), <i>Pennisetum ciliaris</i> (zacate buffel), <i>Panicum maximum</i> (zacate guineo o privilegio), <i>Panicum purpurascens</i> (zacate pará), etc.
Agricultura de riego (incluye riego eventual).	Área en la que el suelo es utilizado para la realización de labores agrícolas y los cultivos reciben agua de mediante algún sistema de riego durante todo el ciclo agrícola. Riego eventual: Los cultivos reciben agua mediante algún sistema de riego ocasionalmente durante el ciclo agrícola (riegos de auxilio).	
Agricultura de temporal	Área en la que el suelo es utilizado para la realización de labores agrícolas y los cultivos reciben únicamente agua de lluvia.	
Áreas sin vegetación aparente	Se incluye bajo este concepto los eriales, depósitos de litorales, jales, dunas y bancos de ríos y bancos de materiales que se encuentren desprovistos de vegetación o con una cobertura extremadamente baja o en que ésta no sea aparente y, por ende, no se le pueda considerar bajo alguno de los otros conceptos de vegetación. La ausencia de vegetación puede ser determinada por condiciones naturales como clima muy árida, salinas, o bien porque la vegetación fue eliminada totalmente por actividades humanas	

Las coberturas generadas en Arcinfo, fueron transferidas a Arcview 3.2 para su análisis obteniendo el área total en hectáreas de cada uno de los tipos de vegetación por año. Los cálculos de superficie se realizaron en base al polígono establecido en el decreto de 1987, como Reserva de la Biosfera.

En la verificación de los tipos de vegetación se comparó con la clasificación realizada para el programa de manejo por el Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad (IMECBIO) de la Universidad de Guadalajara, generados a partir de la imagen de satélite TM 1993.

Los tipos de vegetación presentes en la reserva, se agruparon en vegetación forestal y vegetación no forestal. La primera agrupa al conjunto de plantas dominadas por especies arbóreas, arbustivas o crasas, que crecen y se desarrollan en forma natural formando bosques, selvas y vegetación de zonas áridas (Ley Forestal, 1997) y la segunda agrupa los usos de suelo derivados de actividades antrópicas y/o desastres naturales. Con base a la información obtenida, de la agrupación de los tipos de vegetación, y tomando como base la superficie terrestre de la reserva, se calculó la tasa de transformación del hábitat de acuerdo a la ecuación utilizada por la FAO (1996), citada por Bocco *et al*, 2001, expresada de la siguiente manera:

$$\delta_n = \left(S_2/S_1 \right)^{1/n} - 1$$

Donde:

δ = tasa de cambio (para expresar en %, multiplicar por 100)

S_1 = superficie forestal, al inicio del período

S_2 = superficie forestal, al final del período

n = número de años entre las dos fechas

En el sistema Arcview se realizó la intersección entre las coberturas de cada década, obteniendo los polígonos que marcan el cambio de uso de suelo. La intersección se realizó de la siguiente forma: 70's/80's, 80's/90's, 90's/2000 y 70's/2000. Una vez realizada la intersección, se calculó el área de los polígonos de cambio para generar la base datos, con las propiedades de cada polígono. A partir de esta información se generaron las matrices de Marcov, con los datos de la intersección, donde se muestra las pérdidas y ganancias de cada década como lo muestra Bocco *et al.* 2001. La matriz contiene en el eje vertical los tipos de vegetación forestal y en el horizontal los no forestal, en las celdas se estima la superficie del tipo de vegetación que pasó a otra categoría, permitiendo entender la dinámica de cambio en la cobertura de vegetación y uso de suelo.

Resultados y discusión

Para el análisis se procesaron 36 imágenes de satélite de las que se obtuvieron falsos colores para cada década. La combinación de bandas utilizadas para la generación de compuestos RGB (red, green & blue) se muestran en la tabla 4. En las imágenes MSS, se utilizó un compuesto 421, donde los valores de la vegetación en la banda 4 son muy altos y los de las bandas 2 y 1 muy bajos. Las áreas con este tipo de cobertura aparecen en tonalidades de rojo muy vivas, en la figura 3 se presentan algunos ejemplos de los compuestos usados con muy buenos resultados.

Tabla 4. Combinación de bandas para la elaboración de los compuestos en falso color.

Tipo de sensor	Combinación de bandas
Landsat MSS	421
	321
Landsat ETM	432
	453
	452

Las cuatro coberturas obtenidas como resultado de la modificación de la información de uso del suelo y vegetación INEGI serie II, se encuentran en formato shape compatible a ArcInfo. A los polígonos generados se asignaron identificadores para cada tipo de uso del suelo y vegetación con base a la clasificación del INEGI.

Como resultado del cruce entre las coberturas de las diferentes décadas, se obtuvieron las zonas de cambio con las que se calculó la superficie transformada que se presenta por periodo.

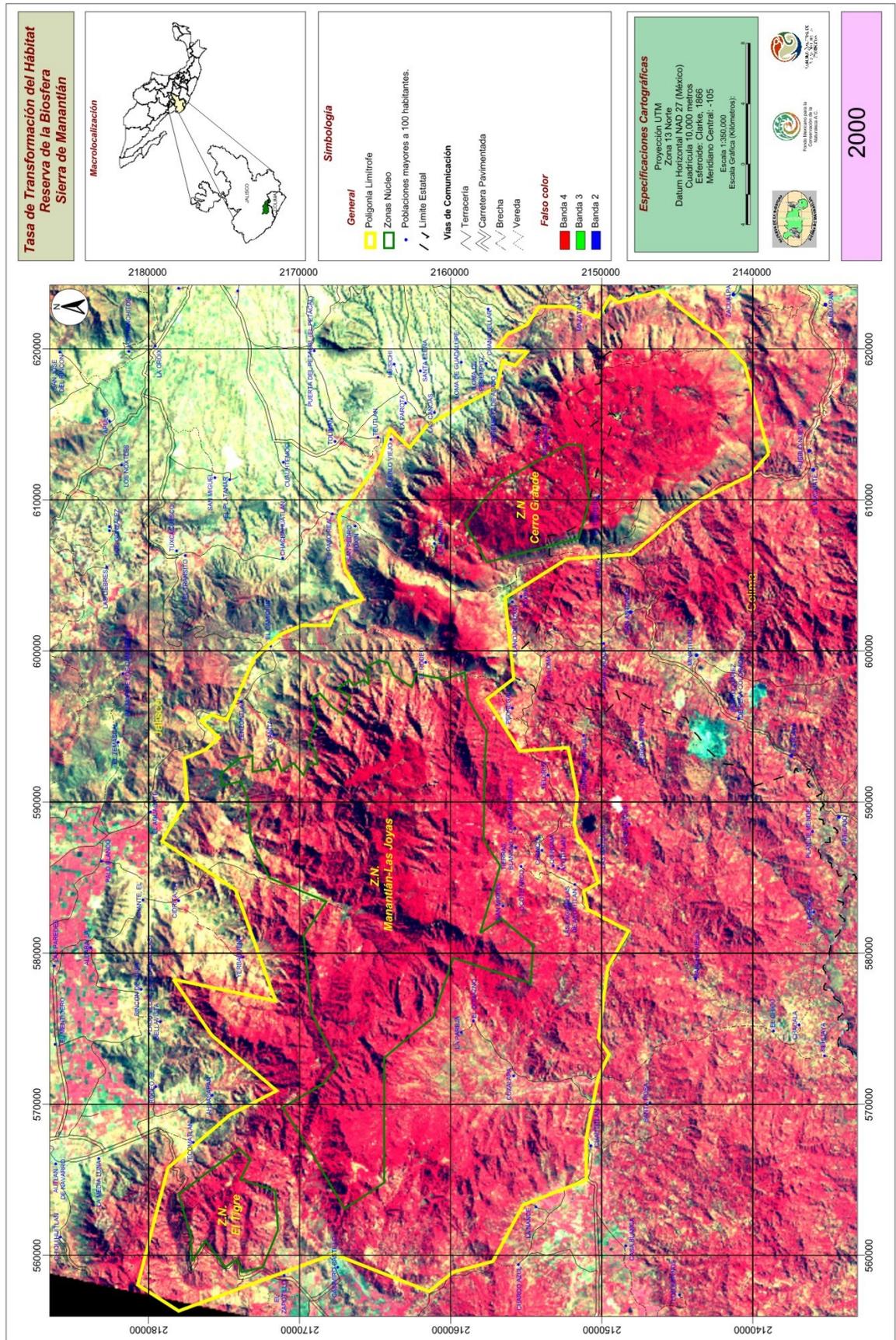


Figura 3. Falso color RGB (432) año 2000 Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 5, donde se observa que para el año de 1972 el área presentaba una transformación de 5,941 ha y para el año de 1986, anterior al establecimiento del área como Reserva de la Biosfera en 1987, presentaba una superficie transformada de 8,793 ha que corresponden al 6.3% de la superficie total, siendo la agricultura de riego, agricultura de temporal y pastizal cultivado, las principales actividades antrópicas. En 1987, inicia la administración del área por parte de la Universidad de Guadalajara.

Para 1992, el área presentó un incremento en las superficies transformadas llegando a 11,979 ha, que corresponden al 8.6% de la superficie total. Un año después en 1993, da inicio la administración de la Reserva por parte del Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAP, y en 1997 la Reserva de la Biosfera se encuentra dentro del programa del FANP.

En el año 2000, la superficie transformada se incremento a 19,300 ha, 13.8% de la superficie total, siendo la agricultura de temporal la actividad antrópica mayor representada, seguida de la agricultura de riego y los pastizales cultivados (tabla 5). Por lo anterior un año antes del establecimiento de la reserva en 1986 y hasta el 2000, se presentó un cambio en la cobertura de 10,507 ha, lo que significa que en 15 años se transformó el 7.5% de la superficie total del Área Natural Protegida.

Tabla 5. Tipos de vegetación y uso de suelo, identificados para la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán en el período de 1972-2000.

TIPO DE VEGETACION	1972	%	1986	%	1992	%	2000	%
Forestal								
Bosque de encino	35,429	25.4	34,939	25.0	34,604	24.8	34,212	24.5
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	38,830	27.8	38,451	27.5	38,315	27.5	38,204	27.4
Bosque mesófilo de montaña	1,631	1.2	1,618	1.2	1,614	1.2	1,614	1.2
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	27,922	20.0	27,327	19.6	26,076	18.7	22,207	15.9
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	29,825	21.4	28,450	20.4	26,990	19.3	24,041	17.2
	133,637	95.7	130,785	93.7	127,599	91.4	120,278	86.2
No Forestal								
Área sin vegetación aparente	297	0.2	340	0.2	477	0.3	568	0.4
Agricultura de riego (incluye riego eventual)	3,262	2.3	4,220	3.0	4,755	3.4	5,730	4.1
Agricultura de temporal	2,230	1.6	2,920	2.1	4,215	3.0	7,795	5.6
Pastizal cultivado	152	0.1	1,313	0.9	2,532	1.8	5,207	3.7
	5,941	4.3	8,793	6.3	11,979	8.6	19,300	13.8

La superficie de los tipos de vegetación para las zonas núcleo y zona de amortiguamiento se describen en la tabla 6, donde se observa que en las zonas núcleo, predominan los tipos de vegetación de bosque de pino-encino, bosque de encino y selva mediana caducifolia y subcaducifolia. En cuanto al uso de suelo presentes en las zonas núcleo, en el año de 1986 anterior a su establecimiento como Reserva de la Biosfera, se encontraban 231 ha de pastizal cultivado y 113 ha de áreas sin vegetación aparente, mismos que se incrementan ligeramente en las siguientes décadas.

Tabla 6. Tipo de vegetación y uso de suelo dentro de la zona núcleo y amortiguamiento.

Tipo de vegetación y uso de suelo	Zona	70's (Ha)	80's (Ha)	90's (Ha)	2000 (Ha)
Bosque de encino	Núcleo	14,332	14,145	13,987	13,854
	Amortiguamiento	21,096	20,795	20,617	20,358
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	Núcleo	22,348	22,343	22,293	22,194
	Amortiguamiento	16,482	16,110	16,022	16,010
Bosque mesófilo de montaña	Núcleo	1,278	1,261	1,261	1,261
	Amortiguamiento	353	353	353	353
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	Núcleo	1,795	1,749	1,772	1,536
	Amortiguamiento	26,127	25,578	24,304	20,670
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	Núcleo	2,056	2,056	2,068	1,862
	Amortiguamiento	27,769	26,395	24,922	22,179
Agricultura de riego (incluye riego eventual)	Núcleo				
	Amortiguamiento	3,262	4,220	4,755	5,730
Agricultura de temporal	Núcleo	3	3	3	87
	Amortiguamiento	2,228	2,918	4,212	7,709
Áreas sin vegetación aparente	Núcleo	89	113	153	207
	Amortiguamiento	207	227	323	361
Pastizal cultivado	Núcleo		231	363	898
	Amortiguamiento	152	1,082	2,169	4,309

En cuanto a la zona de amortiguamiento, la vegetación que predomina es la selva mediana y baja caducifolia y subcaducifolia, bosque de encino y pino-encino; los tipos de uso de suelo que predominaban en el año de 1972 eran la agricultura de riego y agricultura de temporal. En 1986, anterior al establecimiento como Reserva de la Biosfera, presentaba usos del suelo de agricultura de riego, agricultura de temporal y pastizal cultivado, mismos que se incrementan para los siguientes años (tabla 6).

Los tipos de vegetación descritos en la tabla 5 y 6, agrupados en vegetación forestal y no forestal se presentan en la tabla 7, donde se puede observar su comportamiento a lo largo del tiempo.

Tabla 7. Superficie forestal en hectáreas para la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán en el período de 1972-2000.

	FORESTAL	%	NO FORESTAL	%
SUPERFICIE TOTAL	139,578			
1972	133,637	95.74	5,941	4.3
1986	130,785	93.70	8,793	6.3
23 de marzo de 1987, se decreta como Reserva de la Biosfera				
1992	127,599	91.42	11,979	8.6
2000	120,278	90.00	19,300	13.8

La tasa de transformación del hábitat se calculó aplicando la fórmula a los datos obtenidos en la agrupación de clases de la vegetación forestal y no forestal, los resultados se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Tasa de transformación del hábitat para la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán en el período 1972-2000.

Período	S1 (Ha)	S2 (Ha)	Cambio (Ha)	Años	Tasa de cambio	(%) Tasa de cambio anual	Ha/año	Cambio acumulado (Ha)
1972-1986	133,637	130,785	-2,852	14	0.002	0.15	204	2,852
1986-1992	130,785	127,599	-3,186	6	0.004	0.41	531	6,038
1992-2000	127,599	120,278	-7,321	8	0.007	0.74	915	13,359
1972-2000	133,637	120,278	-13,359	28	0.004	0.38	502	13,359

En la figura 4, se presentan los tipos de vegetación y uso de suelo para la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán en el año de 1972, donde el patrón de vegetación es el siguiente: en las porciones más elevadas se encuentra el bosque de pino-encino, seguida del bosque de encino, y con porciones de bosque mesófilo de montaña. Hacia las partes más bajas en la porción sur de la sierra se presenta la selva mediana caducifolia y subcaducifolia, mientras en la porción norte se encuentra la selva baja caducifolia y subcaducifolia. En cuanto a los usos de suelo se ubican en su mayor parte al límite del polígono y sobre los principales caminos, como se observa en el camino que conduce a la localidad El Durazno, al sur de la reserva donde se presenta una zona amplia de agricultura de riego.

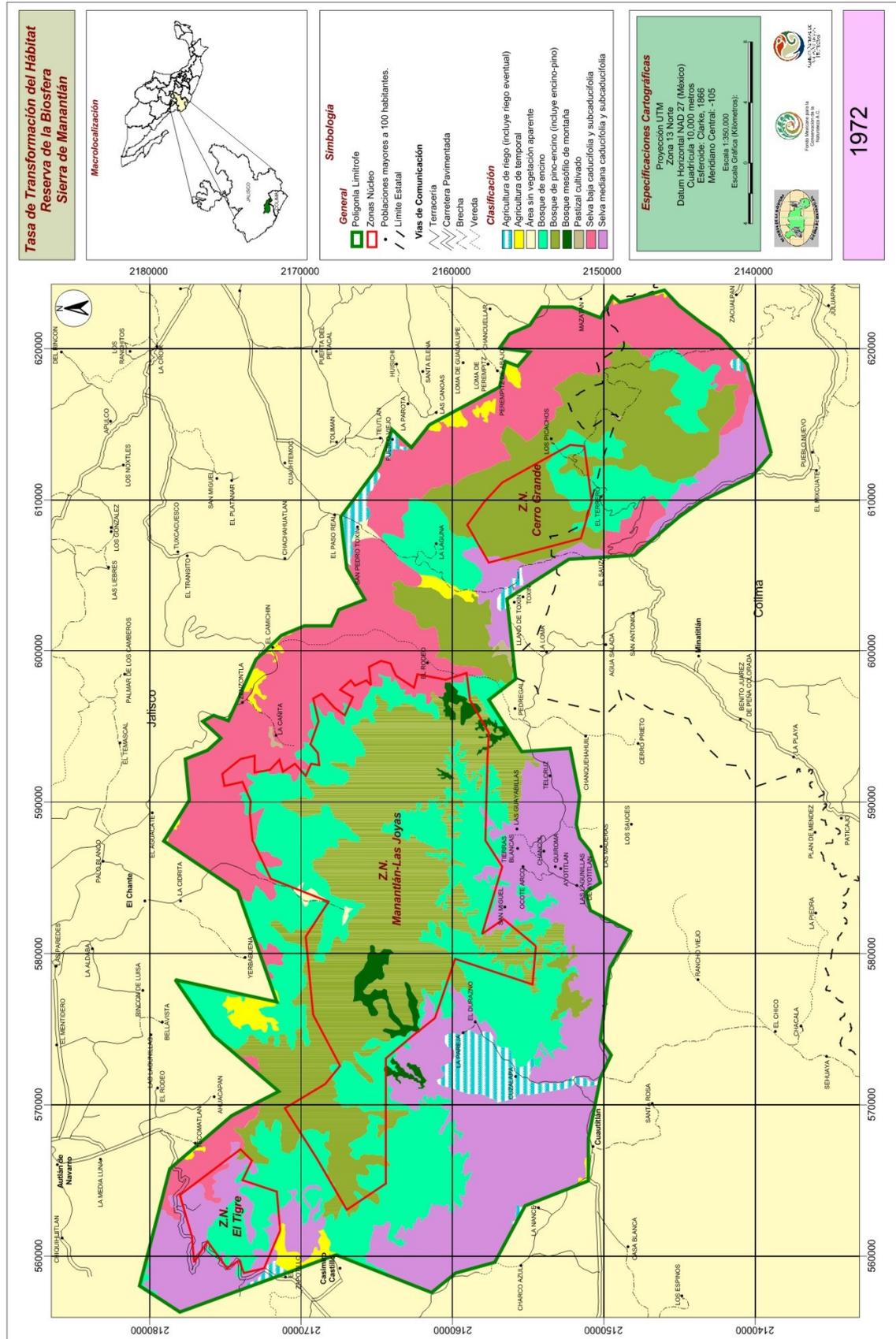


Figura 4. Uso del Suelo y Vegetación en 1972 para la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

Anterior al establecimiento como Reserva de la Biosfera en el período 1972-1986, el área del polígono presentó una transformación de 2,852 ha, con una tasa de 0.15% (204 ha/año), que sumadas a las 5,941 ha ya transformadas en 1972 (tabla 7 y 8) da como resultado que en 1986 el área presente 8,793 ha transformadas por actividades antrópicas. Donde el pastizal cultivado y la agricultura de riego, tuvo un avance mayor sobre la selva mediana caducifolia y subcaducifolia. Por otra parte la agricultura de temporal presentó mayor impacto sobre la selva baja caducifolia y subcaducifolia (tabla 9).

Tabla 9. Transformación de vegetación y uso de suelo en el período 1972 y 1986.

Vegetación y uso de suelo 70's a 80's	Transformación (Ha)			
	Agricultura de riego (incluye riego eventual)	Agricultura de temporal	Área sin vegetación aparente	Pastizal cultivado
Forestal				
Bosque de encino	-83	-240	-44	-252
Bosque de pino-encino	-32	-72		-243
Bosque mesófilo de montaña				
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	-124	-326		-28
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	-715	-55		-638
Total	-954	-693	-44	-1,161
-2,852 Ha. transformadas en el período.				

En la figura 5, se presentan los tipos de vegetación y uso de suelo para la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán en el año de 1986, donde se observa el incremento de las áreas convertidas a pastizal cultivado, algunas de ellas se pueden observar aledañas a los caminos en la porción central, al sur y al norte del polígono de la reserva, así mismo un incremento en la agricultura de riego ubicado al sur de la zona núcleo Manantlán-Las Joyas cerca de la localidad El Durazno.

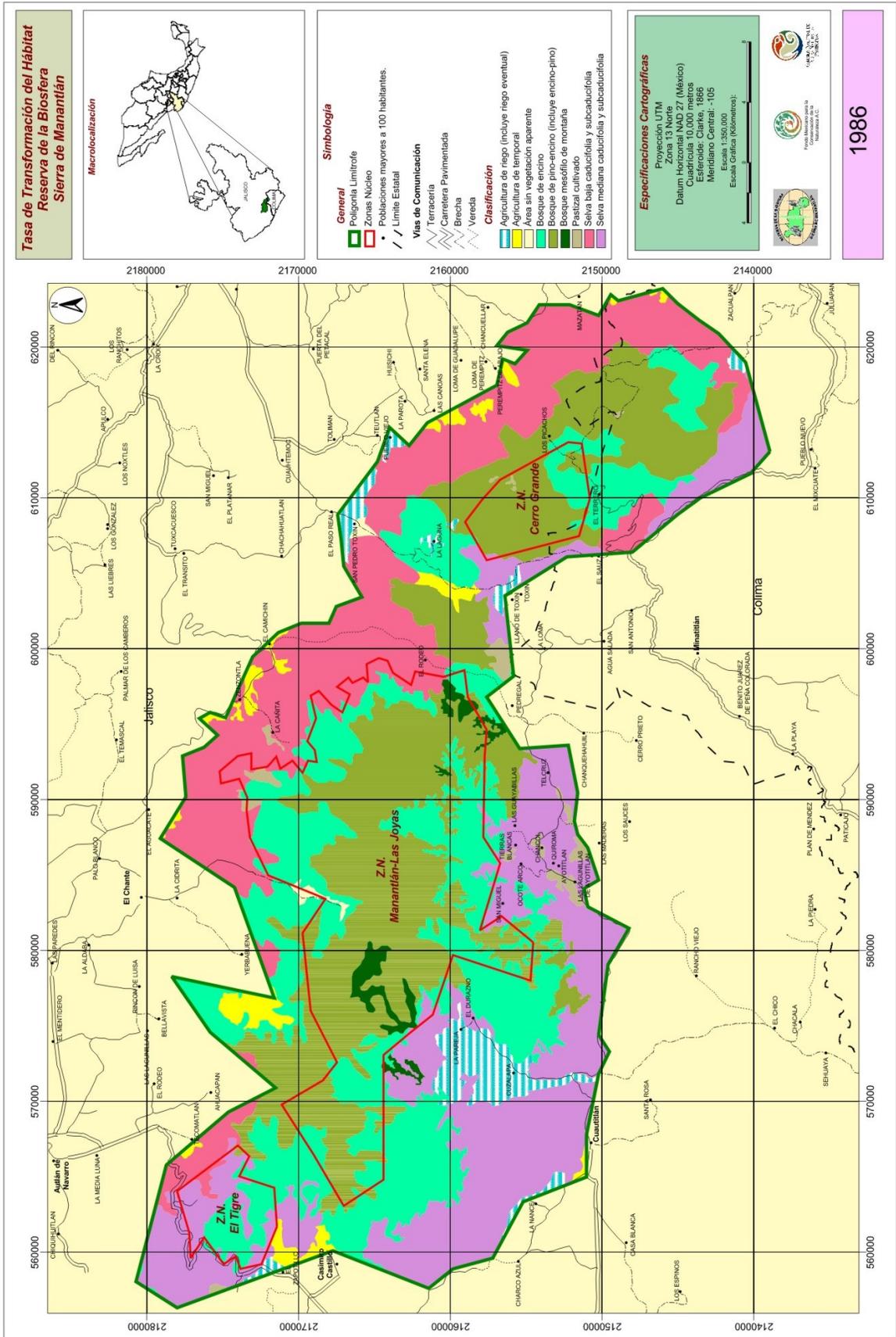


Figura 5. Uso del Suelo y Vegetación en 1986 para la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

En el periodo 1986-1992 se establece el área como reserva de la biosfera, e inician los trabajos por parte de la Universidad de Guadalajara, durante este período se presenta un incremento en la tasa de transformación que llega a 0.41% (531 ha/año), transformándose una superficie de 3,186 ha que sumado a las 8,793 ha que se encontraban en 1986 da como resultado una superficie de 11,979 ha presentes en el año de 1992. En la tabla 10, se observa un crecimiento de las áreas de agricultura de temporal sobre la selva mediana y baja caducifolia y subcaducifolia, mientras que el pastizal cultivado avanza sobre la selva con mayor proporción en la selva baja caducifolia y subcaducifolia.

Tabla 10. Transformación de vegetación y uso de suelo en el período 1986 y 1992.

Vegetación y uso de suelo 80's a 90's	Transformación (Ha)			
	Agricultura de riego (incluye riego eventual)	Agricultura de temporal	Área sin vegetación aparente	Pastizal cultivado
Forestal				
Bosque de encino		-111	-121	-37
Bosque de pino-encino			-15	-63
Bosque mesófilo de montaña				
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	-73	-466		-786
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	-444	-737		-333
Total	-517	-1,314	-136	-1,219
-3,186 Ha. transformadas en el periodo.				

En la figura 6, se presentan los tipos de vegetación y uso de suelo para la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán en el año de 1992, donde se observa un crecimiento en las áreas con pastizal cultivado y agricultura de temporal sobre las selvas principalmente al margen de los límites de la reserva y sobre algunos de los caminos de acceso.

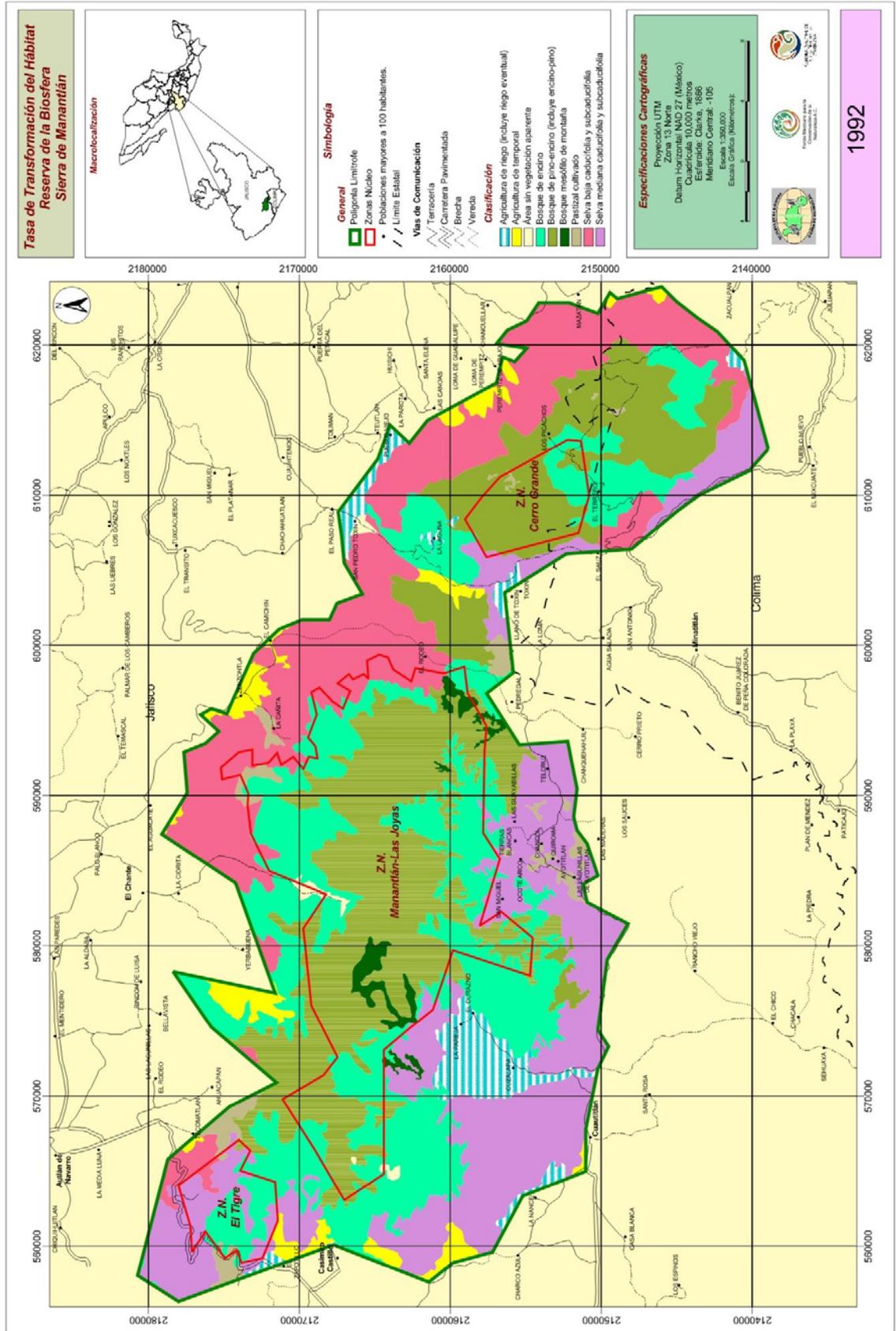


Figura 6. Uso del Suelo y Vegetación en 1992 para la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

La tabla 11, muestra los resultados del último periodo 1992-2000 con una transformación en ocho años de 7,321 ha, y una tasa de 0.74% (915 ha/año), dando como resultado que para el año 2000 se presentan aproximadamente 19,300 ha de áreas transformadas (tabla 7), lo que representa el 13.8% de la superficie total de la reserva. La tasa obtenida en este trabajo es menor a lo estimado para el mismo período en la región PRODERS Manantlán, que es de 1.3%, para una superficie aproximada 512,000 ha que incluyen la reserva de la biosfera (SEMARNAT, 2003).

Tabla 11. Transformación de vegetación y uso de suelo en el período 1992 y 2000.

Vegetación y uso de suelo 90's a 2000	Transformación (Ha)			
	Agricultura de riego (incluye riego eventual)	Agricultura de temporal	Área sin vegetación aparente	Pastizal cultivado
Forestal				
Bosque de encino	-62	-84	-72	-171
Bosque de pino-encino	0	0	-19	-75
Bosque mesófilo de montaña				
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	0	-2,829		-1,064
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	-838	-852		-1,255
Total	-900	-3,765	-91	-2,565
-7,321 Ha. transformadas en el periodo.				

En este período se observa un fuerte incremento en las áreas de agricultura de temporal y pastizal cultivado, las cuales avanzan el primero en mayor proporción sobre la selva baja caducifolia y subcaducifolia y el segundo sobre la selva mediana caducifolia y subcaducifolia.

En la figura 7, se puede observar los tipos de vegetación y uso de suelo para la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán en el año 2000, en donde las áreas de agricultura de temporal están representadas en mayor proporción sobre el límite norte de la reserva y sobre el camino que atraviesa la reserva, mientras que las zonas de pastizales se presentan al sur de la zona núcleo Manantlán-Las Joyas y en la porción norte dentro y fuera de esta zona núcleo.

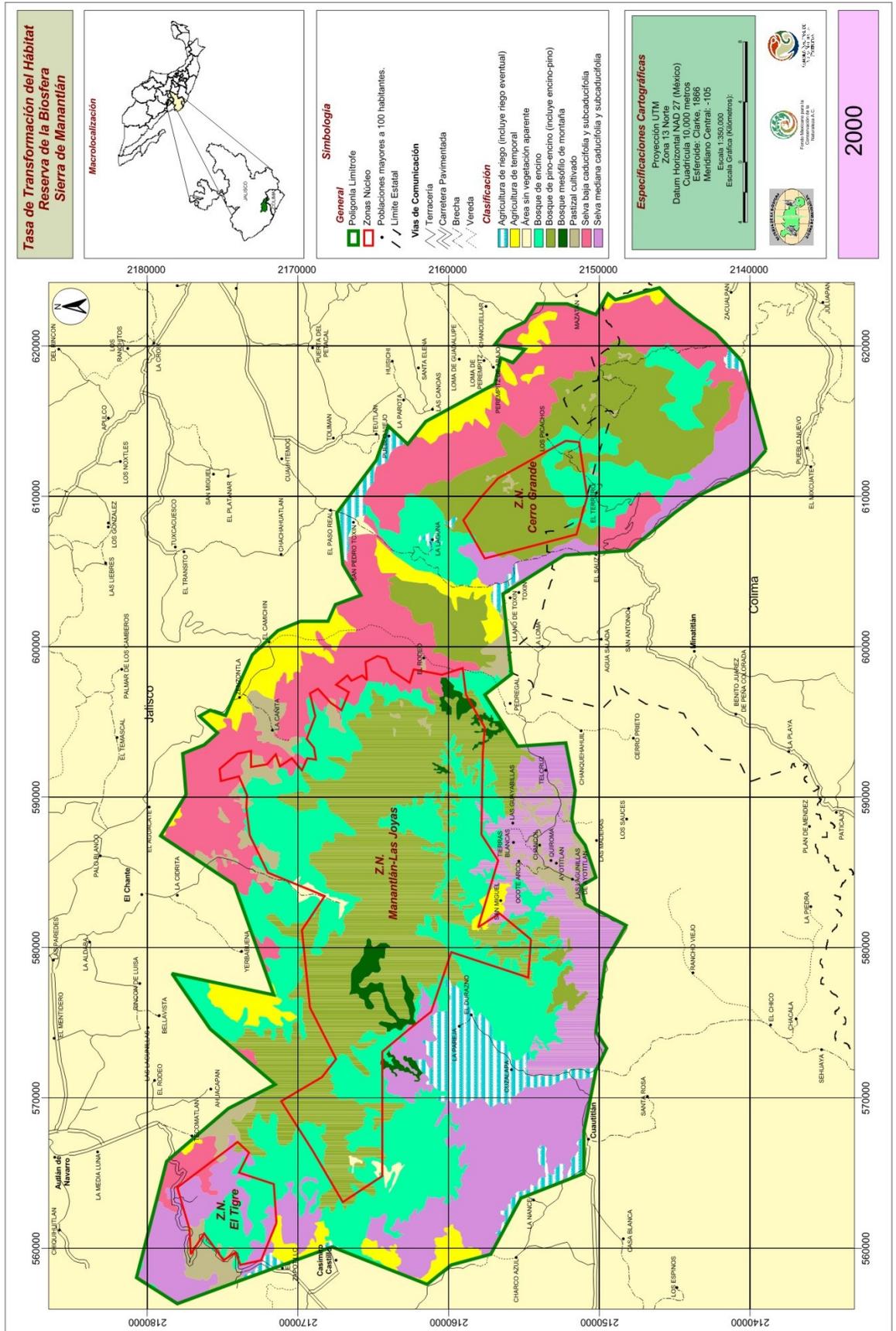


Figura 7. Uso del Suelo y Vegetación en el 2000 para la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

En la tabla 12, se muestra la transformación del hábitat que ha sufrido la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán de 1972 al 2000, en donde en un período de 28 años se han transformado 13,359 ha con una tasa de 0.38% (502 ha/año).

Los usos del suelo que se presentan de mayor a menor proporción son: la agricultura de temporal, pastizal cultivado, agricultura de riego y áreas sin vegetación aparente (tabla12). Estas actividades tienen un impacto mayor sobre las selvas baja y mediana y en menor proporción sobre los bosques de encino y pino-encino, lo anterior puede ser debido a la cercanía a las localidades aledañas y por la facilidad de acceso debido a la apertura de caminos o las diferentes vías de comunicación.

Tabla 12. Transformación de vegetación y uso de suelo en el período de los 1972 y 2000.

Vegetación y uso de suelo 70's a 2000	Transformación (Ha)			
	Agricultura de riego (incluye riego eventual)	Agricultura de temporal	Área sin vegetación aparente	Pastizal cultivado
Forestal				
Bosque de encino	-89	-528	-234	-407
Bosque de pino-encino	-31	-72	-37	-427
Bosque mesófilo de montaña				
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	-197	-3,562		-1,944
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	-2,072	-1,508		-2,251
Total	-2,389	-5,670	-271	-5,029
-13,359 Ha. transformadas en el período.				

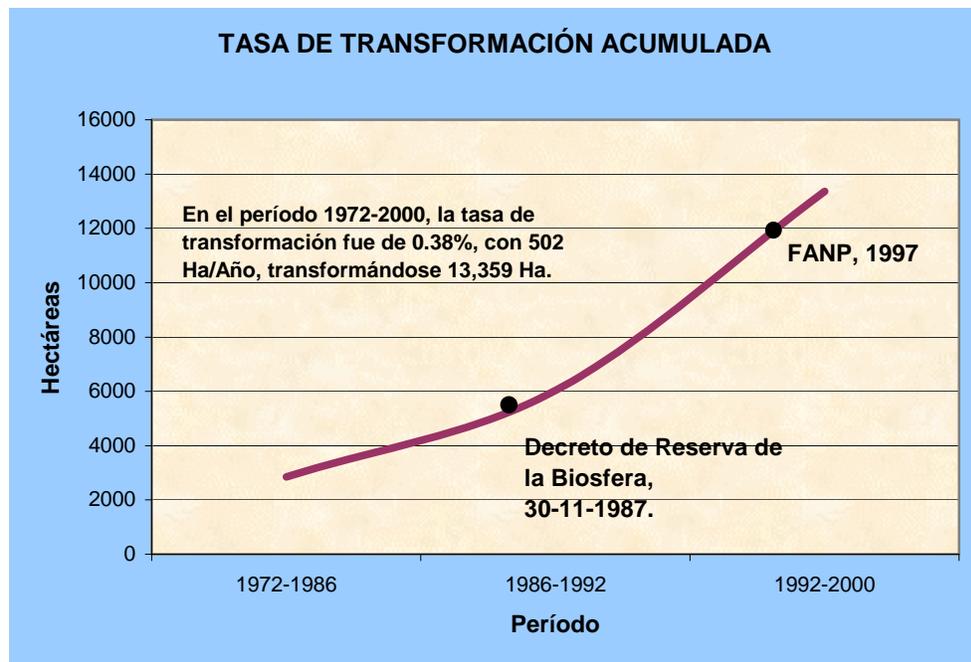
La figura 8 se presenta la transformación del hábitat en el período correspondiente a 1972-2000, en color amarillo se marcan los usos del suelo presentes en el año de 1972 y con colores verdes las zonas en donde las actividades antrópicas han avanzado sobre el bosque de encino y pino-encino. Mientras que con colores marrón se marcan aquellas zonas de selva baja y mediana caducifolia y subcaducifolia en donde las actividades humanas han transformado la cobertura vegetal. Si bien las zonas núcleo en general presentan una cobertura vegetal con pocos cambios se puede observar el avance en la transformación del hábitat en los límites de las zonas núcleo.

La tendencia a la transformación del hábitat en el polígono que delimita la reserva se puede apreciar en la tabla 13, gráfica 1, en donde se muestran los valores de la superficie transformada acumulada en los tres periodos analizados.

Tabla 13. Tasa de transformación del hábitat de la Reserva, incluida en el FANP

ÁREA NATURAL PROTEGIDA	SUPERFICIE TRANSFORMADA (Ha)					Tasa de Transformación Anual (% Sup Total)	Ha/Año	# de años
	FANP							
	70's-80's	80's-90's	90's-2000					
	70's	80's	90's	00				
Superficie en el periodo (Ha/año)		2,852 (204)	3,186 (531)	7,321 (915)		0.38	502	28
Superficie acumulada	5,941	8,793	11,979	19,300				

Período de creación del FANP
 Período en que se decretó el ANP



Gráfica 1. Tendencia a la transformación del hábitat de la reserva de la biosfera "Sierra de Manantlán".

La gráfica muestra una tendencia a incrementar la transformación del hábitat, sin embargo es importante mencionar que si bien el área natural protegida fue establecida a partir de 1987 el gobierno federal inició los trabajos de administración a partir del año de 1993 y es hasta el año

de 1997 en donde la reserva cuenta con recursos adicionales del Fondo para Áreas Naturales Protegidas.

Por lo anterior la clasificación de vegetación y uso del suelo que se presenta en el 2000 para la reserva servirá de base para conocer la tendencia de la transformación del hábitat en el futuro.

Conclusiones

La tasa de transformación del hábitat obtenida para el polígono de la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán en el periodo 1972-2000 fue de 0.38% con 502 ha/año con una transformación total en 28 años de 13,359 ha. Presentado el área 19,300 ha transformadas por actividades humanas en el año 2000 lo que corresponde al 13.8% de la superficie total. En el período a partir del establecimiento de la reserva de 1986-2000, se transformaron 10,507 ha que corresponden al 7.5% de la reserva.

En el período 1992-2000, se presenta la mayor tasa de transformación con 0.74% (915 ha/año), lo que representa que en este período se transformarían 7,321 ha. La tasa obtenida en este trabajo es menor a lo estimado para el mismo período en la región PRODERS Manantlán, que es de 1.3%, para una superficie aproximada 512,000 ha que incluyen la reserva de la biosfera.

La transformación del hábitat por actividades humanas, son debido a los desmontes para la agricultura, que se presentan principalmente sobre las zonas en donde anteriormente se encontraban vegetación de selva baja y mediana caducifolia y subcaducifolia, otra actividad que ha transformado el hábitat en la reserva es la apertura de la cobertura vegetal en las selvas para la conversión de pastizales cultivados dedicados principalmente a la ganadería.

Los datos que aquí se presentan servirán de base para conocer la tendencia en la transformación del hábitat por actividades humanas o bien en la reconversión de la cobertura vegetal como resultado de los programas de restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en la reserva.

Si bien las imágenes de satélite son una herramienta para conocer los cambios en la cobertura vegetal en general, considerando el potencial forestal existe en el área, se requiere de información a mayor detalle que permita elaborar instrumentos de planificación para el adecuado manejo de los bosques y selvas de la reserva.

Literatura citada

Arreola, A., Cuevas, G., Becerril, R., Guillén, C., Noble, L., Altamirano, M. 1997. Análisis sobre los cambios de uso y cobertura vegetal en la Reserva de la biosfera El Triunfo. WWF-IDESMAC. Chiapas, México. pp. 71-83

Arreola-Muñoz, A.V. 1999. Marginación y cambio de uso del suelo en tres fronteras forestales de Chiapas, Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo, México. 294 pp.

Berry, M. W., R.O. Flamm, B. C. Hazen, R.L. MacIntyre. 1996. The Land-Use Change and Analysis System (LUCAS) for Evaluating Landscape Management Decisions. IEEE Computational Science & Engineering 3:1. 24-35 pp.

Bocco G., López G., Mendoza C. 2001. Predicción del cambio de cobertura y uso del suelo. El caso de la ciudad de Morelia. Instituto de Geografía, Boletín No. 45. UNAM. 56-76 pp.

Brower, L., Castilleja, G., Peralta, A., López, J., Bojorquez, L., Diaz, S., Melgareo, D., Missrie, M. 2002. Quantitative changes in forest quality in a principal overwintering area of the Monarca butterfly in Mexico, 1971-1999. *Conservation Biology*, Vol. 16, No. 2. 354-356 pp.

Dirzo R., García M. 1992. Rates of Deforestation in Los Tuxtlas, a Neotropical Area in Southeast Mexico. Instituto de Geografía, UNAM. 84-86 pp.

Hernández, E. 2002. Tipos de vegetación y uso de suelo en el Corredor Sierra Madre del Sur, ("Quetzal") en el área correspondiente a la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. Informe final. Conservation Internacional México, A. C. 35 pp.

Hinojosa, C. A. y R. J. Delgadillo. 1999. Caracterización del paisaje en la vegetación y uso del suelo, y su cambio en las tres últimas décadas apoyados con imágenes Landsat MSS, en el estado de Baja California, México. CONACYT. México.

INEGI. 2000. Diccionario de datos de uso de suelo y vegetación.

Ramírez R. I. 2001. Cambios en las cubiertas del suelo en la Sierra de Angangueo, Michoacán y Estado de México, 1971-1994-2000. Instituto de Geografía, UNAM. 39, 45-52 pp.

Ruíz. M., y Gómez A., 1987. Diagnóstico de los Sistemas de Inventario Forestal Utilizados en la Región Trópico-Húmeda de México, *In*: Lund, H.G, Caballero-Deloya M., Villareal-Canton R. Eds. Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics: Proceedings of the International Conference and Workshop; 1987; México; Gen. Tech. Report WO-39. Department of Agriculture, Forest Service; Washington, D.C. USA 524 pp.

SEMARNAT, 1997. Ley Forestal. México. 51 pp.

SEMARNAP, 1997. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. México. 109-130 pp.

SEMARNAP, 2000. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera "Sierra de Manantlán". Instituto Nacional de Ecología. México. 13-38 pp.

SEMARNAT, 2003. La Deforestación en 24 Regiones PRODEFS. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. 123 pp.

UNAM, Instituto de Geografía, 2000. Informe del Inventario Forestal Nacional 2000-2001, México, 266 pp.

Velázquez A., Mas J. F., Palacio J. L. 2002. Regionalización Ecológica a nivel regional (escalas 1:250,000 y 1:100,000) y local (1:50,000 y 1:250,000). Análisis del cambio de uso de suelo. SEMARNAT. Instituto Nacional de Ecología. Instituto de Geografía, UNAM. 5-6, 28-30 pp.