

**ESTIMACIÓN DE LA TASA DE
TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN EL
“CORREDOR BIOLÓGICO CHICHINAUTZIN”
PERIODO 1973-2000**

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
*Eduardo González Hernández
Ignacio Paniagua Ruíz*

Sistema de Información Geográfica
*Lilián G. Rodríguez Sánchez
Jesús J. Aguilar Mosqueda
Delfina Rodríguez Vélez
Gerardo Ríos Sais
Juan C. Zamora Espíndola
Cesar O. Silva González
Roberto D. Cruz Flores*

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 del Área de Protección de Flora Fauna “Corredor Biológico Chichinautzin”, 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	1
INTRODUCCIÓN.....	2
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVO GENERAL.....	6
OBJETIVOS PARTICULARES	7
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	7
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
CONCLUSIONES.....	28
LITERATURA CITADA	29

Resumen

Con el establecimiento de las áreas naturales protegidas se busca mantener áreas representativas de ecosistemas biológicamente diversos, como es el caso del Corredor Biológico Chichinautzin, sin embargo es necesario considerar que estas zonas son sujetas continuamente a las 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 el área que conforma el Corredor Biológico Chichinautzin. Los tipos de vegetación y uso del suelo se agruparon en forestal y no forestal.

Los resultados obtenidos para el año 2000 indican que el Corredor cuenta con una superficie transformada de 23,519 ha que corresponde al 35.8% de la superficie total del Corredor. En el período analizado entre 1973 y 2000, se estima una tasa de 0.74%, equivalente a 378 ha/año, transformándose en 27 años 9,290 ha. Donde el avance de la frontera agrícola se presenta principalmente sobre el bosque de pino-encino y la selva baja caducifolia y subcaducifolia.

El análisis por período muestra un incremento continuo en la tasa de transformación del hábitat; siendo el período 1989-2000 el que presenta la tasa de transformación más alta con 1.18% (535 ha/año).

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.

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 el corredor biológico, a partir de 1998 cuenta con personal responsable de la administración y como parte del FANP a partir de 2002, cuenta con financiamiento que garantiza la operación básica y ha permitido 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 el "Corredor Biológico Chichinautzin", utilizando imágenes de satélite del período 1973-2000.

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

El Corredor Biológico Chichinautzin, es un complejo de ANP's, integrado por el Parque Nacional "Lagunas de Zempoala" decretado en 1936, con modificación en 1947, "El Tepozteco", decretado en 1937, y el Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin" decretado el 30 de noviembre de 1988 compuesto por dos polígonos que incluye tres zonas núcleo (ZN). En conjunto el Corredor Biológico Chichinautzin cubre una superficie aproximada de 65,658 ha. Se ubica en la zona noroeste del Estado de Morelos, sus coordenadas extremas son 18°50'30" y 19°05'40" N; 98°51'50" y 99°20'00" W, en su territorio se incluyen los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Jiutepec, Tepoztlán, Tlalnepantla, Totolapan, Tlayacapan, Yauatepec y parte del sur del Distrito Federal (figura 2).

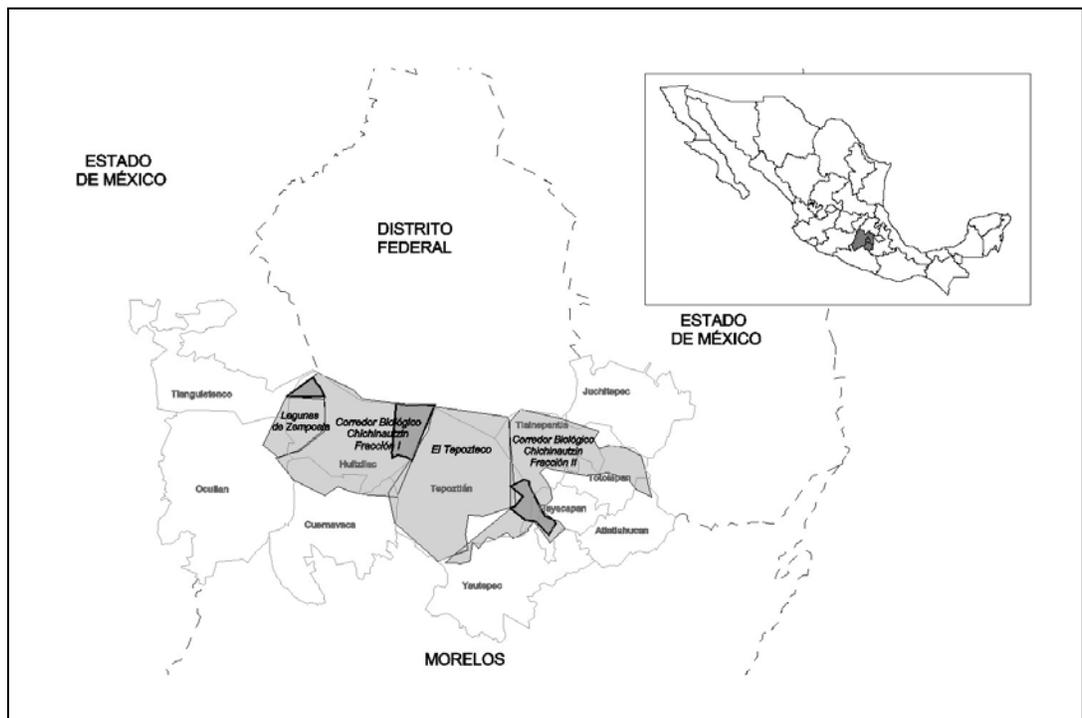


Figura 2. Localización del Corredor Biológico Chichinautzin.

Por ubicarse al sur del Distrito Federal, es una zona altamente vulnerable al crecimiento de la mancha urbana. Sus elementos naturales tanto florísticos como faunísticos la convierten en una zona de amortiguamiento para el Valle de Cuernavaca.

Es un sitio considerado como de elevada permeabilidad, lo que convierte a ésta zona para la recarga de acuíferos que se utilizan en las principales ciudades del estado de Morelos.

En lo referente a cuerpos de agua superficiales, este aspecto tiene especial significado en Zempoala, no sólo porque da nombre al Parque Nacional "Lagunas de Zempoala" sino también porque esta reserva se localiza muy próxima a la intersección de tres importantes sistemas hidrográficos, como son la cuenca del río Lerma, al occidente; la cuenca de México, al noreste; y la cuenca del río Balsas en la porción sur, sistema al cual pertenece el parque, que ocupa las vertientes altas de la serranía Ocuilan-Zempoala, así como las estribaciones del Ajusco; laderas que conjuntamente bajan hasta el valle de Cuernavaca formando el vértice suroeste de la cuenca del río Amacuzac, a su vez afluente tributario del río Balsas.

Dentro de los aspectos climáticos, en el Corredor Biológico Chichinautzin se manifiestan principalmente tres zonas térmicas: la semifría, con temperatura media anual entre 5 y 12° C, localizada en el noreste y centro de las porciones más elevadas del Corredor, en altitudes mayores a 3,000 m.s.n.m; la templada, situada paralelamente por debajo de la anterior, con temperaturas entre 12 y 18° C en altitudes que oscilan entre los 2,000 y 3,000 m.s.n.m; y la semicálida, ubicada al sur de la zona templada, donde predominan altitudes menores a los 2,000 m.s.n.m, las temperaturas dominantes quedan comprendidas entre los 18 y 22° C.

En cuanto a la precipitación, las estribaciones elevadas de la sierra del Chichinautzin y en los límites superiores de Huitzilac y las lagunas de Zempoala se reciben precipitaciones medias anuales superiores a los 1,200 mm. El régimen de lluvias es de verano, debido a que éstas se inician generalmente a mediados de mayo y terminan en la primera quincena de octubre, siendo agosto el mes más lluvioso.

En el área existe una gran diversidad biológica y destaca la presencia de hongos como uno de los organismos mejor representados. Los hongos representado en la zona es de especies venenosas que se desarrollan en menor cantidad que los comestibles, además están presentes especies psicotrópicas. Por otro lado, las especies micorrícicas y las destructoras de la madera, son muy abundantes.

Existe la presencia de varios tipos de vegetación como son: bosque de encino, bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de pino-encino, matorral xerófilo, selva baja caducifolia y subcaducifolia, vegetación secundaria y áreas sin vegetación aparente.

En cuanto a la tenencia de la tierra más del 90% de los terrenos son de tipo comunal y sólo existe el pequeño ejido en Tepoztlán dentro de la Fracción II del Corredor Biológico Chichinautzin.

El uso actual del suelo en la zona está definido como forestal y agrícola, aunque la existencia de una ganadería de carácter extensivo está dando lugar a una transferencia de las tierras forestales y agrícolas a ganaderas en algunas localidades. La tala del bosque y la extracción de tierra clandestina, así como el crecimiento que han tenido los núcleos urbanos en años recientes son sin duda problemas evidentes en el Corredor Biológico Chichinautzin (SEMARNAT, sin publicar).

Materiales y métodos

Para el presente trabajo se emplearon imágenes de satélite Landsat con sensores: Multiespectral Scanner (MSS) y Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+), identificadas con el path 26, row 47. En la tabla 1, se observa el tipo de sensor, fecha 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	NÚMERO DE BANDAS	IMÁGENES PROCESADAS
26/47	MSS	23/Noviembre/1973	5	4
	MSS	31/Enero/1985	5	4
	MSS	07/Marzo/1989	5	4
	ETM	19/Junio/2000	8	6
TOTAL DE IMÁGENES			23	18

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 1973, 1985, 1989 y 2000, asimismo se adicionaron polígonos a una escala aproximada de 1:100,000. La superficie total que incluye las tres ANP's antes mencionadas que conforman el "Corredor Biológico Chichinautzin", es de 65,658 ha.

Los tipos de uso del suelo y vegetación, que se identificaron para el "Corredor Biológico Chichinautzin", 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 oyamel
Bosque de pino
Bosque de pino-encino
Matorral xerófilo
Selva baja caducifolia y subcaducifolia
Vegetación secundaria
Área sin vegetación aparente
Cuerpo de agua
Agricultura de temporal
Pastizal inducido
Zona urbana
Área incendiada
Nubes y sombras

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 el "Corredor Biológico Chichinautzin".

Vegetación	Descripción	Especies representativas
Bosque de encino	Se desarrolla generalmente en las zonas montañosas del país y por sus características florísticas, ecológicas y fisonómicas, ha dado lugar a la clasificación de un gran número de tipos vegetativos, entre los que se encuentra la comunidad vegetal formada por especies del género <i>Quercus</i> (encinos o robles). 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> (encino o roble).
Bosque de oyamel	Es una comunidad de árboles altos (a veces mayores de 30 m), que se desarrolla en clima semifrío y húmedo entre los 2000 y 3400 m de altitud de la mayoría de las sierras del país, principalmente en el Eje Neovolcánico.	La constituyen principalmente varias especies del género <i>Abies</i> (oyamel, Pinabete, etc).
Bosque de pino	Comunidad vegetal constituida por diferentes especies del género <i>Pinus</i> , de amplia distribución en las cadenas montañosas de todo el país, desde cerca de los 300 m de altitud hasta los 200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea.	<i>Pinus</i> spp.
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 y <i>Quercus</i> spp
Matorral xerófilo	Vegetación arbustiva que generalmente presenta ramificaciones desde la base del tallo, cerca de la superficie del suelo y con altura variable, pero casi siempre inferior a 4 m. Se distribuye parcialmente en las zonas áridas y semiáridas del país.	

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 candelabrifformes.
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.
Vegetación secundaria	Comunidades originadas por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original y en otros casos presenta un aspecto y composición florística diferente. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas.	
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 árido, salinas, o bien porque la vegetación fue eliminada totalmente por actividades humanas	
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.	
Pastizal inducido	Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmontes de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como productos de áreas que se incendian con frecuencia.	<i>Asistida adscensionis</i> (zacate tres barbas), <i>Erioneuron pulchellum</i> (zacate borreguero), <i>Bouteloua simplex</i> , <i>Paspalum notatum</i> (zacate burro), <i>Cenchrus</i> spp. (zacate cadillo o roseta), etc.

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 del Corredor Biológico Chichinautzin que cubre una superficie de 65,658 ha.

En la verificación de los tipos de vegetación se realizaron dos salidas de campo al área de estudio, por parte del personal del Sistema de Información Geográfica con el apoyo del personal de la Subdirección de Conservación de oficinas centrales, así como personal de la Dirección del Corredor Biológico Chichinautzin. Los resultados fueron comparados con la clasificación de la vegetación elaborada por el Laboratorio Interdisciplinario del SIG de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos obtenida para el programa de manejo del Corredor.

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 18 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.

Los resultados obtenidos se encuentran en la tabla 5, donde se puede observar que en 1973, el área presentó una transformación de 14,229 ha, el 21.7% del área total. En 1985 la superficie transformada fue de 15,698 ha, 23.9% de la superficie total del Corredor Biológico Chichinautzin. En 1989, un año después de haberse establecido el Área de Protección de Flora y Fauna para integrar junto con los Parques Nacionales Lagunas de Zempoala y El Tepozteco el Corredor Biológico Chichinautzin, la superficie transformada representaba el 26.9% que corresponde a 17,638 ha, en donde la agricultura de temporal predominaba. Para el año 2000, la superficie transformada llegó a ocupar 23,519 ha (35.8%), lo que significa que entre 1989 y el año 2000 se transformaron 5,881 ha que representan el 9.0% de la superficie.

Tabla 5. Tipos de vegetación y uso de suelo, identificados para el Corredor Biológico Chichinautzin en el período de 1973-2000.

TIPO DE VEGETACIÓN Y USO DE SUELO	1973	%	1985	%	1989	%	2000	%
Vegetación forestal								
Bosque de encino	6,908	10.5	6,337	9.7	6,182	9.4	5,409	8.2
Bosque de oyamel	2,583	3.9	2,570	3.9	2,574	3.9	2,489	3.8
Bosque de pino	10,705	16.3	10,523	16.0	10,488	16.0	9,215	14.0
Bosque de pino-encino	17,004	25.9	16,035	24.4	15,725	24.0	13,947	21.2
Matorral xerófilo	231	0.4	231	0.4	231	0.4	231	0.4
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	12,716	19.4	11,988	18.3	11,451	17.4	9,328	14.2
Vegetación secundaria	110	0.2	107	0.2	184	0.3	419	0.6
Área sin vegetación aparente	1,146	1.7	1,135	1.7	1,147	1.7	1,088	1.7
Cuerpo de agua	13	0.02	13	0.02	13	0.02	13	0.02
Nubes y sombras	13	0.02	1,021	1.6	25	0.04		0.00
	51,429	78.3	49,960	76.1	48,020	73.1	42,139	64.2
Vegetación no forestal								
Agricultura de temporal	9,051	13.8	11,805	18.0	13,313	20.3	19,361	29.5
Pastizal inducido	5,036	7.7	3,725	5.7	4,002	6.1	2,743	4.2
Zona urbana	142	0.2	157	0.2	240	0.4	709	1.1
Área incendiada		0	10	0.02	83	0.1	706	1.1
	14,229	21.7	15,698	23.9	17,638	26.9	23,519	35.8

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 y selva baja caducifolia y subcaducifolia . En las zonas núcleo se presentan usos del suelo como son la agricultura de temporal y pastizal inducido en una baja proporción, pero con una tendencia a incrementarse.

Tabla 6. Uso de suelo y tipo de vegetación dentro de la zona núcleo y amortiguamiento.

Tipo de Vegetación y uso del suelo	Zona	70's (Ha)	80's (Ha)	90's (Ha)	2000 (Ha)
Bosque de encino	Núcleo	15	15	15	17
	Amortiguamiento	6,893	6,322	6,167	5,392
Bosque de oyamel	Núcleo	323	323	323	322
	Amortiguamiento	2,260	2,247	2,251	2,166
Bosque de pino	Núcleo	2,359	2,358	2,356	2,310
	Amortiguamiento	8,346	8,165	8,132	6,905
Bosque de pino-encino	Núcleo	593	547	547	564
	Amortiguamiento	16,411	15,489	15,178	13,384
Matorral xerófilo	Núcleo				
	Amortiguamiento	231	231	231	231
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	Núcleo	1,450	1,381	1,379	1,275
	Amortiguamiento	11,267	10,607	10,074	8,053
Vegetación secundaria	Núcleo				
	Amortiguamiento	110	107	184	419
Área sin vegetación aparente	Núcleo	547	547	547	547
	Amortiguamiento	600	588	600	541
Cuerpo de agua	Núcleo				
	Amortiguamiento	13	13	13	13
Nubes y sombras	Núcleo				
	Amortiguamiento	13	1,021	25	
Agricultura de temporal	Núcleo	57	62	62	214
	Amortiguamiento	8,994	11,744	13,251	19,147
Pastizal inducido	Núcleo	47	157	161	137
	Amortiguamiento	4,989	3,569	3,841	2,605
Zona urbana	Núcleo				
	Amortiguamiento	142	157	240	709
Área incendiada	Núcleo				3
	Amortiguamiento		10	83	703

En cuanto a la zona de amortiguamiento la vegetación que predomina es el bosque de pino-encino, selva baja caducifolia y subcaducifolia, bosque de pino y bosque de encino principalmente. Las actividades antrópicas que se encuentran en la zona de amortiguamiento, son agricultura de temporal, pastizal inducido y zona urbana, también se registran área con presencia de incendios forestales, que en el año 2000 cubrieron una amplia superficie (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 el incremento de la superficie no forestal del 21.7% en 1973 al 35.8% en el 2000.

Tabla 7. Superficie forestal en hectáreas para el Corredor Biológico Chichinautzin en el período de 1973-2000.

	FORESTAL	%	NO FORESTAL	%
SUPERFICIE ORIGINAL	65,658			
27 de noviembre de 1936, se decreta como Parque Nacional Lagunas de Zempoala				
22 de enero de 1937, se decreta como Parque Nacional El Tepozteco				
19 de mayo de 1947, se redelimita el Parque Nacional Lagunas de Zempoala				
1973	51,429	78	14,229	21.7
1985	49,960	76	15,698	23.9
30 de noviembre de 1988, se decreta como Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin				
1989	48,020	73	17,638	26.9
2000	42,139	64	23,519	35.8

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

Tabla 8. Tasa de transformación del hábitat en el Corredor Biológico Chichinautzin en el período 1973-2000.

Período	S1 (Ha)	S2 (Ha)	Cambio (Ha)	años	Tasa de cambio	(%) Tasa de cambio anual	Ha/año	Cambio acumulado (Ha)
1973-1985	51,429	49960	-1469	12	0.00241	0.24	122	-1469
1985-1989	49,960	48020	-1940	4	0.00985	0.99	485	-3409
1989-2000	48,020	42139	-5881	11	0.01181	1.18	535	-9290
1973-2000	51429	42139	-9290	27	0.00735	0.74	378	-9290

En la figura 4, se presentan los tipos de vegetación y uso del suelo para el corredor biológico Chichinautzin en el año 1973, donde se observa que la vegetación se encuentra distribuida en bandas horizontales como resultado de la geomorfología del lugar. La primera, al norte en la zona de mayor altitud domina el bosque de pino, la segunda se ubica al sur de ésta en donde la vegetación de pino-encino es más dominante y la tercera en las porciones más bajas al sur de la localidad de Tepoztlán se encuentra la vegetación de selva baja caducifolia y subcaducifolia. En cuanto a los usos de suelo se presentan dos zonas muy marcadas, la primera al oeste del polígono sobre la carretera que conduce de la ciudad de México a la ciudad de Cuernavaca y la segunda sobre la carretera que conduce de la ciudad de Cuernavaca a la ciudad de Tepoztlán. Por otra parte hacia el este del área se observan áreas de pastizal inducido y entre las zonas urbanas que se ubican al interior del área se puede mencionar la ciudad de Tepoztlán y los poblados de Tres Marías y Huitzilac.

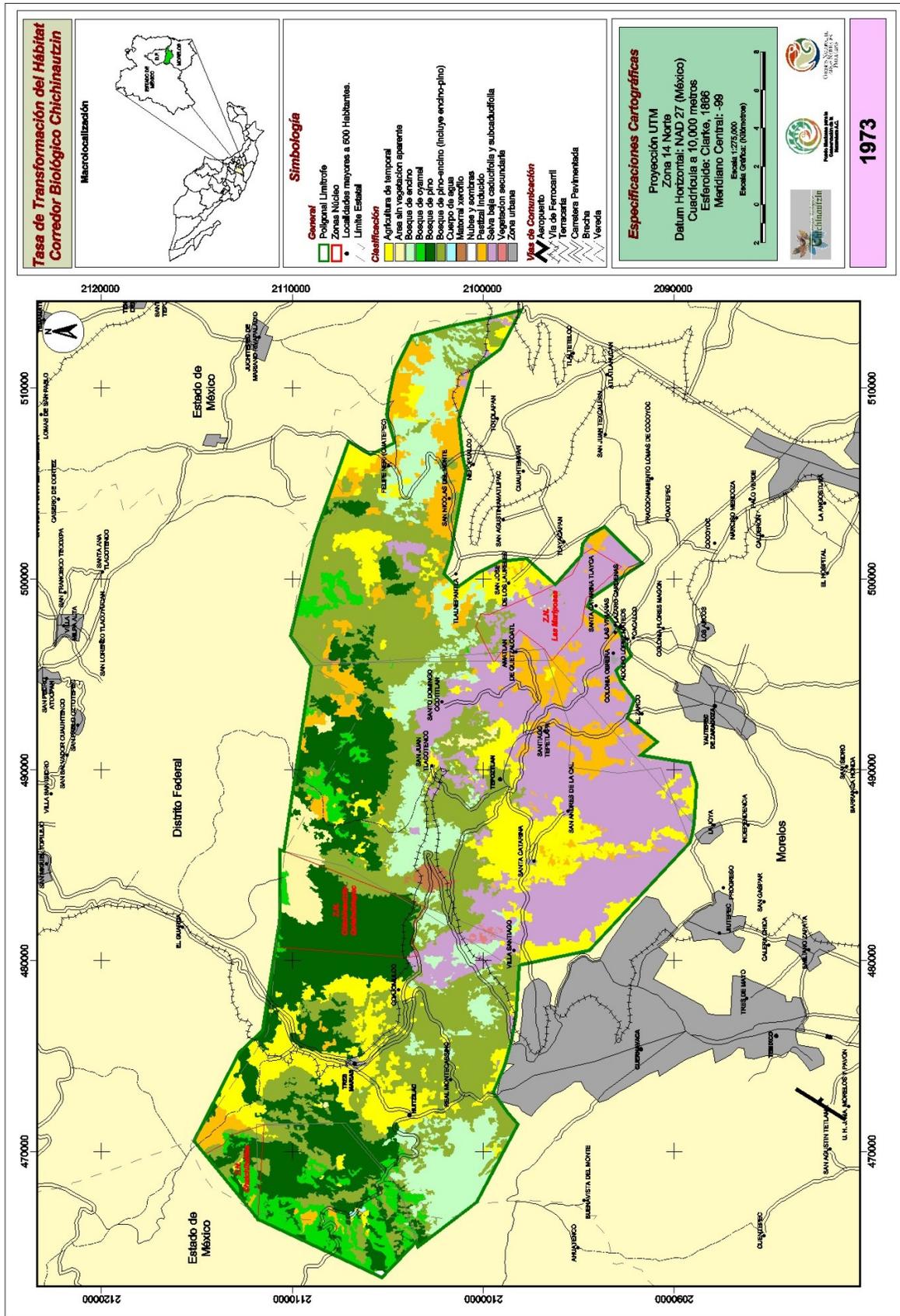


Figura 4. Uso del Suelo y Vegetación en 1973 para el Corredor Biológico Chichinautzin.

En período de 1973-1985, el polígono del área presentó una superficie transformada de 1,469 ha (tabla 8), con una tasa de 0.24% (122 ha/año), que sumadas a la superficie transformada en 1973 da como resultado que en 1985 la superficie llegue a 15,698 ha. Para está fecha ya se encontraban decretados los Parques Nacionales Lagunas de Zempoala y El Tepozteco, contando solo el primero con personal de vigilancia.

En está zona las actividades humanas, reflejan un impacto de la agricultura de temporal y el crecimiento de zonas de pastos inducidos principalmente sobre el bosque de pino-encino, encino y la selva baja caducifolia y subcaducifolia (tabla 9).

Tabla 9. Transformación de vegetación y uso de suelo en el período 1973 y 1985.

Vegetación y uso de suelo 1973-1985	Transformación (Ha)			
	Agricultura de temporal	Pastizal inducido	Área incendiada	Zona urbana
Forestal				
Bosque de encino	-207	-151		
Bosque de oyamel		-1		
Bosque de pino	-10	1		
Bosque de pino-encino	-600	-39		-6
Matorral xerófilo				
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	-420	-347		-2
Vegetación secundaria				
Área sin vegetación aparente				
Cuerpo de agua				
Nubes y sombras	125	188		
Total	-1,112	-349	0	-8
-1,469 Ha. transformadas en el periodo.				

En la figura 5 se presentan los tipos de vegetación y uso del suelo para el corredor biológico Chichinautzin, presentes en el año 1985, donde se puede observar que algunas zonas que fueron identificadas como pastizales inducidos en 1973, para este año se han clasificado como zonas de agricultura de temporal, posiblemente por el tipo de actividad agrícola que en estas zonas se realizaban, sin embargo para fines del presente trabajo estas zonas son consideradas como áreas no forestales.

También, se puede observar un crecimiento de las zonas agrícolas al sur del área cerca de la ciudad de Cuernavaca y sobre la carretera que conduce a está , así mismo cerca del poblado de Tepoztlán.

Para el periodo 1985-1989 se transforman en el área 1,940 ha (tabla 8), incrementándose la tasa de transformación a 0.99% (485 ha/año), la superficie transformada en este periodo sumada a la superficie que se reporta para el año de 1985 se obtiene que para 1989 la superficie transformada sea de 17,638 ha.

El uso del suelo agricultura de temporal es una actividad que persiste y continúa teniendo un fuerte impacto sobre el bosque de pino-encino y bosque de encino, mientras que el pastizal inducido impacta principalmente a la selva baja caducifolia y subcaducifolia (tabla 10).

Tabla 10. Transformación de vegetación y uso de suelo en el periodo 1985 y 1989.

Vegetación y uso de suelo 1985 a 1989	Transformación (Ha)			
	Agricultura de temporal	Pastizal inducido	Área incendiada	Zona urbana
Forestal				
Bosque de encino	-217	-79		
Bosque de oyamel	0	8	-9	
Bosque de pino	-89	-74	-1	
Bosque de pino-encino	-386	-94	-20	0
Matorral xerófilo				
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	-182	-334		-8
Vegetación secundaria		18	0	
Área sin vegetación aparente			-2	
Cuerpo de agua				
Nubes y sombras	-407	-64	0	
Total	-1,281	-619	-32	-8
-1,940 Ha. transformadas en el periodo.				

En la figura 6 se presentan los tipos de vegetación y uso del suelo para el corredor biológico Chichinautzin, en el año 1989, se observan incrementos en la agricultura de temporal, así como la presencia de incendios forestales al norte del Corredor.

En el período 1989-2000, el área de estudio se encuentra integrada por las tres áreas naturales protegidas a partir de la declaración del área de protección de flora y fauna Corredor Biológico Chichinautzin, cubriendo una superficie aproximada de 65,658 y cuenta con una administración desde 1998 por parte del Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAP.

En 11 años se transformaron 5,881 ha, con una tasa de 1.18% (535 ha/año), dando lugar a que en el año 2000, el Corredor Biológico Chichinautzin presente 23,519 ha, que han sido transformadas por actividades humanas, lo que representa el 35.8% de la superficie total del Corredor.

En este período, la intersección de los mapas indica que la agricultura de temporal avanzó en mayor proporción sobre la selva baja caducifolia y subcaducifolia y el bosque de pino-encino. Mientras que el pastizal inducido afectó principalmente a la selva baja caducifolia y subcaducifolia (tabla 11). También se registra la presencia de zonas incendiadas en bosques de pino, pino-encino y oyamel.

Tabla 11. Transformación de vegetación y uso de suelo en el período 1989 y 2000.

Vegetación y uso de suelo 1989 a 2000	Transformación (Ha)			
	Agricultura de temporal	Pastizal inducido	Área incendiada	Zona urbana
Forestal				
Bosque de encino	-696	22	-1	
Bosque de oyamel	-14	-14	-49	
Bosque de pino	-611	-146	-291	
Bosque de pino-encino	-1,528	-169	-84	-39
Matorral xerófilo				
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	-1,645	-476		-60
Vegetación secundaria	-20	-1		
Área sin vegetación aparente		-4	-55	
Cuerpo de agua				
Nubes y sombras				
Total	-4,514	-788	-480	-99
	-5,881 Ha. Transformadas en el período.			

En la figura 7 se presentan los tipos de vegetación y uso del suelo para el corredor biológico Chichinautzin, para el año 2000. En este año existe la presencia de varios incendios forestales al norte y noroeste del área, así como el continuo aumento en la agricultura de temporal, principalmente en las zonas que corresponden a la zona baja caducifolia y subcaducifolia, disminuyendo en gran parte la superficie de ésta, también se puede observar el incremento de las zonas urbanas principalmente en el poblado de Tepoztlán.

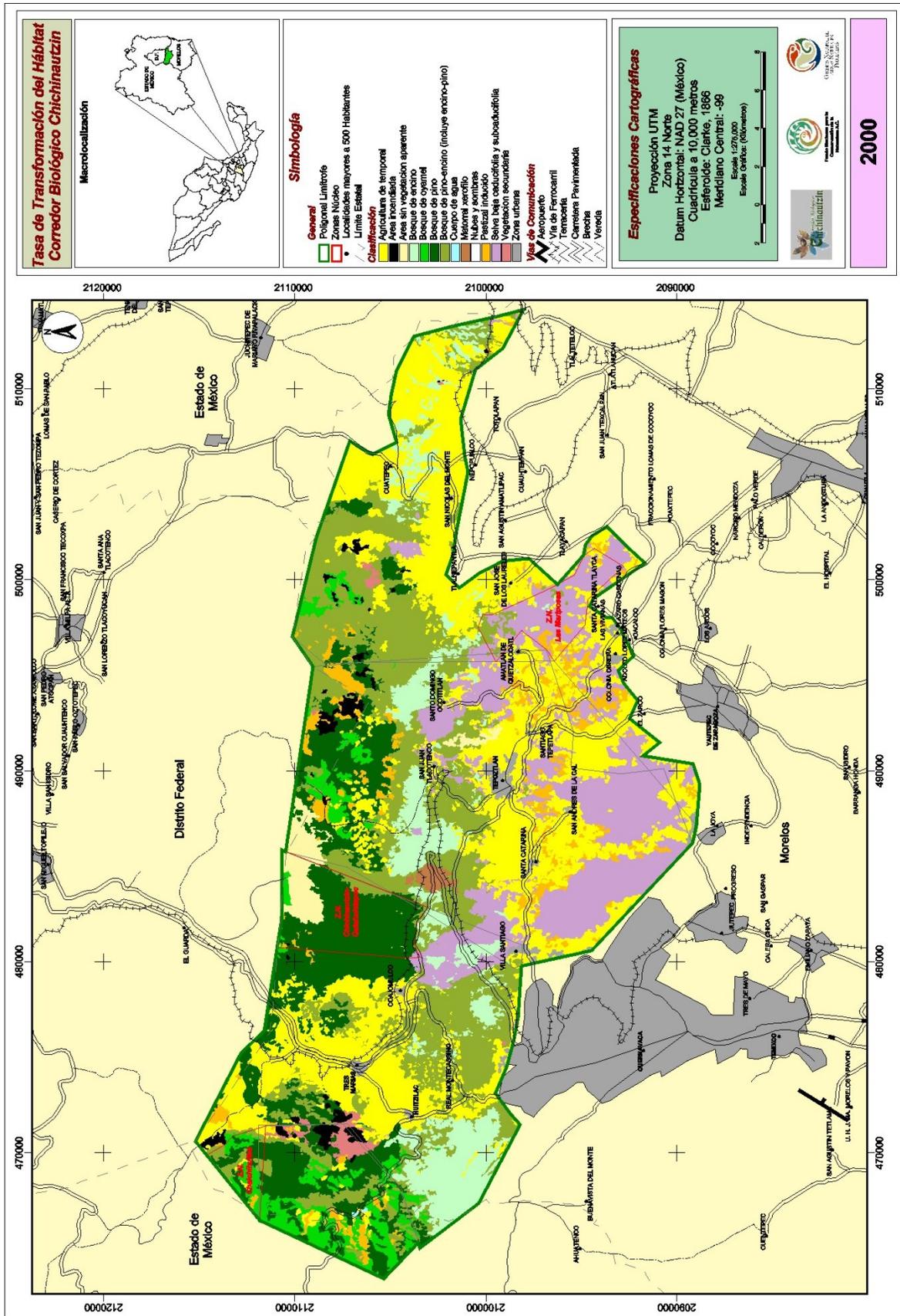


Figura 7. Uso del Suelo y Vegetación en 2000 para el Corredor Biológico Chichinautzin.

En el período de 1973-2000, fecha de análisis del presente trabajo se registra una transformación del hábitat de 9,290 ha (tabla 8) con una tasa de 0.74% (378 ha/año).

Las actividades humanas que se presentan en este período son: la agricultura de temporal con 7,320 ha, que ha avanzado sobre la selva baja caducifolia y subcaducifolia, el bosque de pino-encino y el bosque de encino; el pastizal cultivado con 1,179 ha, muestra un crecimiento sobre la selva baja caducifolia y subcaducifolia y en menor proporción sobre el bosque de pino y pino-encino; las áreas incendiadas presentan 518 ha, afectando al bosque de pino y pino-encino; y la zona urbana afectó el bosque de pino-encino y la selva baja caducifolia y subcaducifolia.

Tabla 12. Transformación de vegetación y uso de suelo en el período de 1973 y 2000.

Vegetación y uso de suelo 1973 a 2000	Transformación (Ha)			
	Agricultura de temporal	Pastizal inducido	Área incendiada	Zona urbana
Forestal				
Bosque de encino	-1,457	17	-2	
Bosque de oyamel	-14	-7	-57	
Bosque de pino	-757	-194	-297	
Bosque de pino-encino	-2,602	-179	-105	-146
Matorral xerófilo				
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	-2,537	-808	-1	-127
Vegetación secundaria	47	-5		
Área sin vegetación aparente		-3	-56	
Cuerpo de agua				
Nubes y sombras				
Total	-7,320	-1,179	-518	-273
-9,290 Ha. transformadas en el período.				

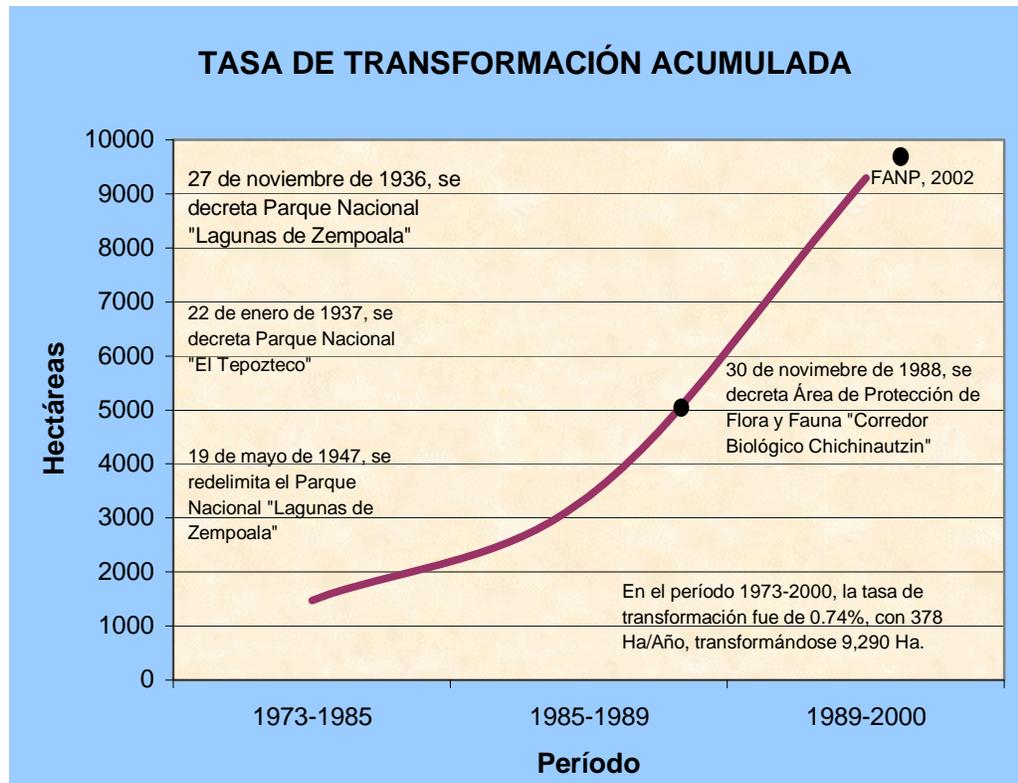
La figura 8 se presenta la transformación del hábitat en el período correspondiente a 1973-2000, en color amarillo se observa las actividades de uso del suelo que se presentaban en 1973. En diferentes colores se indican los cambios de uso del suelo sobre los tipos de vegetación. Hacia el sur del área, así como en las zonas aledañas a la población de Tepoztlán, Santiago Tepetlapa, se registra el mayor cambio de uso de suelo debido a actividades agrícolas sobre las selvas, así como al noreste del polígono del Corredor. Al oeste y este del Corredor también existen diferentes cambios de uso de suelo principalmente de agricultura de temporal, sobre los bosques.

La tendencia a la transformación del hábitat en el polígono que delimita el corredor biológico 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 del Corredor Biológico Chichinautzin.

	SUPERFICIE TRANSFORMADA (Ha)				FANP 2002	Tasa de Transformación Anual (% Sup Total)	Ha/Año	# de años
	70's-80's	80's-90's	90's-2000					
	70's	80's	90's	00				
Superficie en el período (Ha/año)	1,469 (122)	1,940 (485)	5,881 (535)			0.74	378	27
Superficie acumulada	14,229	15,698	17,638	23,519				

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



Gráfica 1. Tendencia a la transformación del hábitat en el "Corredor Biológico Chichinautzin"

La gráfica muestra una tendencia a incrementar la transformación del hábitat, sin embargo es importante mencionar que el Corredor Biológico Chichinautzin se integra en 1988 con las tres áreas naturales protegidas y es hasta 1998, que se destinan recursos para la administración del Corredor Biológico Chichinautzin y a partir del año 2002

cuenta con recursos adicionales del Fondo para Áreas Naturales Protegidas.

Por lo anterior y a fin de contar con información de base para el programa de monitoreo del Fondo para Áreas Naturales Protegidas, es necesario integrar la información correspondiente a la imagen de satélite del 2002, para conocer las tendencias en la transformación del hábitat en el futuro.

Conclusiones

La tasa de transformación del hábitat obtenida para el polígono que conforma actualmente el Corredor Biológico Chichinautzin en el periodo 1973-2000 fue de 0.74% con 378 ha/año con una transformación total en 27 años de 9,290 ha. Presentado el Corredor 23,519 ha transformadas por actividades humanas en el año 2000 lo que corresponde al 35.8% de la superficie total.

En el período 1989-2000, el Corredor se integra por las tres áreas naturales protegidas, y durante este período se presenta la mayor tasa de transformación con 1.18% (535 ha/año), lo que representa que en este período se transformaran 5,881 ha. Sin embargo, no es sino hasta 1998 cuando inicia la administración del Corredor.

La transformación del hábitat por actividades humanas, son debido a un avance de la frontera agrícola sobre los bosques de pino-encino y selva baja caducifolia y subcaducifolia, así como el desmonte de esta para convertirla en pastizales inducidos, para actividades ganaderas o bien debido al crecimiento de los asentamientos humanos.

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 el Corredor. Considerando la importancia que el Corredor tiene desde el punto de vista forestal, así como por los servicios ambientales que este brinda tanto a la ciudad de México como a la ciudad de Cuernavaca.

Es importante mencionar que se requiere analizar la imagen de satélite del 2002, a fin de completar la información del Corredor a partir de la fecha de ingreso al programa FANP.

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., Lopez, 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.

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

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

SEMARNAT, 2003. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. SEMARNAT. México. (sin publicar).

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.