



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

*Análisis de la Dinámica de Cambio de Cobertura
y Uso del Terreno
en los Municipios de Jilotzingo e Isidro Fabela, Estado de México*

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
Biólogo

PRESENTA
Vladimir Anaya Zamora

DIRECCIÓN DE TESIS
M. en C. Mayra Mónica Hernández Moreno

Los Reyes Iztacala , Edo. de México, 2015





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A la UNAM, por brindarme buena educación desde que ingresé.

A la M en C. Mayra Mónica Hernández Moreno por su tiempo, su paciencia, dedicación, aportación y asesoramiento hacia este trabajo.

A la Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda por su tiempo dedicado a las correcciones y aportaciones hacia este trabajo.

Al Dr. Oswaldo Téllez Valdés por su aportación y valiosa corrección hacia este trabajo.

Al Dr. Daniel Jesús Muñoz Iniestra por sus aportaciones y correcciones hacia este trabajo .

Al M en C. Humberto Macías Cuellar por su tiempo, dedicación y aportación hacia este trabajo.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mis padres y a mis hermanas por su apoyo y paciencia.

A mis profesores Mayra y Humberto por abrirme las puertas, por ser parte de inspiración, por su paciencia, por ser un gran apoyo y por enseñarme que “el mundo no es, el mundo está siendo”.

Y por último pero no por eso menos importante, a las personas que lean este trabajo, espero que sea un referente para ustedes.

Vladimir Anaya Zamora



INTRODUCCIÓN » 9

MARCO CONCEPTUAL » 10

ANTECEDENTES » 12

JUSTIFICACIÓN » 12

OBJETIVO GENERAL » 13

OBJETIVOS PARTICULARES » 13

ÁREA DE ESTUDIO » 13

MATERIALES Y MÉTODOS » 17

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA » 19

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE COBERTURA Y USOS DEL TERRENO » 19

3. ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL TERRENO » 19

4. DOCUMENTACIÓN DE LAS CAUSAS QUE PROVOCAN EL CAMBIO EN LA ZONA » 20

RESULTADOS » 21

1. Planteamiento del problema » 22

2. Identificación de los tipos de cobertura y usos del terreno » 25

3. Análisis de la dinámica del cambio de cobertura y uso del terreno » 29

3.1. De 1993 a 2000 » 29

3.2. De 2000 a 2007 » 35

DISCUSIÓN » 41

CONCLUSIONES » 51

BIBLIOGRAFIA » 53



Título original: *Análisis de la Dinámica de Cambio de Cobertura y Uso del Terreno en los Municipios de Jilotzingo e Isidro Fabela, Estado de México*
Escrito por: Vladimir Anaya Zamora

Diseño editorial por: *Thésika* · *Diseño de tesis*

© Derechos reservados (las imágenes usadas en el diseño de este documento fueron adquiridas legalmente por *Thésika.mx*. El autor conserva todos los derechos).

contacto@thesika.com.mx | www.thesika.mx

Impreso en México DF durante 2015

Composición & Diseño editorial: S. Pamela Coronado (*Thésika*)

Diseño de cubierta & Encuadernación: S. Pamela Coronado y J. Martín Rejón (*Thésika*)





ANÁLISIS DE LA DINÁMICA
DE CAMBIO DE COBERTURA
Y USO DEL TERRENO
EN LOS MUNICIPIOS DE
JILOTZINGO E ISIDRO FABELA,
ESTADO DE MÉXICO

VLADIMIR ANAYA ZAMORA



Debido a que el paisaje está sujeto a procesos de apropiación, ocupación y transformación por procesos de antropológicos, es importante entender qué propicia y cómo se expresa la dinámica del cambio de cobertura y uso del terreno bajo los rubros social, económico y ambiental; con este propósito, se escogió a los municipios de de Isidro Fabela y Jilotzingo por ser una zona de transición rural-urbano en la zona metropolitana del valle de México.

En este presente trabajo se realizó el análisis de cambio de cobertura y uso del terreno para las fechas 1993, 2000 y 2007. Tomando como base una lluvia de ideas propuestas a partir de una entrevista realizada en un núcleo agrario en la zona de estudio, esto como parte de un proyecto socio-ambiental. Esta lluvia de ideas junto con una revisión bibliográfica sirvieron para realizar el planteamiento del problema

y así mismo documentar las causas que originan el cambio de cobertura y uso del terreno. También se utilizaron imágenes satelitales, fotografías aéreas y conjuntos vectoriales de las series II, III y IV; para posteriormente realizar una clasificación de las coberturas vegetales y finalmente realizar el análisis.

A partir de los resultados obtenidos se clasificaron los tipos de coberturas existentes para la zona de estudio. Así mismo, al documentar los procesos de cambio se identificaron factores sociales, políticos, económicos, demográficos, culturales, así como variables biofísicas como causas del CCUT, algunos de estos factores están relacionados directamente y son consideradas como “conductores directos” en el cambio de los ecosistemas.



El paisaje es considerado un componente integral del territorio, de tal forma que el paisaje natural está constituido por elementos como el clima, el relieve, el suelo, la flora y la fauna; mientras que el paisaje antroponatural está compuesto por dichos elementos naturales transformados o modificados por la actividad humana (Mateo y Ortiz, 2001). A través de configuraciones perceptibles por medio de la vista o imágenes, el paisaje refleja el estado o la situación del territorio en un momento determinado, así como el lugar que ocupa, la forma como participan en él cada uno de los componentes biofísicos y los establecidos por las sociedades humanas; también se manifiestan las relaciones existentes entre ellos y el peso de la intervención de cada uno en los procesos, que son claves para el funcionamiento del territorio (García y Muñoz, 2002).

Esto permite conjugar y articular toda la complejidad y diversidad de los sistemas materiales objetivamente existentes, incluidas las unidades de paisaje natural, antroponatural, social y cultural (Mateo y Ortiz, 2001), que se integran en socioecosistemas (Macías-Cuéllar *et al.*, 2013).

Dentro de la composición del paisaje, podemos encontrar a las cuencas, consideradas como unidades territoriales y las principales formas terrestres dentro del ciclo hidrológico que captan y concentran el agua que proviene de las precipitaciones, generando así un grado de interrelación e interdependencia entre los usos y los usuarios del agua en un territorio específico (Dourojeanni y Jouravlev, 2002). Con base en los rasgos, criterios y elementos que analizan Ovalles *et al.* (2008) se puede definir a las cuencas como una superficie delimitada por el relieve, que da origen a un parte-aguas, que es la parte más alta a partir de la cual fluye el agua (producto de la precipitación), a través de un sistema fluvial continuo y definido, que drena hacia un colector principal, que capta la escorrentía, hasta un punto de confluencia.

Como elemento tridimensional del terreno, se integran las interacciones entre la cobertura, la profundidad del terreno y el entorno, sobre la línea divisoria de las aguas. Además, una cuenca está compuesta por una zona de cabecera o área de denudación, una de transporte y una zona de depósito.

De acuerdo con Cotler y Priego (2004), las cuencas son consideradas sistemas dinámicos, complejos y abiertos, pues en ellas se albergan diferentes componentes biofísicos como el agua, el suelo, la flora, la fauna los cuales interactúa con los elementos desarrollados por las comunidades humanas, es decir las actividades socioeconómicas y culturales que realiza el ser humano como principal actor (Umaña, 2002).

En ese sentido, las comunidades humanas obtienen numerosos beneficios de los paisajes naturales (servicios ambientales), así como de la biodiversidad que estos albergan, transformando algunos de ellos en sistemas de producción intensiva de bienes. Por ejemplo, los bosques y las selvas naturales han sido convertidos en sistemas agropecuarios para la producción de alimentos, las cuencas son utilizadas como suministro de agua dulce, para consumo humano, para la ganadería, la producción agrícola, entre otros usos. Estos cambios modifican la capacidad que tienen los ecosistemas para brindarnos otros beneficios de los cuales no siempre nos percatamos (Balvanera y Cotler, 2009).

De acuerdo con Mateo (2007) la apropiación, ocupación y transformación del espacio geográfico es un proceso natural, por el que se crean bienes materiales, valores, modos de hacer, de pensar y de percibir el mundo; teniendo como función la formación y soporte de una identidad, ya que dentro de éste se llevan a cabo las relaciones sociales, económicas y culturales con el medio natural, y con las transformaciones que este ha experimentado.

Estos procesos de transformación traen como consecuencia la degradación del territorio. Si bien, la actuación del hombre en el territorio que ocupa, adquiere mayor significado con las primeras sociedades agrícolas, no es hasta tiempos recientes en que el desarrollo científico y tecnológico de una población en acelerada progresión, da al hombre una amplia capacidad de desarticular o perturbar paisajes completos y de ocupar posiciones cada vez más dominantes dentro de la estructura y dinámica de los territorios, afectando el potencial natural por las actividades humanas (García y Muñoz, 2002).

Uno de los efectos más evidentes de la antropización del territorio es la aceleración de las dinámicas, tales como los procesos de degradación del paisaje natural. Los cambios territoriales que se perciben en los paisajes naturales, así como la rápida expansión de los espacios intensamente utilizados por las urbes y áreas industriales, son algunas de las manifestaciones más claras y preocupantes, que se traducen en la fragmentación del territorio y la aparición de nuevos paisajes pequeños, perturbados e inestables (García y Muñoz, 2002).

En ese sentido, la transformación perceptible de la vegetación por parte de los usos antrópicos en un intervalo de tiempo, en un espacio geográfico es denominado como el cambio de cobertura y uso del terreno (CCUT) (Lambin *et al.*, 2001).

Dichos cambios se deben al tipo de actividades humanas que impactan el uso de suelo provocando modificaciones en la cobertura del terreno. Algunos de ellos son provocados directamente por las prácticas específicas de manejo y otros; y de manera indirecta, por las fuerzas sociales, políticas y económicas que controlan los usos de suelo (Rosete *et al.*, 2007).

Por lo anterior el cambio de cobertura y uso del terreno (CCUT) constituye un tema de primordial importancia debido al creciente papel del hombre en la transformación y la degradación de los paisajes, los cuales son el resultado de una compleja interacción entre el ser humano y el medio biofísico (Lambin y Geist, 2006).

MARCO CONCEPTUAL

La actividad humana ha cambiado sustancialmente el paisaje biofísico terrestre, especialmente en el último siglo y estos cambios están asociados a dos tipos de factores o causas que originan el cambio de cobertura y uso del terreno llamados causas proximales y subyacentes (Lambin y Geist, 2006). Las primeras, también denominadas directas, involucran acciones físicas realizadas en el terreno y están limitadas a un sistema de actividades tales como la agricultura, la deforestación y la construcción de infraestructura. Generalmente operan a niveles locales, por ejemplo, en las granjas o fincas y las comunidades. Estos factores son considerados “conductores directos” en el cambio de los ecosistemas. La introducción o extracción de diferentes especies biológicas también son causas proximales del cambio de cobertura del terreno.

Las causas subyacentes (de raíz o indirectas) son consideradas como la base de las anteriores, ya que influyen y operan de manera difusa, actuando así a escala regional (distrito, provincia o nacional) y global; alterando una o más causas proximales. Este tipo de causas están conformadas por complejos de factores sociales, políticos, económicos, demográficos, tecnológicos, culturales y variables biofísicas. En contraste con las causas proximales, estas son la base de las fuerzas de manejo, que inciden sobre el territorio y, a escala global, influyen a nivel de la producción y del consumo de los servicios ambientales y del control colectivo de la tierra (Lambin y Geist, 2006).

El caso más claro de cambio de uso del terreno es la deforestación (Bocco *et al.*, 2000), la cual es un proceso cuyo comportamiento varía en el espacio geográfico y en el tiempo. La deforestación, como cualquier proceso espacial, representa una secuencia de eventos producto de la interacción entre fuerzas físicas, sociales y económicas que transforman el ambiente (Skalar y Constanza, 1991).

Los fenómenos asociados a las causas involucradas en los procesos de deforestación pueden ocurrir de forma repentina y abrupta, o bien, de forma lenta y gradual; por ejemplo, cuando se realiza un aprovechamiento forestal de forma intensiva, o cuando se lleva a cabo la recolección de leña por un largo período (Rojas y Barros, 2011).

Lambin (1994) menciona que las principales causas proximales de la deforestación local son:

- ❖ Expansión de la agricultura migratoria de roza-tumba-quema.
- ❖ Extracción forestal para la producción de leña y carbón.
- ❖ Conversión de áreas forestales a ganadería extensiva.
- ❖ Operaciones forestales comerciales ineficientes.
- ❖ Desarrollo de infraestructura en áreas naturales (carreteras, presas hidroeléctricas, etc.).
- ❖ Incendios forestales.

Adicionalmente a los procesos naturales de transformación ambiental propios de los ecosistemas (regeneración, sucesión, incendios forestales naturales, etc.), son también numerosos los factores antropogénicos que promueven la transformación

de las áreas naturales. Las políticas y economías a nivel nacional y regional, aspecto estrechamente ligado a las políticas de desarrollo de las zonas rurales, tienen evidentemente una importante participación en la dinámica de los procesos de deforestación (Lambin, 1994).

Diversos trabajos como los de Southgate (1994) y el de Mahar y Schneider (1994), presentan fundamentos sobre la manera en que las variables demográficas (crecimiento poblacional y migración) y los aspectos socioeconómicos (rendimiento agrícola, política agraria, incentivos forestales, etc.) se relacionan en complejas interacciones con la deforestación.

En ese sentido, Mahar y Scheider (1994) mencionan diversos factores que actúan como incentivos en la deforestación:

- ❖ La expansión de la frontera agrícola-ganadera, para incrementar la producción.
- ❖ La apertura de nuevos caminos hacia áreas que antes eran inaccesibles.
- ❖ La indefinición en la tenencia de la tierra.
- ❖ Las colonizaciones dirigidas y la provisión de servicios e infraestructura pública en áreas destinadas al centro poblacional.
- ❖ El ofrecimiento de créditos e incentivos fiscales para promover la consolidación de actividades productivas en áreas agrícolas o ganaderas.
- ❖ La falta de apoyo en áreas naturales protegidas, parques nacionales y reservas.

Velázquez y Larrazábal (2001) mencionan textualmente que: “los cambios, no obstante, son iguales en todos lados; la conversión de la vegetación oriunda a terrenos antropogénicos es de tres a cuatro veces mayor en regiones tropicales, que en zonas templadas y que la calidad de vida en buena medida se ve afectada”.

Adicional a lo anterior uno de los impactos del CCUT es la degradación de los suelos que afecta a los servicios ecosistémicos que proveen, entre los que se encuentran los de producción de biomasa vegetal (alimentos), de soporte y alojamiento de

la biodiversidad, abastecimiento de materiales y regulación de ciclos de nutrientes (Gómez-Baggethun y de Groot, 2007) y que debido a los impactos provocados por las actividades antrópicas se encuentran en una situación de alta vulnerabilidad.

En ese sentido, cuando se pierde la cobertura vegetal, los suelos entran en un proceso de degradación, que continúa con la pérdida parcial o total del suelo por procesos de erosión, la pérdida de su fertilidad y la compactación. Esto afecta de manera importante la disponibilidad y calidad del agua, en términos de los servicios ecosistémicos que ofrece, la alteración de los ciclos biogeoquímicos y en algunas ocasiones hasta la seguridad de la población por posibles derrumbes, inundaciones y otros fenómenos (SEMARNAT, 2006).

Por otro lado, los bosques también proveen servicios ecosistémicos pues son ecosistemas importantes que benefician a la sociedad a través de un flujo continuo y permanente de agua, ya que son considerados como captadores y transformadores de agua, misma que se mueve a través del suelo, en el que la estructura física desarrollada por la vegetación, regula el flujo y modifica el contenido químico del agua, en función del contenido de materia orgánica, el tipo de roca y de suelo (SEMARNAT, 2012).

La importancia de los bosques ha sido documentada con el análisis del funcionamiento de las cuencas sometidas a procesos de deforestación, en los cuales los flujos de agua pierden su regulación, produciendo inundaciones, desapareciendo caudales e incrementando la sedimentación y la erosión (Williams *et al.*, 2002).

Es por esto que los bosques han demostrado ser ecosistemas muy eficientes en función de la calidad y cantidad de agua que ofrecen. Se desarrollan en climas donde la precipitación provee mayor cantidad de agua de la que la vegetación requiere y los suelos la pueden almacenar. Este exceso de agua contribuye al volumen de descarga de los ríos, mismos que, además de la precipitación, proveen de irrigación y otros usos para las diferentes actividades humanas (Williams, 2002).

Como se mencionó anteriormente, los bosques brindan diferentes beneficios a la sociedad, sin embargo, el aporte más tangible es la diversidad de bienes que se aprovechan de ellos, incluyendo los productos maderables y los no maderables, los

cuales incluyen la tierra de monte, las resinas, las fibras, las ceras, los frutos y las plantas vivas. Por lo que se considera que la existencia de los productos maderables de un país, depende principalmente de la extensión de sus bosques, no obstante, la cantidad de madera que se obtiene de la cobertura, por unidad de superficie, está fuertemente vinculada por el clima, ya que de ser alterado, la cobertura vegetal se vería afectada (SEMARNAT, 2012)

ANTECEDENTES

Existen numerosos enfoques y aproximaciones para evaluar el cambio de cobertura y uso del terreno, que incluye diversos métodos y escalas de abordaje. De todas ellas se destacan en este trabajo sólo algunas que abordan el tema y otras que se aproximan físicamente al área de estudio.

Nájera *et al.* (2010) realizaron un estudio sobre el cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Nayarit, empleando análisis estadísticos, fotografías aéreas y ortofotos digitales de los años 1995 y 2005, generando un sistema de información geográfica. Encontraron que el paisaje de la cuenca está dominado por la vegetación natural y tierras de cultivo y su dinámica está centrada en la vegetación natural y la construcción de infraestructura.

López y Plata (2007) realizaron un estudio de los cambios de cobertura del suelo de 1990 al 2000 en la zona metropolitana de la Ciudad de México, usando imágenes de satélite y métodos estadísticos en el marco de un sistema de información geográfica. Ellos encontraron que el Estado de México es donde se está produciendo el mayor dinamismo y las mayores transformaciones hacia el suelo urbano.

Durán *et al.* (2007) realizaron un estudio de cambio de cobertura en áreas naturales protegidas, empleando imágenes de satélite, fotografías aéreas, foto-interpretación y análisis estadísticos. Analizaron procesos de deforestación y revegetación, mostrando que la tendencia de cambio se mantiene en las áreas naturales protegidas de zonas templadas.

Bocco *et al.* (2000) estudiaron la dinámica del cambio de uso de suelo en Michoacán, empleando imágenes de satélite, cartografía de uso de suelo del INEGI y calculando la tasa de deforestación. Sus resultados muestran que los bosques templados tienen mayor probabilidad de convertirse en bosques abiertos, así mismo

encontraron que prácticamente no existe recuperación de la superficie forestal, pues la probabilidad de que las áreas de cultivo y otras coberturas vegetales como matorrales y pastizales se conviertan en bosques es menor.

López *et al.* (2006) realizaron un estudio de cambio de cobertura del terreno, analizando sus consecuencias a nivel regional en la cuenca del lago Cuitzeo, México. Ellos emplearon fotografías aéreas de 1975 y del 2000, realizaron análisis estadísticos y utilizaron un sistema de información geográfica con el fin de evaluar el crecimiento urbano y sus consecuencias. Encontraron que los procesos con mayor distribución corresponden a la matorralización y la recuperación del bosque, observándose que la urbanización no fue significativa. A partir de ello propusieron que estos procesos pueden ser vistos como indicadores del estado en el que se encuentra la cuenca del lago Cuitzeo.

JUSTIFICACIÓN

El análisis del cambio de cobertura y uso del terreno (CCUT) tiene como principal función identificar la magnitud y la distribución espacial del cambio (Sandoval *et al.*, 2004). También permite conocer las modificaciones en la cobertura debido al uso humano, facilitando la identificación de las unidades que están más modificadas. En los análisis de cuencas hidrográficas, el conocimiento sobre la dinámica del cambio en la cobertura, ofrece elementos para la evaluación de la degradación de los suelos por zonas hidrofuncionales, lo que permite establecer medidas de recuperación de las cuencas dirigidas a restablecer el funcionamiento hidrológico del acuífero (Priego *et al.*, 2004).

Lo anterior permite proyectar y desplegar cartográficamente la probabilidad de ocurrencia del CCUT hacia el futuro cercano en un periodo de aproximadamente tres años, bajo el supuesto de que las técnicas de manejo del suelo continuarán siendo similares al pasado cercano (después de tres años). En ese sentido el cambio de cobertura y uso del terreno se debe orientar a responder las siguientes interrogantes: ¿Dónde y cuándo ocurre el cambio?, ¿Cuál es su dinámica? y ¿Por qué ocurre el cambio? (Sandoval y Oyarzun, 2004).

La importancia de realizar un análisis de CCUT, en los municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo reside en que es un territorio cubierto por diversos tipos de vegetación entre los valles de Toluca y de México, en el límite entre las cuencas del Valle de

México y Lerma-Chapala. Esta vegetación provee de servicios ecosistémicos a ambas cuencas, como la regulación de los ciclos biogeoquímicos, la captación de CO_2 , la conservación de suelos, el aprovechamiento de recursos, el aprovisionamiento de agua, entre otros. Sin embargo las actividades socioeconómicas han ido modificando progresivamente estos sistemas, causando la pérdida de la cobertura forestal debido a la apertura de espacios para la agricultura, la ganadería, la extracción de maderas, la actividad industrial y el uso habitacional.

Es importante que lo anterior sea cuantificado y que se conozca cuál es la dinámica de los cambios de uso de suelo, así como las causas que los han generado, por lo que el presente trabajo pretende:

OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis del Cambio de Cobertura y Uso de Terreno en los municipios Isidro Fabela y Jilotzingo del Estado de México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- ❖ Identificar y mapear los tipos de cobertura y uso del terreno para los años 1993, 2000 y 2007.
- ❖ Evaluar la dinámica de los cambios.
- ❖ Documentar bibliográficamente las causas que provocan el cambio en la zona.

ÁREA DE ESTUDIO

Los municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo se encuentran localizados en la parte noroeste del Estado de México entre las coordenadas $19^{\circ} 30' 33''$ y $19^{\circ} 35' 29''$ latitud norte y $99^{\circ} 28' 25''$ y $99^{\circ} 19' 56''$ longitud oeste (Figura 1). El clima que predomina es húmedo - subhúmedo con lluvias en verano. Estos dos municipios se encuentran ubicados entre cadenas montañosas, sierras, cerros y hundimientos que conforman lomeríos, haciendo que su topografía sea accidentada (INEGI, 2001).

El área de estudio pertenece a la provincia fisiográfica del eje Neovolcánico o Faja Volcánica Transmexicana (Gámez *et al.*, 2012.), que domina el 76.5% del Estado de

México. La integran grandes sierras volcánicas, coladas lávicas, conos dispersos, amplios escudo-volcanes de basalto, depósitos de arenas y cenizas, dispersos entre extensas llanuras. Pertenece a la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac. Las topofomas que se encuentran en los municipios en estudio son lomeríos de tobas (INEGI, 2001).



Figura 1. Ubicación espacial de los municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo, Estado de México (elaboración propia).

Los municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo presentan un clima tipo C(E)(W₂)(W) y C(W₂)(W) (INEGI, 2001).

C(E)(W₂)(W)

- ❖ C: Grupo de climas Templados, tipo templados subhúmedo con lluvias en verano
- ❖ (E): Tipo Semifrío subhúmedo con lluvias en verano
- ❖ (W₂)(W): Subtipo de mayor humedad dentro de los semifríos subhúmedos, con precipitación invernal menor de 5mm.

C(W₂)(W)

- ❖ C: Grupo de climas Templados, tipo templados subhúmedo con lluvias en verano
- ❖ W₂(W): Subtipo de mayor humedad dentro de los semifríos subhúmedos, con precipitación invernal menor de 5mm.

Desde el punto de vista geológico, los municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo pertenecen a la era del Terciario superior (Ts) y litológicamente presentan unidades de roca ígnea extrusiva Volcanoclástica (Vc) y Andesita (A) (INEGI, 2001).

Estos municipios pertenecen a la región hidrológica 26, Pánuco (RH-26), que se encuentra ubicada al centro-noreste de la República Mexicana, colindando al oeste con la RH-12 (Lerma-Santiago). Es una de las regiones hidrológicas más importantes del país; el volumen de sus corrientes superficiales la sitúa dentro de las cinco más grandes. Es drenada por un conjunto de corrientes intermitentes pequeñas y por corrientes perennes, presentando un patrón de drenaje dendrítico subparalelo (INEGI, 2001).

En estas regiones hidrológicas se encuentra la cuenca del río Moctezuma. El drenaje es de tipo dendrítico subparalelo, conformado por corrientes perennes y subcolectores intermitentes de segundo y tercer orden. Dentro de la cuenca se registran precipitaciones que varían de 500 a 1 500 mm anuales.

En estas regiones también se encuentra concentrada la mayor parte de la industria del centro de la República, consumidora de grandes cantidades de agua. Así mismo, ocupa el primer lugar en el Estado en cuanto al abastecimiento de agua a la zona conurbada de la Ciudad de México, que es la más poblada del país (INEGI, 2001).

En los municipios podemos encontrar las siguientes unidades edáficas (INEGI, 2001):

- Lc+ Hh + Be/2: Luvisol crómico + Feozem háplico + Cambisol éutrico de textura media.
 - ❖ Luvisoles (L), que son suelos ricos en acumulación de arcilla, característicos de zonas muy lluviosas. Su origen es generalmente residual, que se originan cuando los productos de la meteorización no son transportados como sedimentos y se van acumulando en el sitio que se van formando.
 - ❖ Feozem (H), se caracterizan por presentar un horizonte A mólico, suave, rico en materia orgánica. La formación de estos suelos es generada en gran medida por el intemperismo de las rocas de origen ígneo extrusivo.
 - ❖ Cambisoles (B), estos son suelos jóvenes y poco desarrollados, son característicos de zonas de transición climática.
- Th+ To + Hh/2: Andosol húmico + Andosol ócrico + Feozem háplico de textura media.
 - ❖ Andosoles (T), son suelos derivados de la intemperización de las cenizas volcánicas, son muy ligeros, con una alta capacidad de retención de agua y fijación de fósforo, debido al alofano (mineral amorfo).
 - ❖ La subunidad húmico (Th), tiene un horizonte A úmbrico rico en materia orgánica, pero ácido y pobre en nutrientes, compuestas básicamente por hojarasca en descomposición de pinos y encinos.
 - ❖ La subunidad ócrico (To), presenta un horizonte A ócrico de color claro, pobre en materia orgánica, espesor delgado y contenido de nutrientes generalmente bajo debido a la poca acumulación de materia orgánica en la superficie.
 - ❖ Feozem háplico (Hh), tiene un horizonte A mólico, puede presentar un horizonte C o B cámbico. Este subtipo de Feozem es el más fértil al uso agrícola y el más abundante.

Ambas unidades edáficas presentan una clase textural tipo 2 con una fase física lítica: Lecho rocoso entre 10 y 50 cm de profundidad.

Por la ubicación geográfica y las características fisiográficas y climáticas de la zona se favorece el establecimiento de una gran cantidad de tipos de cobertura del terreno, entre los que se encuentran los bosques templados, pastizales que comúnmente se asocian con diferentes comunidades vegetales, y la agricultura de temporal (INEGI, 2001).

- Bosques: Vegetación arbórea, que prospera principalmente en regiones templadas y semifrías, propia de las zonas montañosas del estado. En los municipios podemos encontrar bosques de Oyamel (Abies religiosa), Encino (género Quercus spp. con diversas especies) y Pino (género Pinus spp. con diversas especies).
- Pastizal inducido: Es aquél que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmontes de muchos tipos de vegetación. También puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o en terrenos que se incendian con frecuencia. Su distribución abarca laderas y pendientes de los cerros de todo el Estado, principalmente donde se realizan desmontes.
- Agricultura de temporal: Este sector desempeña una función básica en la estructura económica y social de la entidad. El principal cultivo cíclico de temporal es el maíz, que es sembrado en parcelas muy pequeñas o minifundios. Es por esto que una buena parte del producto se destina al autoconsumo para la subsistencia del campesino y solo una porción de la producción es vendida al mercado. Otros cultivos cíclicos de temporal relevantes son: Avena forrajera, trigo grano, cebada grano, frijol, chícharo verde, haba verde, y tomate verde.



En cuanto al uso potencial, las posibilidades de uso de la tierra que se presentan en los municipios en estudio, se encuentran las actividades agrícolas, pecuarias y forestales. Sin embargo como la mayor parte del territorio de los municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo está destinado a protección, las siguientes actividades productivas están limitadas (INEGI, 2001).

- Uso Forestal: Los dos municipios pertenecen a la categoría de uso forestal comercial con una condición de vegetación actual media-alta y extracción de productos forestales baja.
 - ❖ Bajo desarrollo de especies forrajeras
 - ❖ Potencial nulo para el establecimiento de pastizal cultivado
 - ❖ Posibilidad media de movilidad de ganado en el área de pastoreo
 - ❖ Posibilidad nula de presentar vegetación aprovechable para el ganado
- Uso Agrícola: Ambos municipios pertenecen a la categoría de agricultura manual continua con los siguientes criterios:
 - ❖ Capacidad media para el desarrollo de cultivos
 - ❖ Capacidad baja para implementar procedimiento de labranza
 - ❖ Capacidad nula para aplicación de riego



MATERIALES
Y
MÉTODOS



Para el desarrollo del presente trabajo se utilizó la ruta metodológica que se esquematiza en la Figura 2.

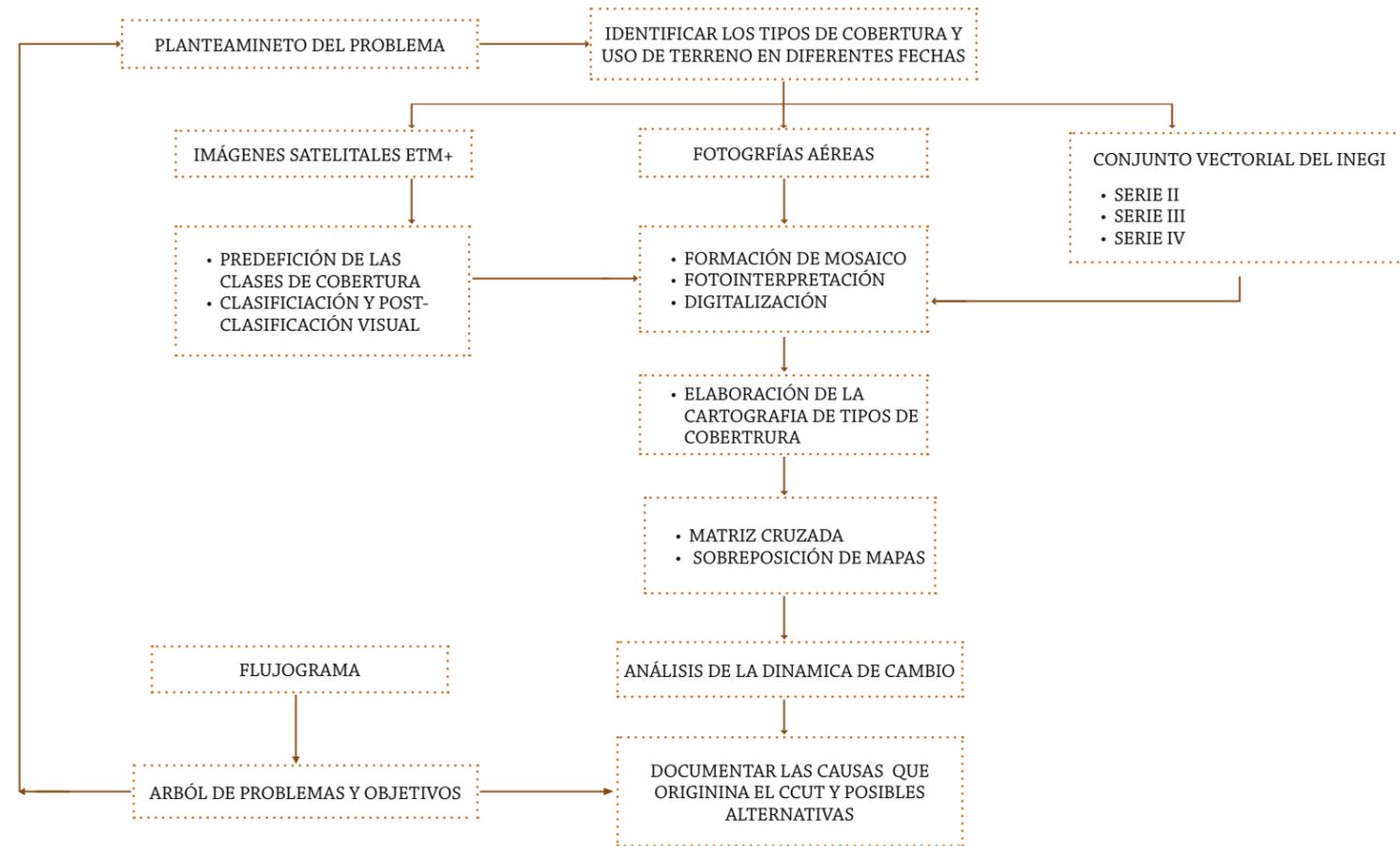


Figura 2. Ruta metodológica para la elaboración del CCUT

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se generó una lluvia de ideas en la cual se plantearon diversas problemáticas que afectan a Santa Ana Jilotzingo, uno de los núcleos agrarios de la zona de estudio. Estos problemas fueron propuestos a partir de una entrevista realizada como parte de un proyecto de análisis socio ambiental a los habitantes del ejido, en dicho municipio (Díaz-Flores, *com. pers.*). Partiendo de los resultados obtenidos y de una revisión bibliográfica que permitió profundizar más en el tema del cambio de cobertura y uso del terreno, se desarrolló un flujograma (CIMAS, 2009) que busca tematizar las problemáticas, identificar los diferentes niveles y actores que pueden intervenir en la resolución de ellas, definir y jerarquizar las relaciones causa y efecto de dichas situaciones; con la finalidad de identificar problemáticas nodales.

En ese sentido, los planteamientos que se documentaron bibliográficamente, se dividieron en tres categorías (social, ambiental y económico), y a la vez, en tres niveles de intervención (intervenimos, influimos y fuera de control) con los cuales se identificaron a los actores que puedan formular estrategias y soluciones a los mismos.

Una vez identificadas las relaciones causa y efecto entre las diversas ideas relacionadas con el tema, se logró definir el problema central. Con ello, se realizó un análisis denominado árbol de problemas, que nos permitió identificar, en un primer nivel, las causas que originan el problema central; y en un segundo nivel, las consecuencias que derivan de las problemáticas nodales o centrales. Posteriormente, se generó un árbol de objetivos, en el que las causas y las consecuencias se transformaron en situaciones deseadas a futuro, es decir, en los objetivos a seguir (Ortegón *et al.*, 2005). Con este procedimiento se llegó a la definición de la pregunta de investigación y de los objetivos del proyecto.

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE COBERTURA Y USOS DEL TERRENO

Para la identificación de los tipos de cobertura y usos del terreno se llevó a cabo una revisión de fotografías aéreas escala 1:40000 del 2007 y de los conjuntos de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 del INEGI de las serie II (1997), que se elaboró con imágenes Landsat TM de 1993; de la serie III (2005), que

se procesó con imágenes Landsat ETM de 2000 y 2002 y de la serie IV (2010), que se generó con imágenes Spot 5 TM de 2007 y 2000. También se utilizaron imágenes satelitales LANDSAT ETM+ del 2000. De esta manera la serie de tiempo que se analizó fue, de 1993 a 2000, a 2007.

Para la generación de la cartografía de 1993 se utilizó la serie II. Para el 2000 se realizó la interpretación y clasificación de la imagen satelital, utilizando un compuesto en falso color derivado de las bandas 4,5,3 de la imagen LANDSAT ETM+ con una resolución espacial de 30m por pixel y se empleó la serie III como complemento. Para el 2007 se utilizó la serie IV y se fotointerpretaron las ortofotos visualmente. La plataforma de trabajo fue el programa para sistemas de información geográfica ArcGis 9.3 (ESRI, 1999-2006), mediante el cual se realizaron todas las operaciones de proyección y homologación de sistemas de coordenadas de la información de las diferentes épocas y la digitalización de las mismas. Con ello se generaron los mapas de tipo de cobertura y uso de suelo de las 3 épocas, constituyendo con esto una parte del sistema de información geográfica de la zona de estudio.

3. ANALISIS DE LA DINAMICA DE CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL TERRENO

Una vez obtenidos los mapas de tipos de cobertura y uso del terreno para las tres épocas, se realizó un cruce de mapas y se generó una matriz de transición para realizar el análisis de la dinámica de los cambios. Este análisis está orientado a distinguir aquellas coberturas que sufrieron transiciones sistemáticas y significativas e identificar las señales dominantes de los cambios y los indicios de cambio por separado en cualquier nivel dado de la persistencia, a partir del análisis de dos pares de componentes: cambios netos e intercambios (López y Plata, 2008).

Para ello se construyó una matriz de tabulación cruzada o matriz de transición que resulta de cruce de datos de los mapas de las fechas en cuestión (T_1 a T_2 y T_2 a T_3). En esta matriz las filas representan las categorías en el tiempo 1 (T_1) y las columnas las categorías del mapa en el tiempo 2 (T_2) (cuadro 1). Las clases representan las coberturas forestales.

Cuadro 1. Matriz de tabulación cruzada para dos mapas de diferente fecha (López y Plata, 2008).

Tiempo 1	Tiempo 2						
	1	2	3	4	5	6	7
1		Clase 1	Clase 2	.....	Clase n	Total T1	Pérdidas (L_y)
2	Clase 1	P_{11}	P_{12}	.....	P_{1n}	P_{1+}	$P_{1+} - P_{11}$
3	Clase 2	P_{21}	P_{22}	.....	P_{2n}	P_{2+}	$P_{2+} - P_{22}$
4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
5	Clase n	P_{n1}	P_{n2}	.....	P_{nn}	P_{n+}	$P_{n+} - P_{nn}$
6	Total T2	P_{+1}	P_{+2}	.....	P_{+n}	P	
7	Ganancias (G_y)	$P_{+1} - P_{11}$	$P_{+2} - P_{22}$	.....	$P_{+n} - P_{nn}$		

La construcción de esta matriz representó la base para la obtención de información que “parte de un nivel de análisis general, hasta acercarse al nivel detallado de los cambios producidos en el territorio, asimismo sirvió para determinar si los cambios son producto de una transición sistemática, o corresponden a una transición aleatoria” (López y Plata, 2007).

4. DOCUMENTACIÓN DE LAS CAUSAS QUE PROVOCAN EL CAMBIO EN LA ZONA

Al finalizar el análisis de los cambios de cobertura y uso del terreno, se procedió a realizar una revisión bibliográfica que conllevan a los posibles factores que conllevan

el cambio de cobertura y uso de terreno con la finalidad de documentar las causas de los cambios en zonas templadas. Asimismo, se revisaron los datos de las actividades productivas reportadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), para la zona de estudio, con el fin de hacer un análisis más detallado sobre el tipo de actividades económicas que se realizan en la zona.

Se documentaron censos de población y vivienda, migración y censo agropecuario de los años 1995, 2000 y 2010 del INEGI, SNIM. Mismos que se representan en gráficas y que servirán para realizar la discusión acerca de las causas que originan el CCUT.



RESULTADOS

1. Planteamiento del problema

El flujograma (Figura 3) muestra las situaciones que se identificaron como problemáticas, en el cual las flechas permitieron identificar las relaciones causa y efecto entre los conflictos identificados en el análisis. A partir de un recuento del número

de causas y efectos que tiene cada tema, se logró identificar como problema central el recuadro de CCUT, en los ámbitos social, económico y ambiental, en un nivel de intervención intermedio, lo que permite que la participación sea de manera indirecta.

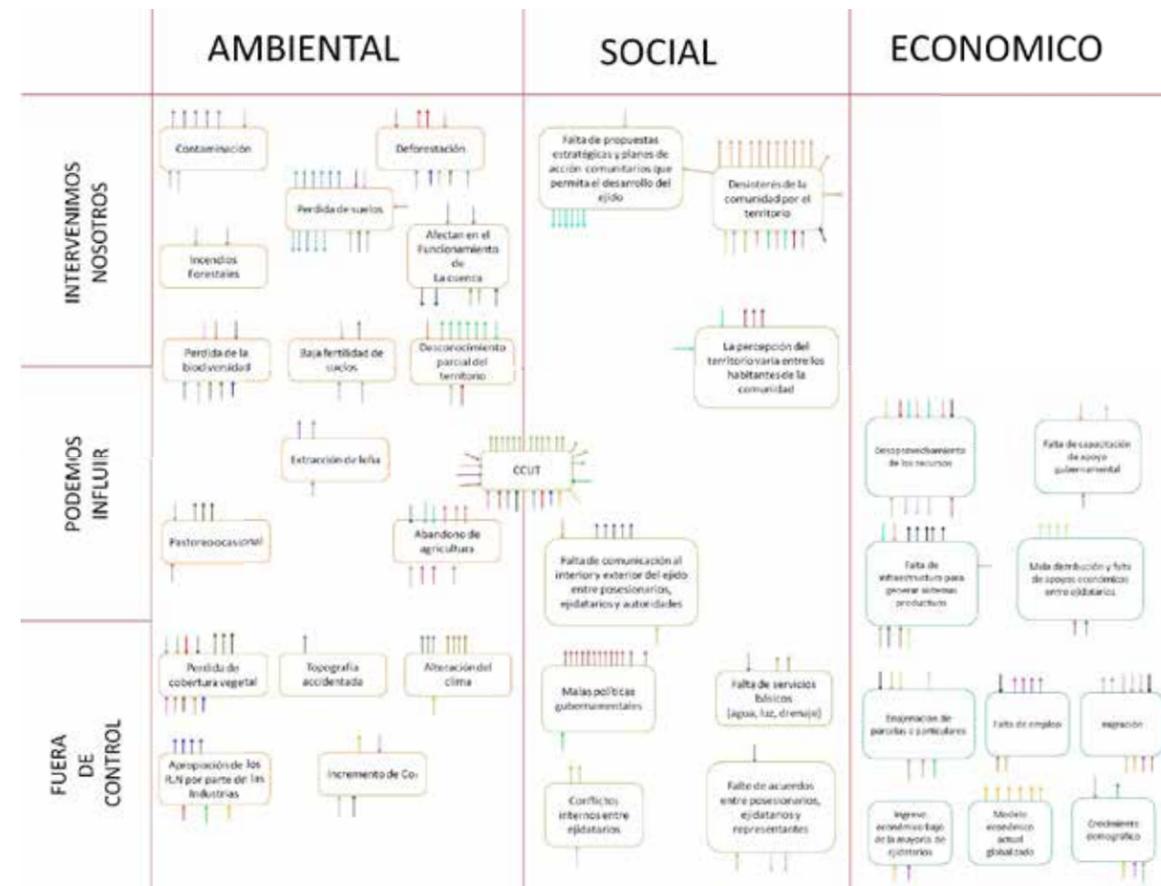


Figura 3. Flujograma realizado para la identificación del problema central. Las flechas de color que van de salida indican las causas y las que van de entrada, son el efecto.

El árbol de problemas (Figura 4) muestra en un primer nivel, las causas que originan el problema central y en el segundo nivel, las consecuencias que derivan de las problemáticas nodales o centrales. Se observa que las situaciones que causan el CCUT se encuentran en el nivel inferior del árbol, a manera de problemas de raíz que tienen que ver con problemáticas económicas, sociales y ambientales.

Como problema central o nodal se observa al CCUT, que se origina por los problemas raíz. Estos problemas desde la perspectiva ambiental, incluyen: la pérdida de suelos, la alteración del clima y la contaminación. En la perspectiva social: la falta de regulación de apoyos gubernamentales, la corrupción, el otorgamiento desmedido de permisos, la pérdida del sentido de arraigamiento cultural y geográfico, la carencia de educación y conciencia ambiental, la implementación de malas políticas de manejo de recursos naturales, el desentendimiento de las poblaciones urbanas del entorno natural, la falta de comunicación entre los pobladores, los conflictos internos, la falta de acuerdos entre ejidatarios, el desinterés de la comunidad y la falta de capacitación gubernamental. En el ámbito económico se incluyen la distribución desigual de apoyos económicos, la falta de empleo, las prácticas de mercado monopólico, la falta de infraestructura para la generación de sistemas de aprovechamiento, la enajenación de las parcelas a particulares, así como el modelo actual de consumo globalizado.

En la misma figura también se encuentran en un nivel superior, las consecuencias que originan al problema nodal ubicadas también en los aspectos ambiental, económico y social. Se encontró en un primer nivel al abandono de la agricultura, el desaprovechamiento de los recursos naturales, la deforestación y la pérdida de cobertura vegetal. En el segundo nivel, se presentaron la pérdida de biodiversidad, la erosión, el incremento en la producción de CO₂ y en el último nivel, la afectación del funcionamiento de las cuencas, esto dentro del ámbito ambiental. Dentro del nivel social se encontró: la falta de servicios públicos, el crecimiento demográfico, la migración y el desarrollo urbano. Por último en lo económico se incluyó el bajo ingreso económico en la comunidad.

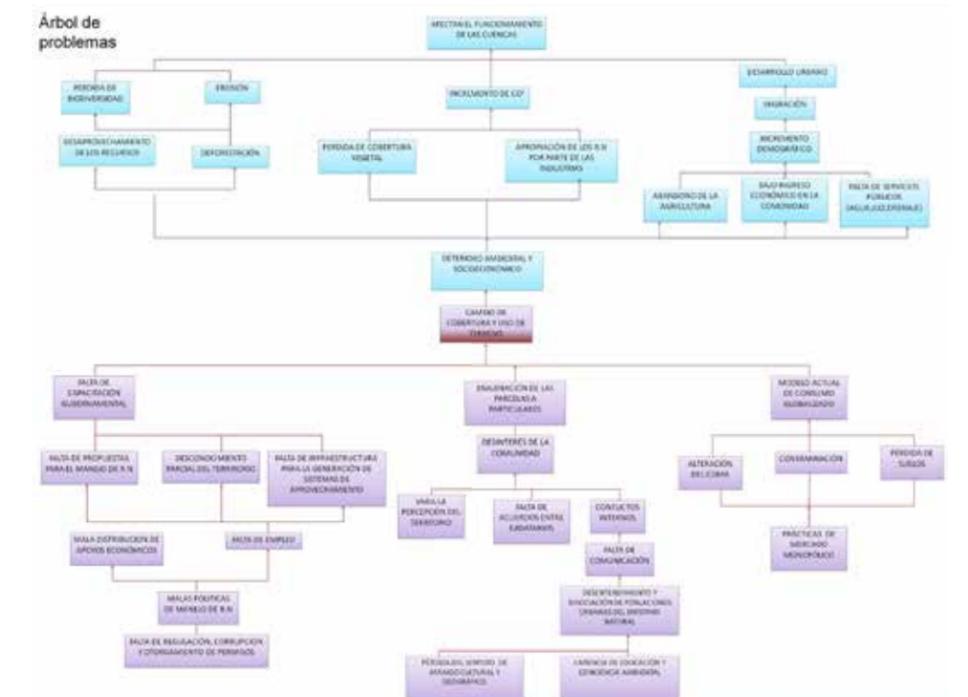


Figura 4. Árbol de problemas realizado para la identificación del problema del proyecto.

El árbol de objetivos siguiendo a Ortegón (2001), muestra en la Figura 5 las situaciones deseadas a futuro, donde el problema central se convirtió en el objetivo de proyecto. También se observa la manera en que las causas de las problemáticas son ahora medios, los cuales están vinculados en el ámbito de la promoción de los mercados locales, la tenencia de la tierra y el mejoramiento de los procesos de capacitación a nivel gubernamental.

Para que estos medios sean realizables, se debe comenzar por abordar los objetivos que se encuentran en la base, es decir, desde la búsqueda de la regulación de

permisos gubernamentales, el fomento de la perspectiva del espacio geográfico, y la implementación de programas de educación cultural y de modelos de mercado

sustentable. Sin embargo, para poder aproximarse a ellos, se tuvieron que abordar desde el nivel del objetivo nodal.

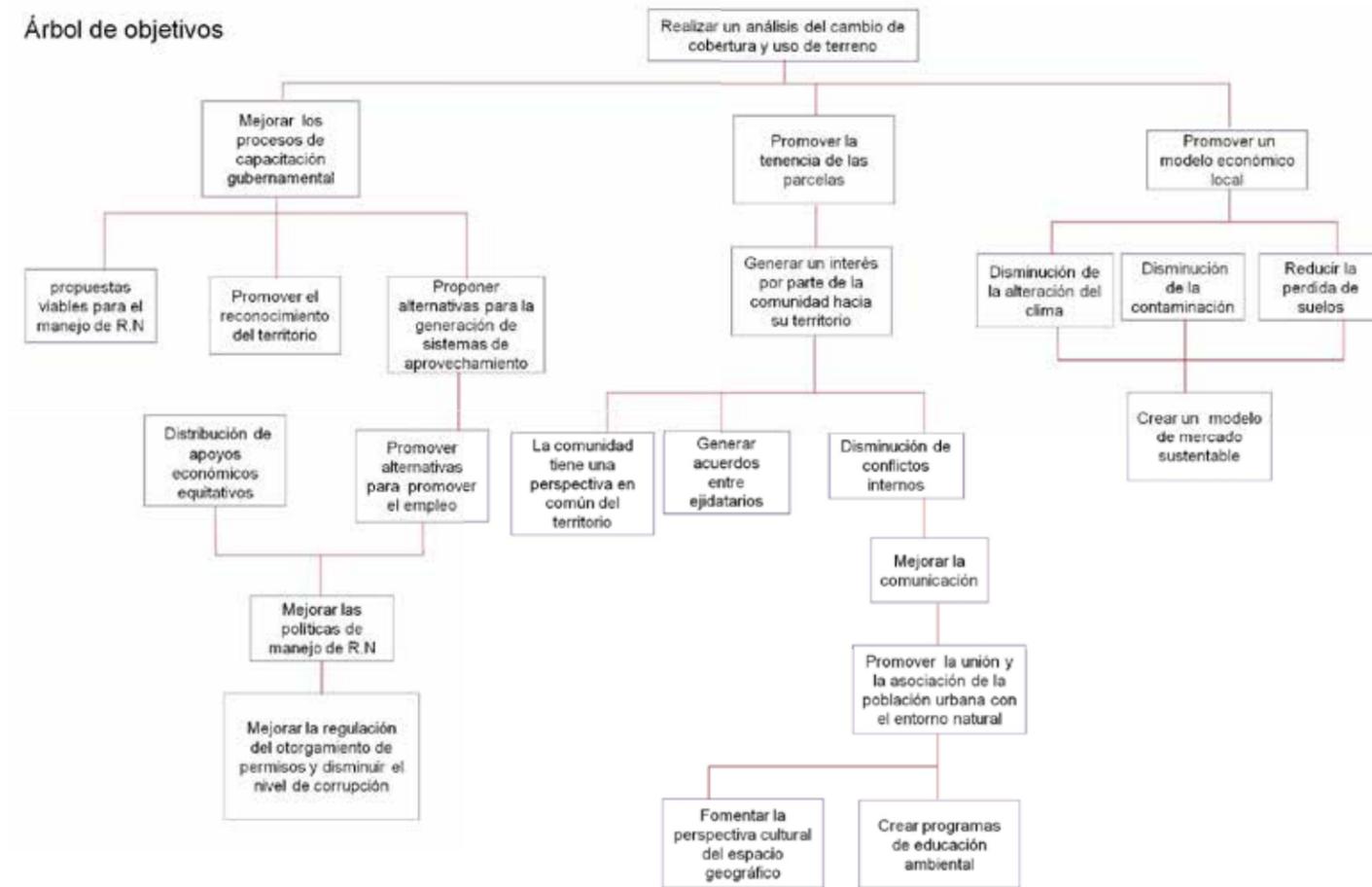


Figura 5. Árbol de objetivos del proyecto.

2. Identificación de los tipos de cobertura y usos del terreno

Se identificaron ocho tipos de cobertura en los municipios de Isidro Fabela y Jilotingo para 1993 (Figura 6), 2000 (Figura 7) y 2007 (Figura 8), que de acuerdo con el INEGI (2001), se definen como:

- Agricultura de Temporal:** “Se integra a este rubro el concepto referente al uso que da el hombre de utilizar los suelos a las actividades agrícolas. En estos terrenos el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia. Estas áreas pueden dejarse de sembrar algún tiempo, pero deberán estar dedicadas a esa actividad por lo menos en el 80% de los años de un periodo dado.”
- Bosques:** “Vegetación arbórea localizada principalmente en las regiones de clima templado y semifrío con diferentes grados de humedad. Está ubicado generalmente en las zonas montañosas del país a lo largo de la sierra madre oriental, occidental y el eje neovolcánico.”
- Bosque de Encino:** “Se localiza entre los 2,300 y los 3,000 msnm, a veces formando un gradiente continuo y constituyendo unidades mixtas con el matorral xerófilo, el bosque de pino y el de oyamel. Los árboles dominantes son del género Quercus.”
- Bosque de Encino - Pino:** “Se localizan entre los 1300 y 3000 msnm de altitud, excepcionalmente baja a los 400 msnm. La mezcla de pino y encino es lo más frecuente, en donde el encino es la especie que más domina, pero se pueden presentar condiciones puras de pino o de encino.”
- Bosque de Oyamel:** “También denominado de Abies, se desarrolla entre los 2,500 y los 3,500 msnm, en suelos profundos, húmedos y ricos en materia orgánica. Se localiza principalmente en laderas de cerros o cañadas protegidas de vientos fuertes. Suelen contar con un sotobosque denso de no más de 3 metro de altura, conformado principalmente por especies arbustivas.”
- Bosque de Pino:** “Se ubican por lo general, arriba de los 3,900 msnm, como una comunidad contigua al bosque de Abies, en donde las condiciones climáticas son extremas, con heladas e incluso con nevadas en invierno.”
- Bosque de Pino - Encino:** “Se localizan entre los 1300 y 3000 msnm de altitud, excepcionalmente baja a los 400 msnm. La mezcla de pino y encino es lo más frecuente, en donde el pino es la especie que más domina, pero se pueden presentar condiciones puras de pino o de encino; ocupando pequeñas áreas están los bosques de ciprés.”
- Pastizal Inducido.** “Se refiere a un tipo de vegetación dominado por herbáceas, gramíneas y que puede estar asociada a otro tipo de vegetación. Surge cuando la vegetación original que dominaba es eliminada. También puede ser originada a consecuencia de desmontes, abandono de áreas agrícolas, o bien como producto de áreas que se incendian con gran frecuencia. Las especies de gramíneas que se encuentran en estas condiciones son el zacate tres barbas (Aristida adscensionis), zacate burro (Paspalum notatum), Zacate cadillo o roseta (Cenchrus spp), etc.”
- Cuerpo de Agua:** “Este tipo de cobertura del terreno agrupa a todas las áreas ocupadas por depósitos de agua continentales naturales y artificiales perceptibles en imágenes de satélite, como son los ríos, lagos, lagunas, presas y bordos. La mayoría de estos cuerpos de agua tienen o están sujetos a una dinámica estacional en la precipitación, que influye en la vegetación que en ellos se desarrolla.”

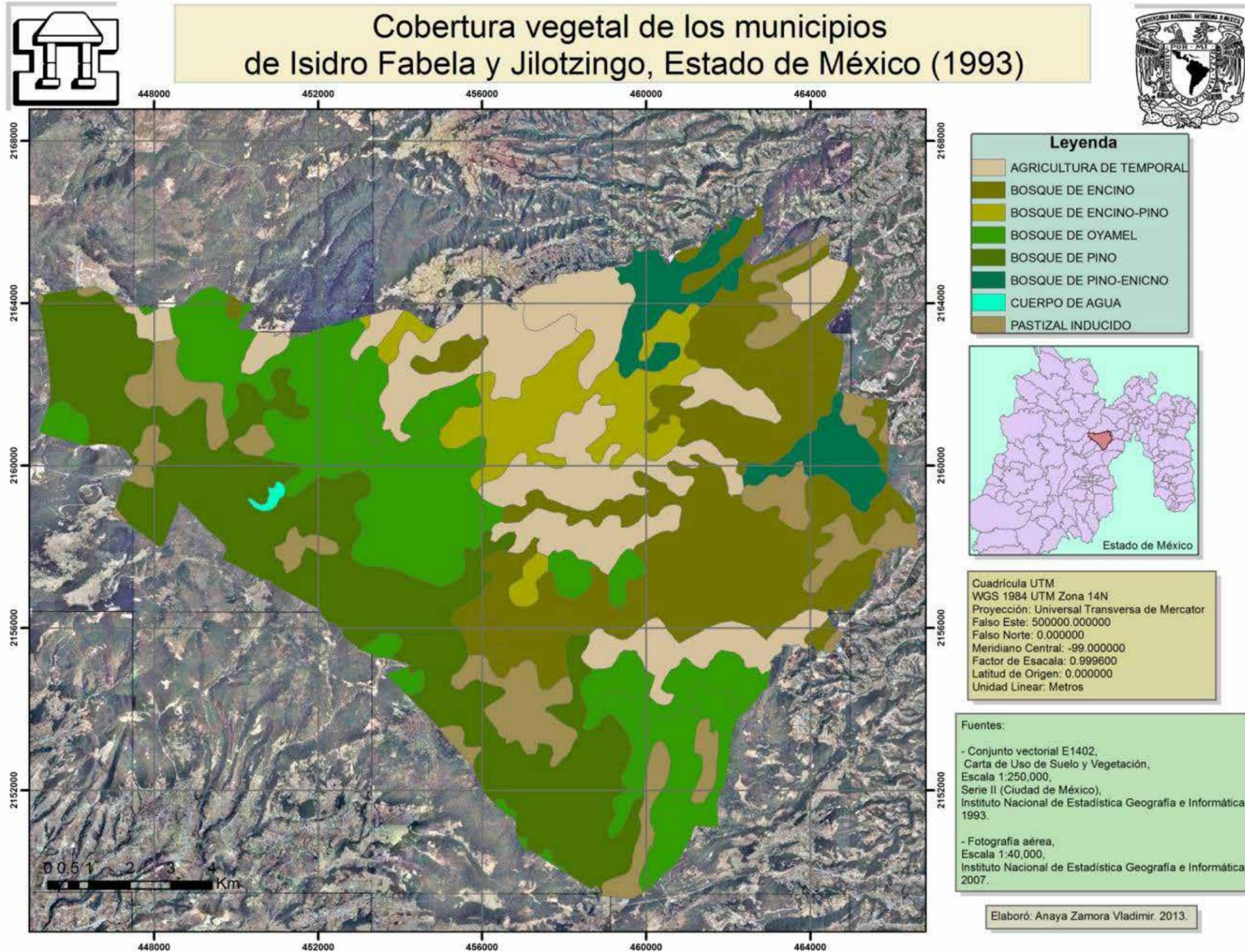


Figura 6. Mapa de la cobertura vegetal de los Municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo en el año de 1993.

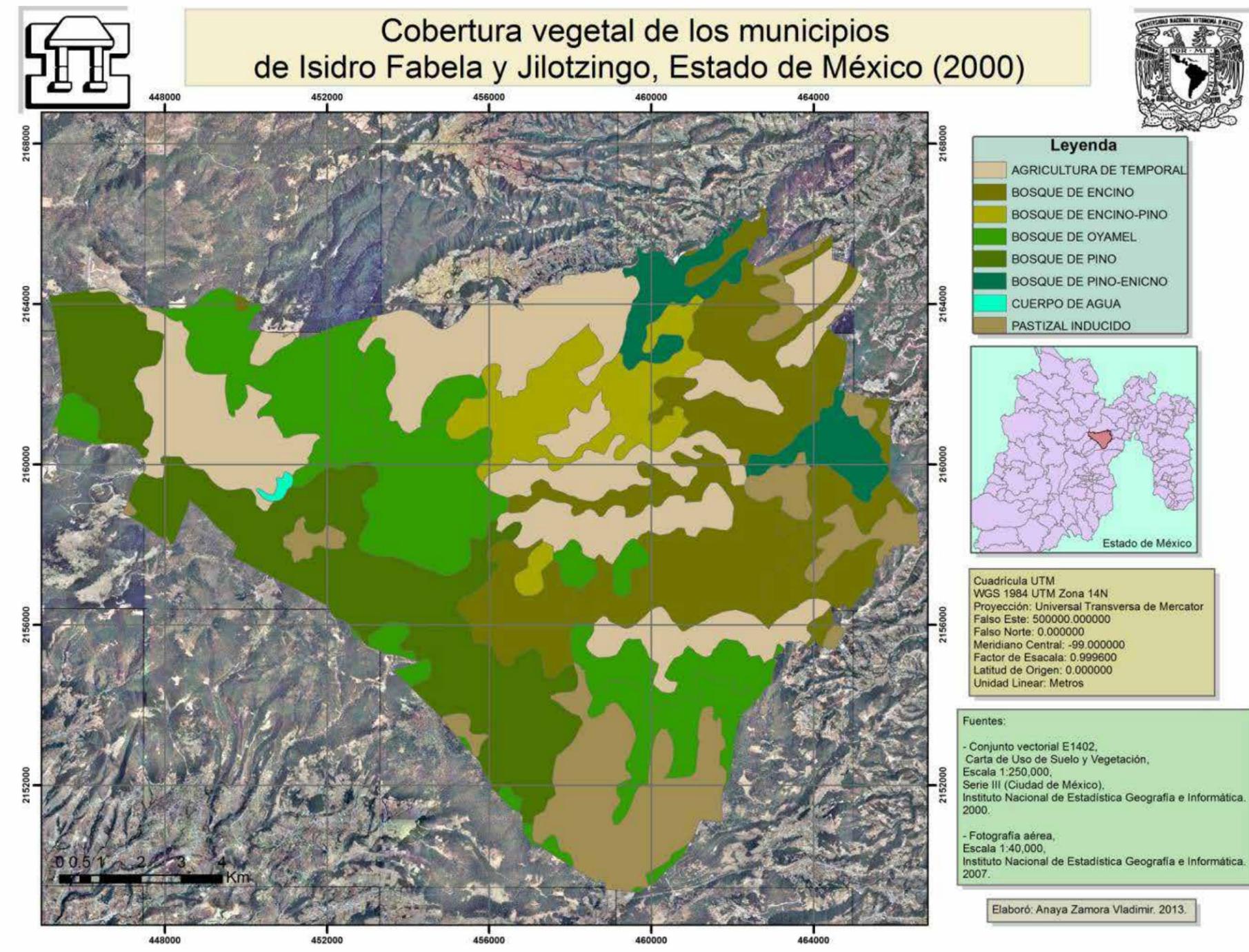


Figura 7. Mapa de la cobertura vegetal de los Municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo en el año de 2000.

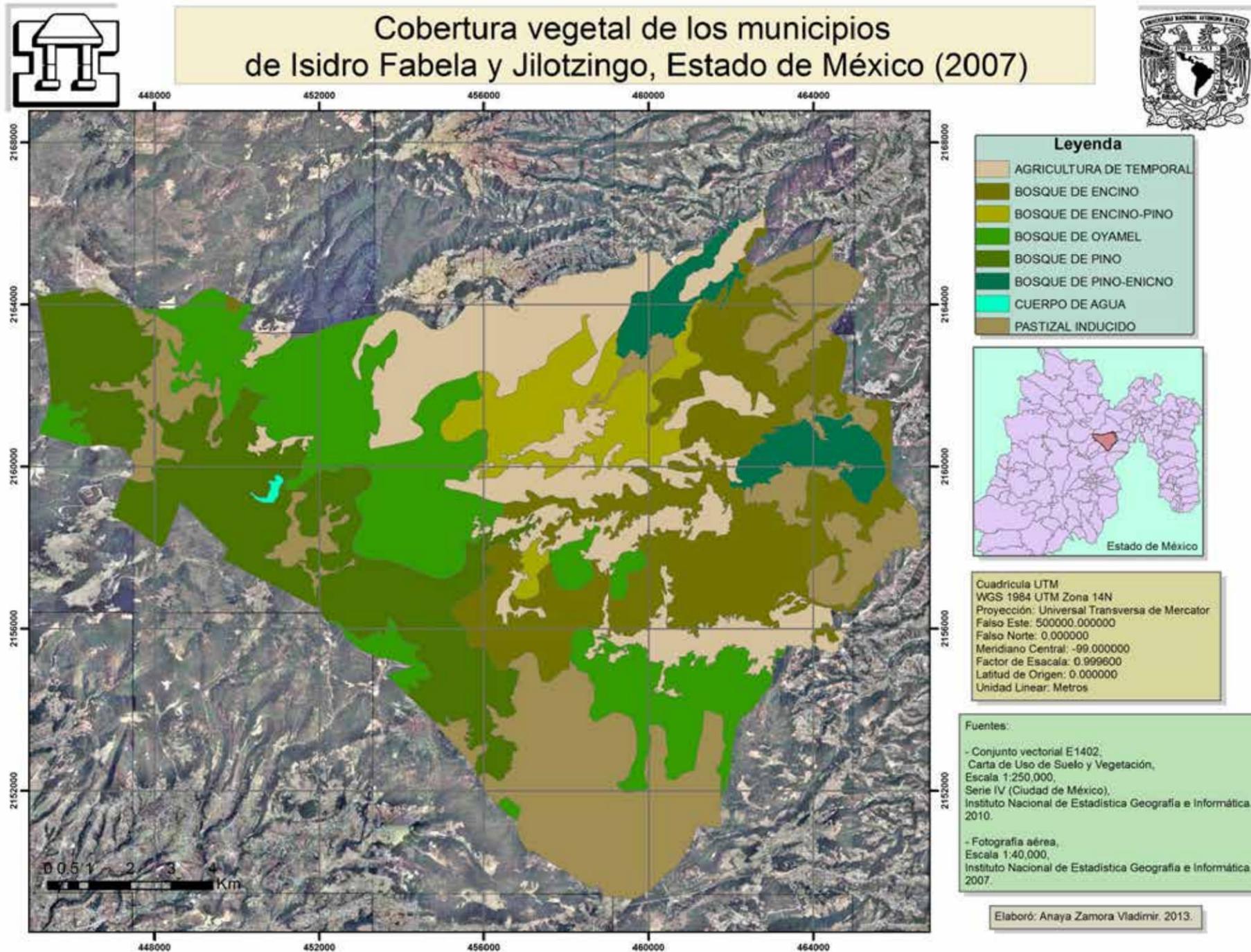


Figura 8. Mapa de la cobertura vegetal de los Municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo en el año de 2007 .

RESULTADOS

La Figura 9 muestra las superficies de los tipos de cobertura para 1993 (T₁), 2000 (T₂) y 2007 (T₃), donde de manera general se aprecia la tendencia de los cambios ocurridos en las fechas ya mencionadas. Se observa que hubo un incremento de la

superficie en la agricultura de temporal, el bosque de pino y el pastizal inducido; mientras que los restantes mostraron una disminución en la superficie.

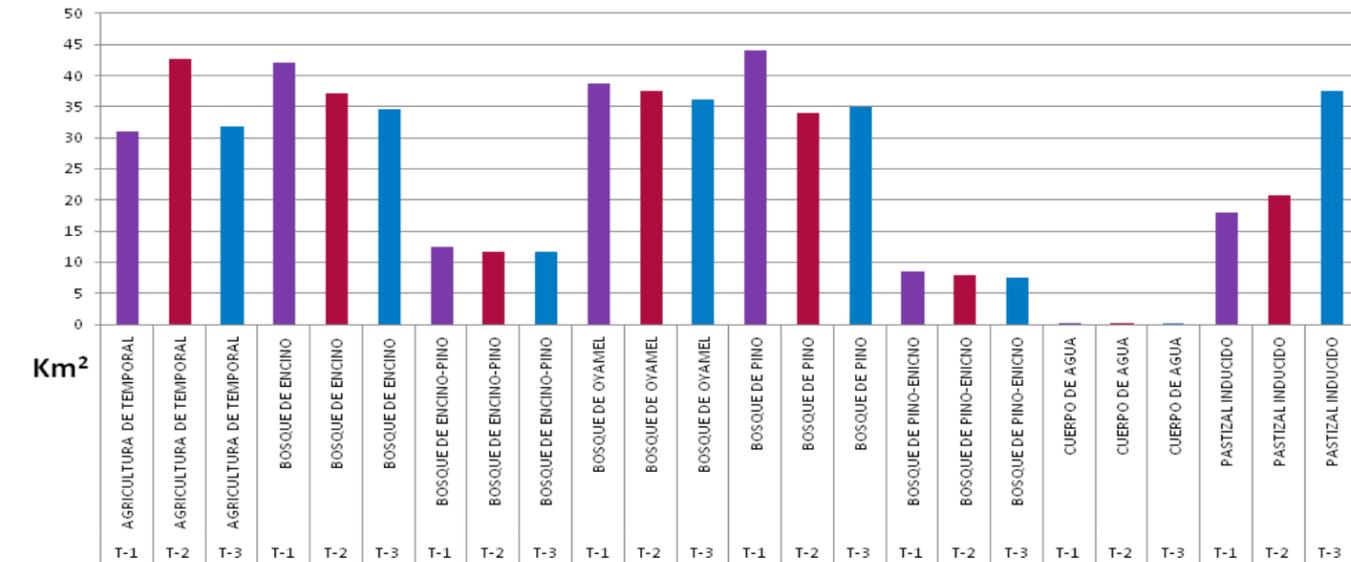


Figura 9. Gráfica de la superficie (km²) de los tipos de coberturas de los años 1993,2000 y 2007.

3. Análisis de la dinámica del cambio de cobertura y uso del terreno

3.1. De 1993 a 2000

La matriz de transición presenta los resultados obtenidos de los cambios de cobertura entre 1993 (T₁) y 2000 (T₂) (Cuadro 2), en el cual se observa la superficie que ocupa cada una de las categorías en las fechas mencionadas y los valores de cambio neto, ganancias y pérdidas e intercambio. La diagonal muestra la superficie de la cobertura que se mantiene constante en las dos fechas, es decir las persistencias;

mientras que los elementos fuera de la diagonal indican las transiciones ocurridas entre las categorías. Las columnas del total (T₁ y T₂) muestran la superficie total de las clases en dichos tiempos. La fila de ganancias, indica la proporción del paisaje que experimentó un aumento entre el tiempo 1 y el tiempo 2, el cual fue calculado a partir de la diferencia entre la columna de totales del T₂ y la persistencia en cada clase. En lo que respecta a las columnas de pérdidas, éstas corresponden a la pérdida bruta que tuvo cada categoría entre T₁ y T₂, es decir, la diferencia entre Total T₁ y los valores de persistencia.

Cuadro 2. Matriz de tabulación cruzada de 1993 a 2000. Los datos están expresados en Km².

TIEMPO 1	TIEMPO 2									Total 1993 (T1)	Pérdidas
	Bosque de pino	Pastizal inducido	Bosque de oyamel	Bosque de encino	Bosque de encino-pino	Bosque de pino-encino	Agricultura de temporal	Cuerpo de Agua			
Bosque de pino	4.792	27.789	7.864	2.708	0.372	0	0	0.167	43.695	38.903	
Pastizal inducido	3.701	4.079	7.995	0.307	1.720	0	0.116	0	17.920	13.841	
Bosque de oyamel	1.417	1.384	3.417	32.180	0.461	0.335	0	0	39.197	35.779	
Bosque de encino	6.554	0.559	1.421	0.270	31.202	0.461	1.086	0	41.556	41.285	
Bosque de encino-pino	1.878	0	0	0.326	0.620	9.235	0.209	0	12.270	11.650	
Bosque de pino-encino	0.074	0	0.354	0.032	1.030	0.624	6.340	0	8.456	7.831	
Agricultura de temporal	24.358	0.219	0.093	2.242	2.526	1.445	0.153	0	31.038	30.884	
Cuerpo de Agua	0.046	0.116	0	0	0	0	0	0.093	0.256	0.163	
Total 2000 (T2)	43	34.148	21.146	38.068	37.933	12.102	7.906	0.261	194.391		
Ganancias	38	30.069	17.729	37.798	37.313	11.477	7.752	0.167			

Para identificar las señales de cambio de 1993 a 2000 (Figura 10), se tomó como punto de partida el cambio neto, que está dado por las diferencias entre el total del T2 y el total de T1 para cada clase. Se encontró que el bosque de encino-pino incrementó su superficie (25.663km²) con respecto a la que tenía en 1993, seguido de los

pastizales inducidos (16.228Km²) y por último el bosque de pino-encino (3.645km²). Por otro lado se encontró que la agricultura de temporal obtuvo una pérdida de -23.132km², seguido de los bosques de oyamel (-18.050km²), de encino (-3.487km²) y de pino (-.871 km²). El cuerpo de agua se mantuvo sin cambios en su cobertura.

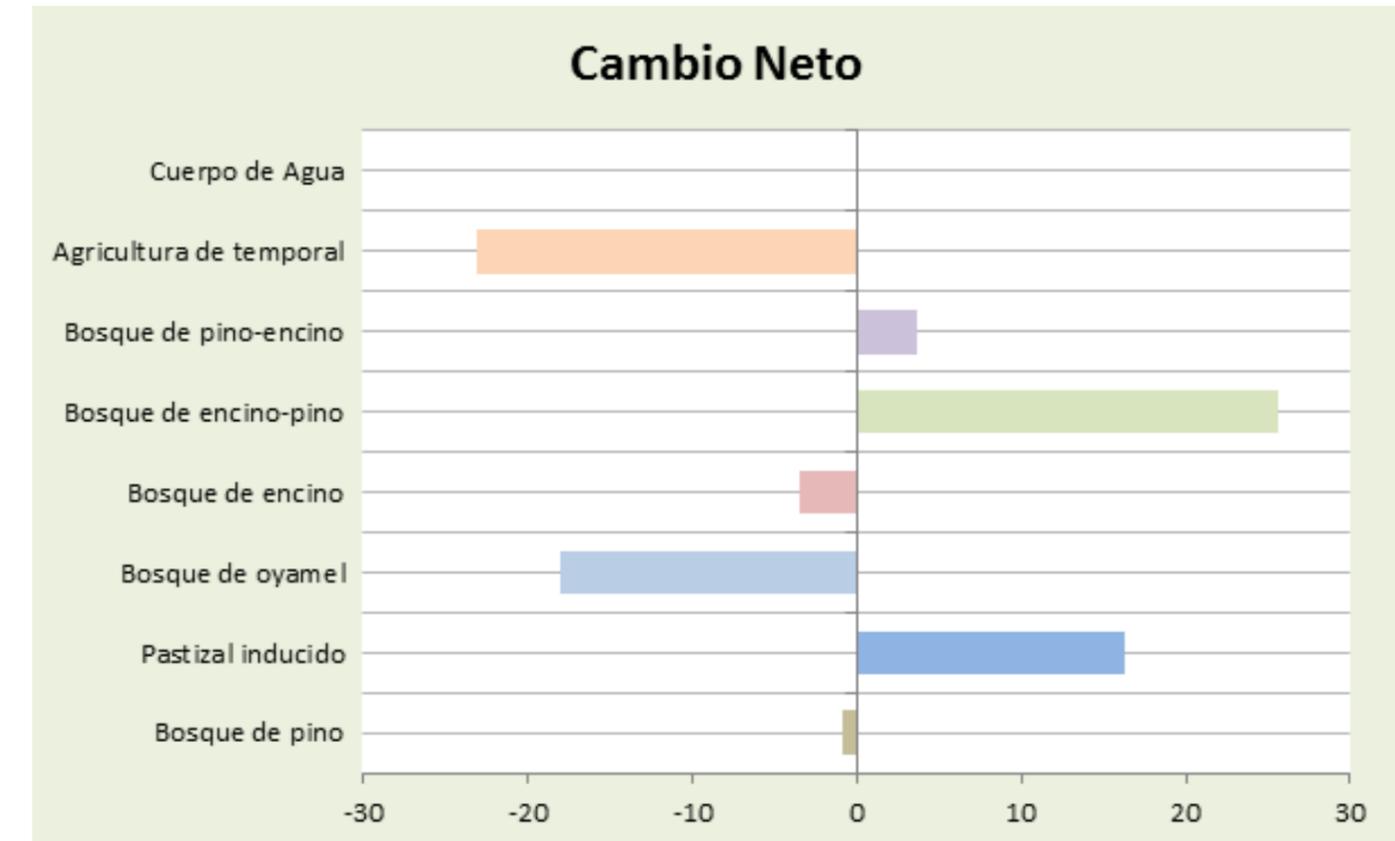


Figura 10. Cambio neto entre clases de cobertura de 1993 a 2000. Expresado en Km²

En la Figura 11 se muestran las ganancias y las pérdidas de la superficie de los tipos de cobertura entre 1993 y 2000, notándose que la agricultura de temporal y el bosque de oyamel fueron las que obtuvieron una mayor pérdida y poca ganancia. La situación contraria se identificó para el bosque de encino-pino, el pastizal inducido y el bosque de pino-encino, las cuales obtuvieron una mayor ganancia y muy poca pérdida.

Los restantes tipos de cobertura no presentaron ganancias y pérdidas notables. Por ejemplo el bosque de pino perdió 38.90 Km² y ganó 38.031 Km², al igual que el bosque de encino que perdió 41.28 Km² y ganó 37.79 km², por lo que se toma como un proceso de intercambio. El cuerpo de agua no obtuvo ningún cambio en su cobertura.

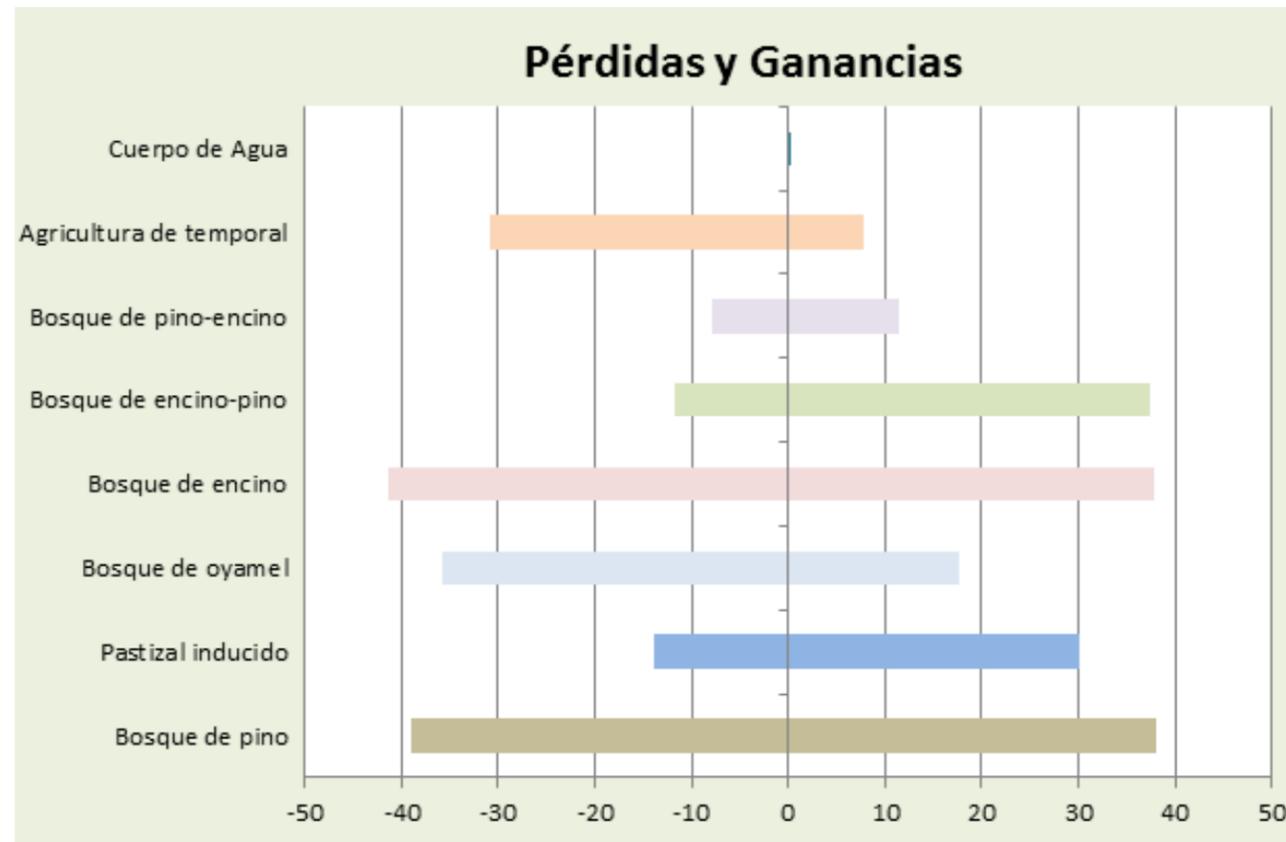


Figura 11. Pérdidas y ganancias de 1993 a 2000. Los datos están expresados en Kilómetros cuadrados.

Los intercambios de las coberturas ocurridos de 1993 a 2000 (Figura 12), se obtuvieron calculando el doble del valor mínimo de las ganancias o de las pérdidas, lo cual quiere decir, que por cada unidad de ganancia de una categoría hay la misma cantidad de pérdida para otra. Esto dio como resultado que los bosques de encino

y de pino sufrieron un mayor intercambio, seguidos en menor proporción por el bosque de oyamel, el pastizal inducido, los bosques de pino-encino, de encino-pino y la agricultura de temporal. El cuerpo de agua no tuvo algún intercambio.

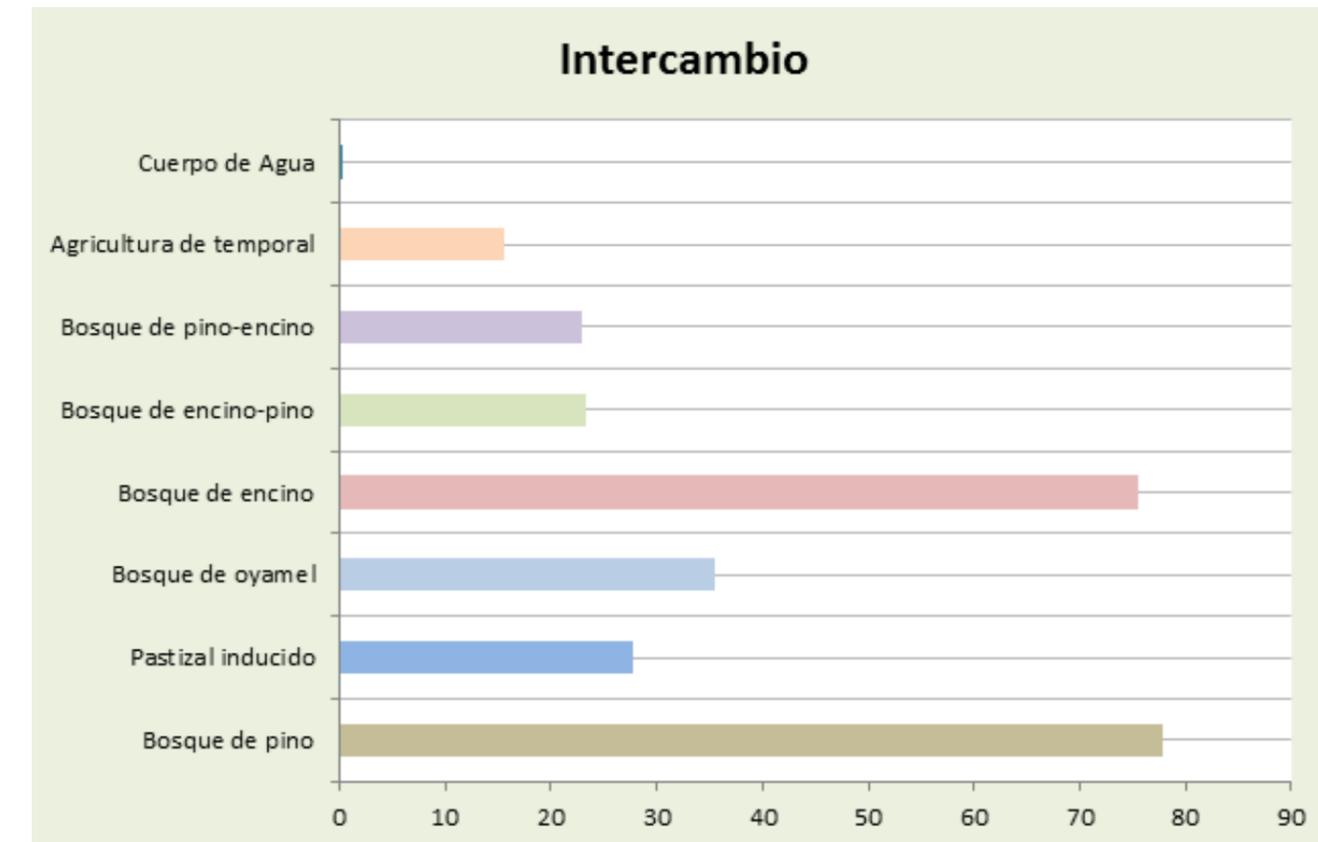


Figura 12. Intercambio de 1993 a 2000. Datos expresados en Kilómetros cuadrados.

La figura 13 muestra los cambios ocurridos entre las categorías del T1 a T2. En la que se identifica que el área de estudio presenta una dinámica con un total de 38 transiciones, de las cuales las más importantes son las ocurridas en las coberturas de bosque de pino y bosque de encino, al presentar un nivel de intercambio mayor (figura 12). El análisis de transiciones, también permitió identificar que, el bosque de pino aportó el 93% de superficie al pastizal inducido, mientras que, las coberturas de bosque de pino y pastizal inducido aportaron en conjunto, el 88% de superficie

al bosque de oyamel, y el bosque de pino-encino aportó el 85% de superficie a la agricultura de temporal.

La figura 13 muestra las transiciones que se dieron entre clases. Estas transiciones se obtuvieron tomando como referencia la matriz de tabulación cruzada (Cuadro 2) en la que los datos que se encuentran fueran de la diagonal (persistencias), fueron los cambios ocurridos en las coberturas.

1	Bosque de pino a Pastizal Inducido	20	Bosque de Encino a Bosque de Pino Encino
2	Bosque de pino a Bosque de Oyamel	21	Bosque de Encino a Agricultura de temporal
3	Bosque de pino a Bosque de Encino	22	Bosque de Encino Pino a Bosque de Pino
4	Bosque de pino a Bosque de Encino Pino	23	Bosque de Encino Pino a Bosque de Encino
5	Bosque de pino a Cuerpo de Agua	24	Bosque de Encino Pino a Bosque de Pino Encino
6	Pastizal Inducido a Bosque de Pino	25	Bosque de Encino Pino a Agricultura de Temporal
7	Pastizal Inducido a Bosque de Oyamel	26	Bosque de Pino Encino a Bosque de Pino
8	Pastizal Inducido a Bosque de Encino	27	Bosque de Pino Encino a Bosque de Oyamel
9	Pastizal Inducido a Bosque de Encino Pino	28	Bosque de Pino Encino a Bosque de Encino
10	Pastizal Inducido a Agricultura de Temporal	29	Bosque de Pino Encino a Bosque de Encino Pino
11	Bosque de Oyamel a Bosque de Pino	30	Bosque de Pino Encino a Agricultura de Temporal
12	Bosque de Oyamel a Pastizal Inducido	31	Agricultura de Temporal a Bosque de Pino
13	Bosque de Oyamel a Bosque de Encino	32	Agricultura de Temporal a Pastizal Inducido
14	Bosque de Oyamel a Bosque de Encino Pino	33	Agricultura de Temporal a Bosque de Oyamel
15	Bosque de Oyamel a Bosque de Pino Encino	34	Agricultura de Temporal a Bosque de Encino
16	Bosque de Encino a Bosque de Pino	35	Agricultura de Temporal a Bosque de Encino Pino
17	Bosque de Encino a Pastizal Inducido	36	Agricultura de Temporal a Bosque de Pino Encino
18	Bosque de Encino a Bosque de Oyamel	37	Cuerpo de Agua a Bosque de Pino
19	Bosque de Encino a Bosque de Encino Pino	38	Cuerpo de Agua a Pastizal Inducido

Figura 13. Transiciones entre categorías del T1 a T2.

La dinámica de los cambios que fue expuesta anteriormente puede deberse a que los procesos proximales o directos no afectaron de manera tan significativa las coberturas vegetales, durante ese período. Es interesante que aún cuando ya existían algunos procesos de deforestación y expansión de la agricultura y de los pastizales inducidos, estas no resultaron ser de mayor impacto, ya que como se mencionó al inicio de este trabajo, las causas subyacentes, que están dadas por factores sociales, políticos, económicos ocurren a escala regional, e impactan a nivel local (Lambin y

Geist, 2006). Por lo tanto, las demandas sociales y económicas que implica el proceso de expansión demográfica, no impactaron de manera importante a la cobertura en el periodo analizado. Esto se analizará con más detalle en la discusión.

3.2. De 2000 a 2007

El Cuadro 3 muestra la matriz de transición de 2000 (T2) a 2007 (T3), en la que se presenta la superficie que ocupan cada una de las categorías en las dos fechas

TIEMPO 2	TIEMPO 3								Total 2000 (T2)	Pérdidas
	Agricultura de temporal	Bosque de pino	Pastizal inducido	Bosque de oyamel	Bosque de encino	Bosque de encino-pino	Bosque de pino-encino	Cuerpo de agua		
Agricultura de temporal	0	0.004	0	0	0	0	0	0.186	0.191	0.191
Bosque de pino	24.484	0.0932	0.153	1.957	3.347	0.918	1.412	0	32.367	32.274
Pastizal inducido	5.561	5.934	18.866	2.195	3.715	0.293	0.834	0	37.402	18.535
Bosque de oyamel	0.172	0	0.275	0	0.960	0.717	5.300	0	7.426	7.426
Bosque de encino	5.729	27.607	0.358	0.531	0.037	0	0	0.074	34.339	34.302
Bosque de encino-pino	1.948	0.503	0.386	33.257	0.032	0.0512	0	0	36.180	36.129
Bosque de pino-encino	1.463	0	0	0	0.107	10.092	0.102	0	11.766	11.664
Cuerpo de agua	3.463	0.004	1.104	0.125	29.733	0.027	0.256	0	34.717	34.717
Total 2007 (T3)	42.824	34.148	21.146	38.068	37.933	12.102	7.906	0.261	194.391	
Ganancias	42.824	34.055	2.279	38.068	37.896	12.050	7.803	0.261		

mencionadas. La diagonal muestra las persistencias, mientras que los elementos fuera de la diagonal indican las transiciones ocurridas entre las categorías. Las columnas de total (T2 y T3) muestran la superficie total de las clases en dichos tiempos. La fila de ganancias, indica la proporción del paisaje que experimentó un aumento entre el tiempo 2 y el tiempo 3, el cual fue calculado a partir de la diferencia entre la columna de totales del T3 y la persistencia en cada clase.

En lo que respecta a la columna de pérdidas, ésta corresponde a la pérdida bruta que tuvo cada categoría entre T2 y T3, es decir, la diferencia entre Total T2 y los valores de persistencia. Y a partir de estas se identificaron los valores de cambio neto, ganancias y pérdidas e intercambio.

Cuadro 3. Matriz de tabulación cruzada de 2000 a 2007. Los datos están expresados en Km²

El cambio neto (Figura 14) ocurrido de 2000 a 2007, está dado por las diferencias entre el total del T3 y el total de T2, mostrando que la agricultura de temporal (42.632 km²), los bosques de oyamel (30.642 Km²), los bosques de encino (3.594 Km²)

y bosque de pino (1.780 Km²) aumentaron su superficie, mientras que el cuerpo de agua (-34.455 Km²), los bosques de encino - pino(-24.078 Km²), el pastizal inducido (-16.255 Km²), los bosques de pino-encino (-3.860 Km²) perdieron superficie.

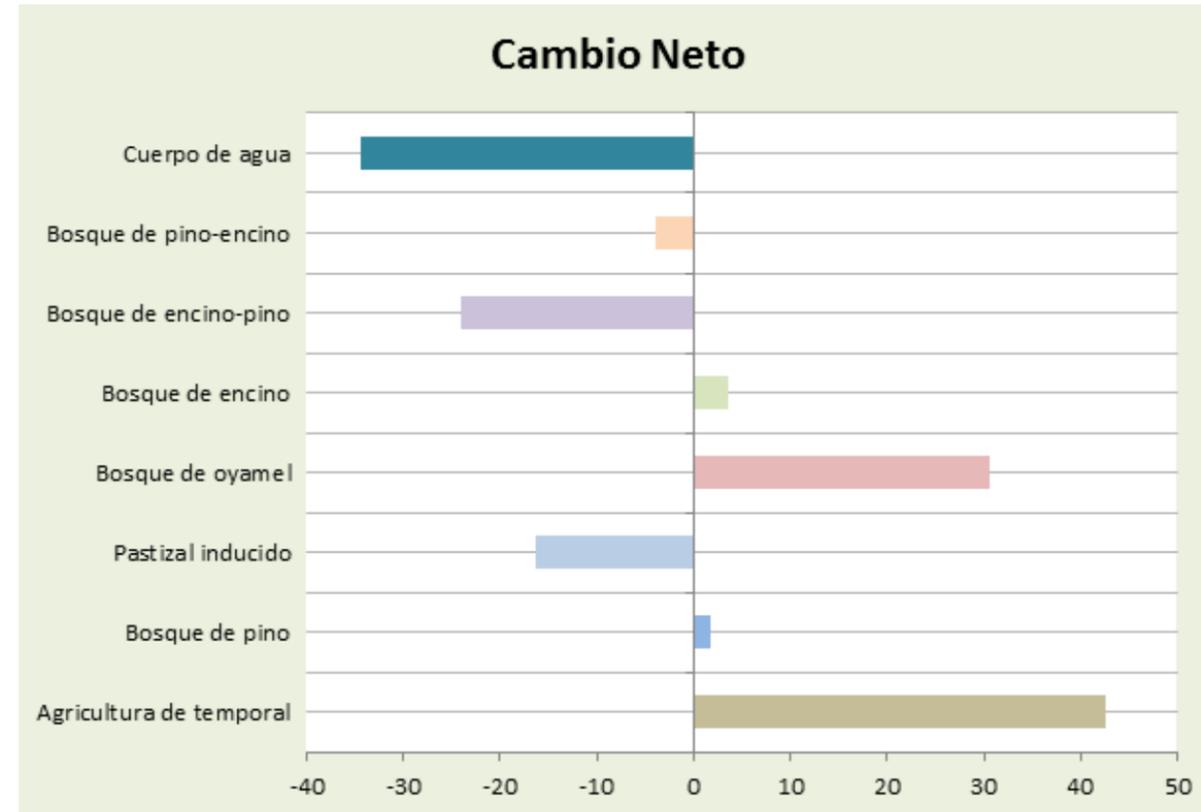


Figura 14. Cambio neto de 2000 a 2007. Expresado en kilómetros cuadrados.

La Figura 15 muestra la gráfica de pérdidas y ganancias en la cual se aprecia que las coberturas con mayor pérdida fueron el cuerpo de agua, el bosque de encino-pino, el pastizal inducido y el bosque de pino-encino. Las coberturas que obtuvieron mayor ganancia fueron agricultura de temporal y el bosque de oyamel. Sin embargo

el bosque de encino ganó una superficie de 37.89 Km², y perdió 34.30 Km². De igual modo el bosque de pino ganó 34.05 Km² y perdió 32.27 Km², a esto se le conoce como intercambio (figura 16).

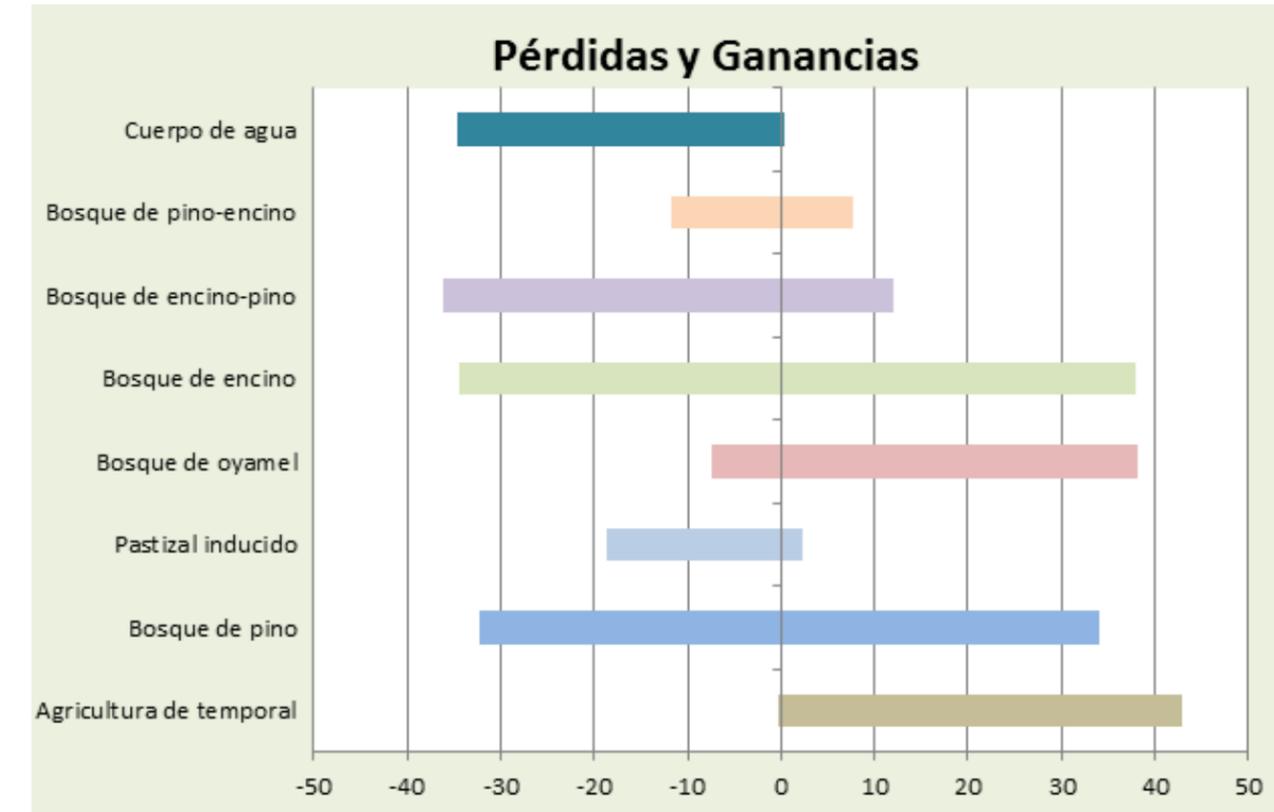


Figura 15. Ganancias y pérdidas de 2000 a 2007. Datos expresados en Kilómetros cuadrados.

Los intercambios ocurridos de 2000 a 2007 (Figura 16), se obtuvieron calculando el doble del valor mínimo de las ganancias o de las pérdidas, lo cual quiere decir, que por cada unidad de ganancia de una categoría hay la misma cantidad de pérdida para otra. Esto dio como resultado que los bosques de encino y de pino sufrieran

un mayor intercambio, seguidos en menor proporción por los bosques de oyamel, de pino-encino, de encino-pino, el pastizal inducido y la agricultura de temporal. Sin embargo, el cuerpo de agua no tuvo intercambio alguno.

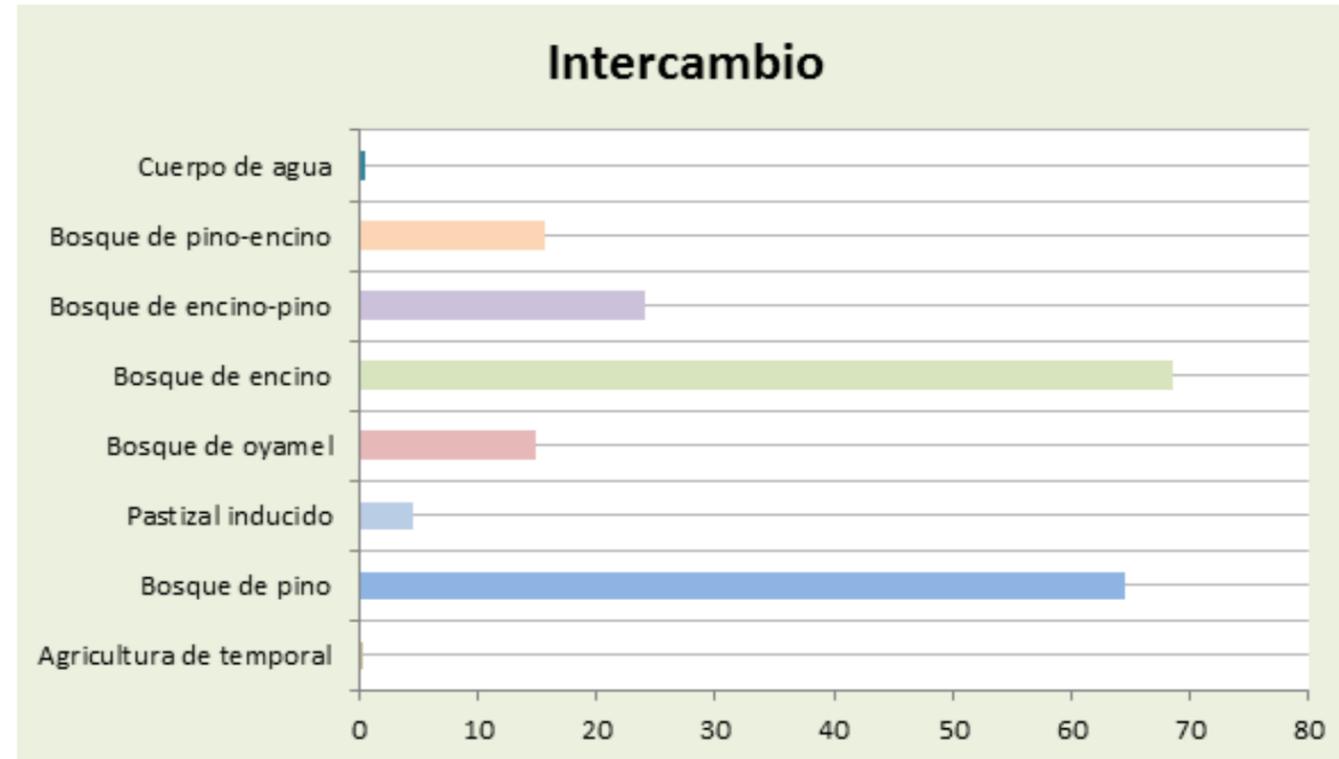


Figura 16. Intercambio de las coberturas de 2000 a 2007. Datos expresados en Kilómetros cuadrados.

En el análisis de las transiciones identificadas entre clases (Figura 17), se encontró que para el período de 2000 (T2) a 2007(T3) (figura 17) hubo un total de 39 transiciones. De las cuales el bosque de encino-pino aportó el 86% de su superficie al bosque de oyamel, el cuerpo de agua aportó el 80% de superficie al bosque de encino, el bosque de encino aportó el 79% al bosque de pino y el bosque de pino aportó el 58% de superficie a la agricultura de temporal. El cuerpo de agua no tuvo

cambios en su superficie, sin embargo, refleja pérdidas debido a que cedió terreno a diferentes coberturas vegetales.

Estas transiciones se obtuvieron tomando como referencia a la matriz de tabulación cruzada (Cuadro 2), en la cual los datos que se encuentran fueran de la diagonal (persistencias), corresponden a los cambios ocurridos en las coberturas.

1	Agricultura de Temporal a Bosque de Pino	20	Bosque de Encino a Agricultura de Temporal
2	Agricultura de Temporal a Cuerpo de Agua	21	Bosque de Encino a Bosque de Pino
3	Bosque de Pino a Agricultura de temporal	22	Bosque de Encino a Pastizal Inducido
4	Bosque de Pino a Pastizal Inducido	23	Bosque de Encino a Bosque de Oyamel
5	Bosque de Pino a Bosque de Oyamel	24	Bosque de Encino a Cuerpo de Agua
6	Bosque de Pino a Bosque de Encino	25	Bosque de Encino Pino a Agricultura de Temporal
7	Bosque de Pino a Bosque de Encino Pino	26	Bosque de Encino Pino a Bosque de Pino
8	Bosque de Pino a Bosque de Pino Encino	27	Bosque de Encino Pino a Pastizal Inducido
9	Pastizal inducido a Agricultura de Temporal	28	Bosque de Encino Pino a Bosque de Oyamel
10	Pastizal inducido a Bosque de Pino	29	Bosque de Encino Pino a Bosque de Encino
11	Pastizal inducido a Bosque de Oyamel	30	Bosque de Pino Encino a Agricultura de Temporal
12	Pastizal inducido a Bosque de Encino	31	Bosque de Pino Encino a Bosque de Encino
13	Pastizal inducido a Bosque de Encino Pino	32	Bosque de Pino Encino a Bosque de Encino Pino
14	Pastizal inducido a Bosque de Pino Encino	33	Cuerpo de Agua a Agricultura de Temporal
15	Bosque de Oyamel a Agricultura de Temporal	34	Cuerpo de Agua a Bosque de Pino
16	Bosque de Oyamel a Pastizal inducido	35	Cuerpo de Agua a Pastizal Inducido
17	Bosque de Oyamel a Bosque de Encino	36	Cuerpo de Agua a Bosque de Oyamel
18	Bosque de Oyamel a Bosque de Encino Pino	37	Cuerpo de Agua a Bosque de Encino
19	Bosque de Oyamel a Bosque de Pino Encino	38	Cuerpo de Agua a Bosque de Encino Pino
		39	Cuerpo de Agua a Bosque de Pino Encino

Figura 17. Transiciones entre categorías del T2 a T3.

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada, lo anterior puede deberse a causas proximales, las cuales están ligadas a los procesos de migración, crecimiento demográfico, enajenación de parcelas a particulares, falta de incentivos económicos para el aprovechamiento de los recursos y deforestación. Por otro lado podemos

señalar a los programas de apoyo que benefician la construcción de infraestructura que favorece el acceso a la zona, los asentamientos regulares o irregulares y a la deforestación como las causas subyacentes que favorecieron el crecimiento de las áreas de agricultura y que se analizarán en el apartado de la discusión.





DISCUSIÓN



Análisis de los cambios de 1993 a 2000 (T1 a T2)

El análisis de la dinámica del cambio de cobertura y uso del terreno en los municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo en el período de 1993 al 2000 (T1 a T2), mostró una gran pérdida de algunas coberturas forestales, revelando un proceso de conversión evidenciado por el aumento en las superficies del pastizal inducido, bosque de encino-pino y en menor proporción en los bosques de pino-encino. Lo anterior puede estar relacionado con el abandono y los procesos de sucesión en la agricultura de temporal y por la de deforestación en los bosques de oyamel y, en menor medida, en los bosques de encino y pino (Figura 10 y 11). Por otro lado, las coberturas de pino y encino fueron las que tuvieron un intercambio mayor en relación con las otras (Figura 12).

Sin embargo, al analizar sólo el cambio neto, se observan los cambios que han sufrido las coberturas, no obstante, no se detallan los cambios de una categoría a otra. Como se aprecia en la Figura 10, las coberturas de bosque de pino y bosque de encino, presentaron sólo pérdidas entre 1993 y 2000, por lo que se podría suponer de manera errónea que perdieron terreno. Es por esto que es necesario estimar las pérdidas y ganancias, y el intercambio. En ese sentido la dinámica completa de los cambios se entiende con el análisis de intercambio el cual muestra las pérdidas y ganancias simultáneas entre las categorías. Esto se observa en la Figura 11, donde las coberturas de pino y encino, pierden y a la vez ganan, por lo que al realizar la gráfica de intercambio nos muestra que la dinámica de los bosques de pino y encino fueron las que mayores cambios presentaron. Este fenómeno también se puede observar en menor medida con las demás coberturas, que presentan ganancias y pérdidas.

Como se mencionó anteriormente, las coberturas que evidenciaron más procesos de transición (Figura 16), entre 1993 y 2000 fueron los bosques, lo que podría explicarse por un posible abandono de la agricultura de temporal, aunado a algunos procesos de deforestación, ya que los procesos de modificación¹ en bosques, pueden deberse a dos razones (Rudel *et al.* 2004). La primera es que las transiciones forestales varían de lugar a lugar, ya que las especies nativas son sustituidas debido a un proceso de conversión², dando lugar a que eventualmente las

¹Definidos como los cambios que se dan entre las mismas clases (Lambin y Geist, 2006).

²Cuando las coberturas de vegetación nativa cambian de una clase a otra, debido a la implementación de algún tipo de uso del terreno (Lambin y Geist, 2006).

especies invasoras se establezcan en los hábitats alterados, causando bajos niveles de biodiversidad. Por otro lado, de acuerdo con el mismo autor, cuando la expansión de los bosques se produce, los procesos de transición suelen ser demasiado pequeños y el resurgimiento de los bosques en tierras no cultivadas, permite a muchas especies recolonizar un área por medio de la dispersión de semillas, reduciendo la fragmentación ecológica.

La segunda razón es que “los bosques, después de una pérdida relacionada con el desmonte de su cobertura para el uso agrícola, tienden a equilibrarse, ya que algunos campesinos abandonan la tierra por trabajos mejor remunerados lejos del sector agrícola” (Rudel *et al.*, 2004). Adicional a esto, cuando por políticas públicas, se transforma el uso de algunas de estas tierras para Parques y Reservas Forestales, se favorece esta tendencia de la cobertura forestal, acelerando su reestablecimiento con programas de reforestación, beneficiando a los servicios ambientales que proporcionan los bosques o incrementando su densidad, para el aprovechamiento de productos forestales (CONANP, 2014).

Para entender cómo es el proceso del cambio de cobertura y uso del terreno, es necesario analizar las políticas públicas implementadas en México con la finalidad de comprender cómo éstas han repercutido en el desarrollo económico y social, en las condiciones de vida de la población y en su relación con el territorio. Así mismo nos ayudará a comprender el análisis de la dinámica espacial de los cambios identificados en los municipios de Jilotzingo e Isidro Fabela.

En México las políticas públicas fueron implementadas después de la Segunda Guerra Mundial (1940-1950), con lo que se dió inicio a una nueva fase de desarrollo para el país, al facilitar el despegue de algunos sectores de la economía, proporcionando mejores oportunidades de trabajo (Martínez, 2008). Esto promovió una repartición del trabajo entre la población y el aumento de los salarios reales, dando pie a que se impulsara un nuevo modelo de desarrollo económico conocido como “sustitución de importaciones”, en el cual el principal objetivo fue hacer que la población fuera autosuficiente, que lo producido, permitiera satisfacer las necesidades de la población y la de generar un excedente para exportar a otros países (Martínez, 2008).

El modelo político mencionado anteriormente, estimuló un cambio en la estructura del “desarrollo” del país debido a que, cuando la economía y la población empezaron a concentrar en las grandes ciudades, provocó que la industrialización fuera la que influyera de manera decisiva en la conformación de las ciudades “modernas” (Unikel y Victoria, 1968). Es aquí donde es preciso hacer hincapié sobre el concepto de “desarrollo”. Castoriadis (1980) menciona que casi nadie se detiene a cuestionar lo que engloba el concepto de desarrollo y se pregunta: “¿por qué el desarrollo? ¿de dónde viene? y ¿a dónde va?”. De manera general el término se entiende como el crecimiento económico, el avance técnico y tecnológico al servicio del hombre, sin importar a veces su costo e impacto en el manejo de los recursos naturales.

Como efecto del modelo económico implementado, se privilegió a varias entidades del país para impulsar el desarrollo. En el Distrito Federal se acrecentaban el desarrollo industrial y la concentración y especialización de los servicios (Unikel y Victoria, 1968). A algunos Estados del norte del país por ejemplo, se les apoyó para la exportación de productos agrícolas y desde el punto de vista industrial, con el establecimiento de maquiladoras, por su ubicación geográfica con respecto a los Estados Unidos, situándolos en un lugar importante para la economía del país. Sin embargo los Estados del sur seguían realizando una agricultura tradicional (Unikel y Victoria, 1968).

El sector primario entonces, transfirió sus ganancias al sector secundario, generando un decrecimiento de la agricultura en la mayoría de los lugares; a tal grado que el campo se empezó a ver con un retraso, provocado por el abandono, salvo en las regiones arriba mencionadas donde se favoreció el desarrollo agrícola, a través de la creación de programas gubernamentales.

Por lo tanto la población campesina empezó a abandonar sus lugares de origen para emigrar a las grandes ciudades, donde las condiciones de vida eran más favorables (Martínez, 2008).

A principios de los años 60, la centralización de la industria comenzó a ser un problema en el Distrito Federal. Sin embargo, como México se encontraba en plena época de desarrollo no podía frenar su concentración en pocas regiones. Por lo tanto se pensó en una industria descentralizada, lo que generó la necesidad de implementar

la infraestructura y otros servicios en las cercanías de las ciudades para establecer estas industrias (Martínez, 2008). Este proceso económico estimuló la inversión privada, con el propósito de fomentar el desarrollo industrial para la producción de manufacturas y con ello sustituir productos importados de producción textil, medicinal, alimenticio, etc. Por tanto, la concentración económica que resultó de este crecimiento ocurrió en paralelo a la concentración territorial, favoreciendo el crecimiento demográfico y las transformaciones sustanciales de la estructura urbana y periurbana (CONAPO, 1994).

Entre 1940 y 1980 (Figura 18), “México pasó de ser una sociedad eminentemente rural (en 1940, sólo 20 de cada 100 mexicanos vivían en localidades de más de 15,000 habitantes), a ser una sociedad predominantemente urbana (para 1980, 53 de cada 100 mexicanos vivían en localidades de más de 15,000 habitantes)” (CONAPO, 1994).



Figura 18. Muestra la dinámica de migración en todo el territorio mexicano en los años 1955-1960, notándose mayor índice de migración de la mayor parte del territorio nacional hacia el Distrito Federal (CODHEM, 2003).

A finales de la década de los 70 y principios de los 80, los problemas estructurales de la economía del país y las desigualdades sectoriales regionales se manifestaron de forma más aguda. En primera instancia, la suficiencia alimentaria se hizo insostenible por la descapitalización económica agraria. En segundo término, la política comercial de los países que dominaban el mercado internacional impidió que la industria se orientara a la exportación.

En tercera instancia está el hecho de que los movimientos de población hacia las grandes urbes y su hacinamiento en ellos, permitieron incrementar las economías de aglomeración³ y a escala⁴ para el aparato productivo urbano y concentrar los mercados de consumo (CODHEM, 2003).

Por otro lado para 1994 la Región Centro del país, figuró en el primer lugar de la población económicamente activa (PEA) ocupada en todos los sectores, excepto el sector primario (agricultura) (Martínez, 2008), causando que el costo social del desarrollo fuera la enorme transferencia de población y de recursos naturales desde el campo hacia las ciudades modernas, en donde se generaron las políticas, se concentró el poder, la riqueza, la producción y el consumo (CONAPO, 2011).

Adicional a lo anterior, debido a que el fenómeno de industrialización no consiste solamente en un cambio de técnicas de producción y en una mayor diversificación de productos, sino también en una profunda alteración de la división social del trabajo, numerosas actividades manufactureras, que antes se combinaban con actividades agrícolas, fueron separadas de estas, pasando a ser realizadas en forma especializada en establecimientos aglomerados. Como resultado de esto, una vez iniciado el proceso de industrialización de un sitio urbano, tendió a atraer poblaciones de las zonas próximas a la región centro del país (CODHEM, 2003). Para 1995, se estima que en tan solo el 1% del territorio se concentraba el 20% de la población nacional y el 50% de las actividades industriales (CODHEM, 2003).

Por lo tanto el cambio y la concentración de las actividades económicas de la Región Centro, dio paso a la migración, como resultado de la carencia de los recursos natu-

³ Aquellas en las cuales la proximidad de unas personas con otras, representa grandes beneficios, ocurriendo cuando las Ciudades están próximas a centros económicos donde se concentra la riqueza (Manrique, 2006).

⁴ Se refiere al beneficio que una empresa obtiene, gracias a la expansión (Ortiz, 2014).

rales. Es decir, el adelanto urbano y demográfico de México, ha sido el resultado del desarrollo económico, lo que ha implicado una expansión de los mercados urbanos, regionales y locales (Martínez, 2008).

A consecuencia de esto, la expansión territorial del Distrito Federal, le ha transferido paulatinamente al Estado de México el papel protagónico en la movilidad geográfica de la población entre los años de 1995 al 2000 (Figura 19). Por ejemplo, en las zonas rurales más próximas a la Capital, una parte de la población agrícola se mantuvo en sus lugares de origen produciendo, con base en la organización familiar, sin que se llevara a cabo con la misma intensidad el proceso de separación de la tierra.

Por otro lado, los que llegaban en busca de oportunidades, decidían asentarse en el Estado de México, debido a que la expansión de la industria y los servicios en el medio urbano no generaron suficientes condiciones de absorción de mano obra que transformaran a la población rural cercana en trabajadores asalariados (CODHEM, 2003).

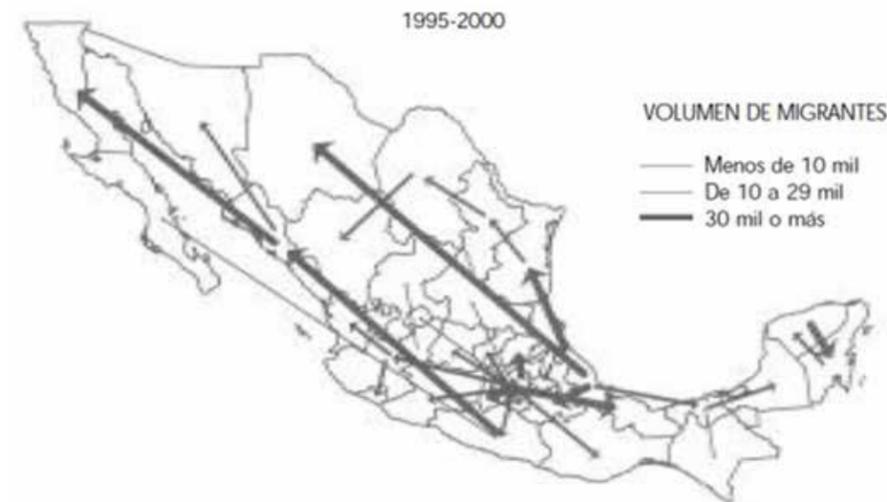


Figura 19. Muestra la dinámica de migración en todo el territorio mexicano en los años 1995-2000, resaltando un mayor índice de emigración del Distrito Federal hacia el Estado de México. (CODHEM, 2003).

Aunque estos cambios disminuyeron el ritmo de crecimiento de la Ciudad de México, no lo detuvieron, ni impidieron la expansión de la Ciudad en los territorios del Estado de México. Parte importante de la población del DF y de los municipios más urbanizados se han trasladado hacia otros lugares, en donde el estilo de vida es más barato, aunque con menos servicios (CODHEM, 2003). Como se puede observar en la siguiente gráfica (figura 20), el índice de población aumentó en el municipio de Isidro Fabela, mientras que en el municipio de Jilotzingo, la migración disminuyó durante el periodo de 1990 a 2000.

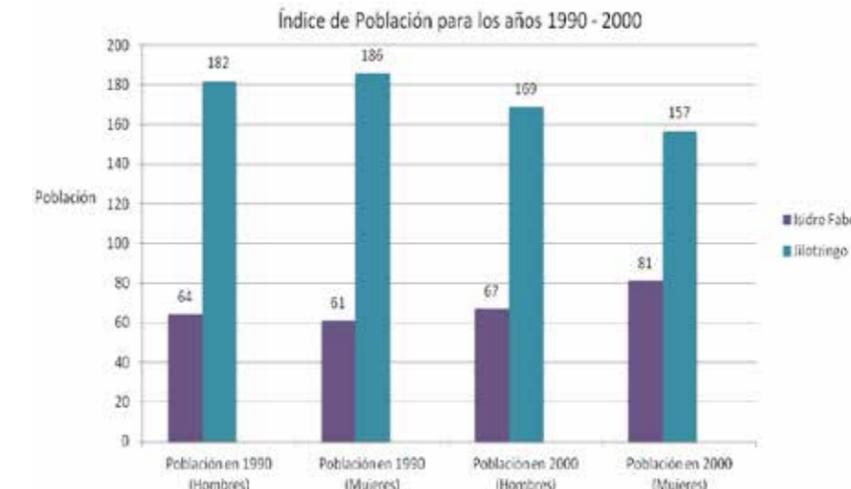


Figura 20. Muestra la tendencia del aumento de población en los municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo, Estado de México, en los años 1990-2000. Elaboración propia con información del INAFED, (2012).

Por otro lado, las características de migración y la ubicación de los migrantes han ido cambiando, así como han ido variando los rasgos económicos preponderantes de la región y los efectos de los procesos de transformación social en las áreas expulsoras de la población (CONAPO, 2001).

Continuando con el análisis de las causas que generan el CCUT, algunas de las que se describen a continuación, están relacionadas con el flujograma (Cuadro 3) y representan algunos testimonios de los pobladores del ejido de Santa Ana Jilotzingo, respecto a ciertas problemáticas que se han presentado en su territorio. Asimismo, dado que es el resultado de una revisión bibliográfica, dicho análisis sólo incluye una parte de una gran variedad de causas que originan los CCUT.

En ese sentido, Lambin y Geist (2006) señalan que los procesos de cambio están asociados a múltiples factores o agentes de cambio que incluyen factores sociales, climáticos y ecológicos. Sin embargo las causas y consecuencias del cambio de uso del terreno dependen en mayor medida del contexto histórico, social, económico y geográfico. Dentro del contexto social, el factor demográfico juega un papel muy importante en la trayectoria que sigue el CCUT.

Relacionado con lo anterior, el conjunto de factores incluidos en la organización social de cualquier territorio (estilo de vida, tasas de consumo, redes institucionales, tecnología, etc.), es lo que determina la dirección y el grado en el que la población ejercerá presión sobre el terreno para que se dé el cambio. Esto suele manifestarse a través de las tasas de migración (temporales y/o migración circulatoria), ya sea de forma espontánea o por medio de apoyo gubernamental; sin embargo la migración opera como un factor significativo con otros factores no demográficos, como la implementación de políticas gubernamentales, los cambios en los patrones de consumo, la integración económica y la globalización (Lambin y Geist, 2006).

Algunas políticas por ejemplo, fomentan el asentamiento urbano en áreas boscosas por medio de la construcción de infraestructura, especialmente de carreteras; lo que es considerado como un paso crucial en los procesos de cambio de uso del terreno. En zonas boscosas, el patrón de deforestación y la conversión de la zona forestal a zona agrícola son prácticas que también están asociadas con la dinámica de cambio de cobertura y uso del terreno (Lambin y Geist, 2006).

Bajo este contexto, se logró identificar entre 1993 y 2000 un proceso de conversión de zonas agrícolas a forestales, pues por un posible abandono de las zonas agrícolas, relacionado con la disminución de la población dedicada al sector primario en

los municipios en estudio (figura 21), se encontró, un incremento de la superficie en las de pastizal inducido y en los Bosques (figura 10).

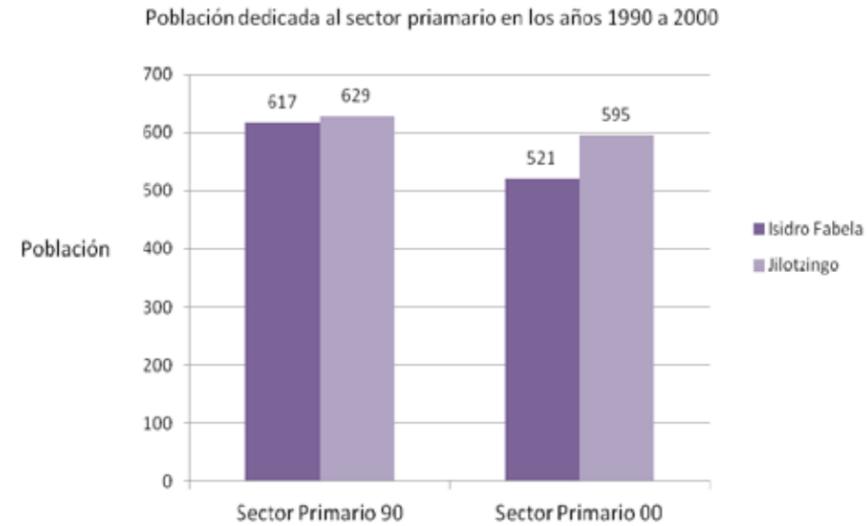


Figura 21. Muestra la tendencia de la población dedicada al sector primario en los municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo, Estado de México, en los años 1990-2000. (SNIM, 2012).

Además, si consideramos el aumento en el índice de migración, reportado por la CODHEM (2003), es un elemento más que interviene en la disminución de la población dedicada a las actividades primarias, lo que implicaría un abandono de las tierras destinadas a la agricultura. Lo anterior corrobora lo mencionado por Lambin y Geist (2006), en el sentido de que “el contexto social y económico son parte importante que influyen en la dinámica del CCUT”.

De igual modo también se corresponde con lo mencionado por Sánchez y Polanco (2011), que indican que “en las últimas décadas, ha venido sucediendo un fenómeno a nivel de la población rural latinoamericana que se replica en México y que ha impactado desde el punto de vista económico y social debido a los procesos migratorios

donde la población rural es cada vez menos participativa en los trabajos del campo (actividades primarias) generando que las localidades rurales se estén urbanizando, constituyendo conglomerados urbanos”.

Continuando con el análisis de las causas, es necesario destacar que en Enero de 1980, el Poder Ejecutivo del Estado de México, emitió un decreto por el cual dio a conocer la creación del Parque Ecológico Zempoala - La Bufa, que se denominaba Parque Otomí-Mixteca del Estado de México que abarca los municipios de Isidro Fabela, Jilotzingo, Villa Nicolás Romero, Villa del Carbón, Jiquipilco, Lerma, Ocoyoacac, Oztolotepec, Temoaya, Xonacatlán, Huixquilucan, Naucalpan, Capulhuac, Xatlalaco, Tianguistenco, Ocuilán, San Bartolo Morelos. La creación de este parque tuvo como finalidad la de satisfacer las necesidades de recreación y evitar los problemas de deforestación, erosión, contaminación de la región (Gaceta del Gobierno del Estado de México, 1980).

De acuerdo con CONANP (2011), la creación de estas zonas de conservación ecológica, por ser áreas naturales protegidas (ANP), frenaron de manera importante el avance desproporcionado de la mancha urbana, pues uno de sus objetivos es proveer espacios para la protección de la biodiversidad, la integridad de los ecosistemas y por ende los servicios que estos proveen. Con esto, los cambios ocurridos entre 1993 y 2000 pueden estar relacionados con la declaratoria de “La Bufa” como ANP de la cual los municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo forman parte. Es decir, bajo este contexto, el aumento de las coberturas de los bosques evidenciados en este trabajo, puede ser un indicador del estatus de protección, los lineamientos legales y las políticas de conservación prevalentes en la zona.

Análisis de los cambios de 2000 a 2007 (T2 a T3)

Se observó un incremento en la superficie de la cobertura de Agricultura de Temporal, que si bien, en las cartas vectoriales de la serie IV del INEGI empleadas nos muestran que parte de los municipios está dedicada en su mayoría a esta actividad, las fotografías aéreas nos permitieron detallar en el análisis, un aumento de área urbana en algunas zonas que están destinadas para el sector agrario. Lo anterior puede verse reflejado en la gráfica de población de los municipios en estudio (Figura 22), que muestra un aumento en comparación con el período de 1993 a 2000. Cabe

señalar que en esta gráfica se están tomando datos del año 2010, que sirven como referente, suponiendo que la tendencia va en aumento.

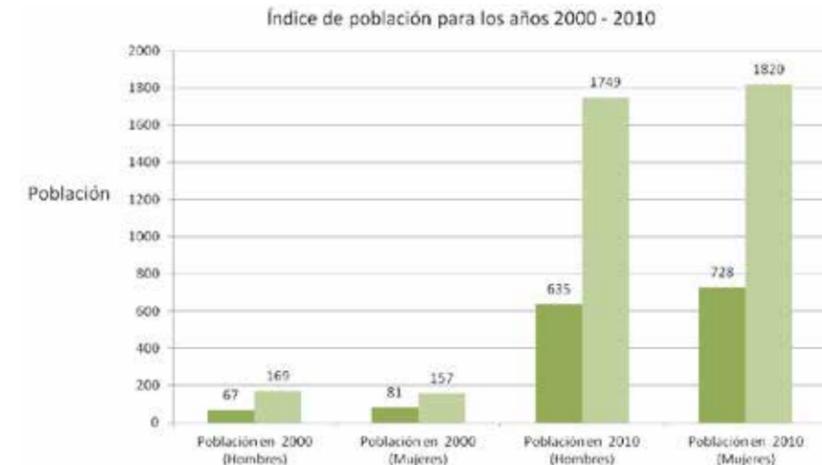


Figura 22. Muestra el índice de la población en los municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo, Estado de México, en los años 2000-2010. (SNIM, 2012).

Además para el análisis, se tomaron en consideración las problemáticas del flujo-grama (figura 3) en el ámbito económico donde se señaló la migración como un problema que favorece el cambio de cobertura.

La figura 23 nos muestra el incremento del índice de migración de 2000 a 2010, en donde se observa que para el año 2000 había 7,511 habitantes en el municipio de Isidro Fabela y 12,064 habitantes en el municipio de Jilotzingo, de los cuales, 104 de Isidro Fabela y los 165 de Jilotzingo pertenecían a otras Entidades Federativas. Mientras que para el año 2010 la población aumentó drásticamente, pues Isidro Fabela contaba ya con una población de 8,920 y Jilotzingo con 14,311 habitantes, de los cuales 1,363 de Isidro Fabela y 3,569 de Jilotzingo pertenecían a otras Entidades Federativas.

Índice de migración para los años 2000 a 2010

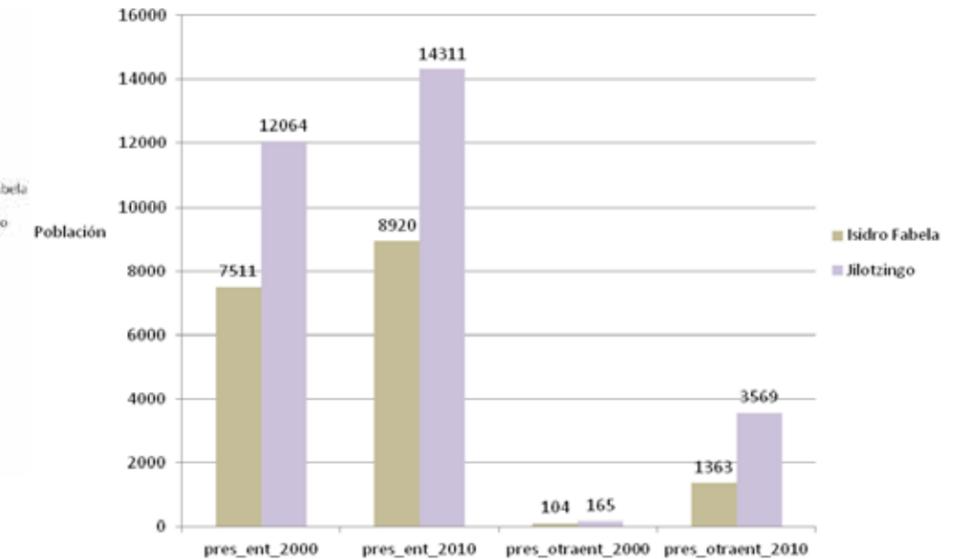


Figura 23. Muestra el índice de migración en los municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo, Estado de México, en los años 2000-2010. (SNIM, 2012).

Por otro lado, en relación con los procesos de transición relacionados con el incremento en la superficie de zonas agrícolas y urbanas en este período de tiempo se puede decir que hay cierta susceptibilidad a procesos de deterioro relacionados con actividades que van desde la extracción de recursos naturales, hasta la transformación completa de los ecosistemas. La magnitud de estos procesos depende de factores asociados a su manejo (infraestructura, personal, financiamiento), historia y contexto socioeconómico, así como a los conflictos por el control y el uso de los recursos que se generan dentro de ellas. Asimismo los procesos participativos, las instituciones comunitarias de gestión de recursos y la vulnerabilidad de los ecosistemas que ahí se encuentran, dependen por supuesto de las condiciones biofísicas imperantes (Figuroa *et al.*, 2009).

Bajo este contexto, al existir un aumento en el área urbana y en la población en el área de estudio, podemos decir que la creación de las Áreas Naturales Protegidas lamentablemente no ha logrado contener la ocupación de las tierras por parte de particulares, “Fraccionadores” y “Desarrollistas”, regularmente asociados a grupos de poder político que les facilitan la obtención de terrenos y permisos correspondientes para emprender desarrollos infraestructurales (Sánchez y Polanco, 2011).

Por lo tanto, la operatividad de las áreas naturales protegidas es totalmente controvertida, ya que depende, entre otras cosas, de la situación socio-política del país, de las condiciones demográficas y por último, del grado de dependencia de la población de los recursos vegetales o de determinadas actividades productivas (Durán *et al.*, 2007).

Por otra parte, durante las últimas décadas, y de manera poco perceptible, en distintas zonas rurales del país se ha ido desarrollando una modalidad de manejo de los bosques que opera a partir de ejidos y comunidades. En otras palabras, existe un manejo forestal comunitario el cual tiene la ventaja de generar ingresos por la venta de recursos forestales, principalmente madera, al tiempo que contribuye a la conservación de los bosques.

Por lo cual se considera que el manejo forestal comunitario es una estrategia viable para la conservación de la biodiversidad ya que la mayor parte de los bosques del país, se encuentran en tierras que pertenecen a comunidades y ejidos; esto como resultado de las luchas históricas comunitarias por el derecho a la tenencia de la tierra y al manejo de los bosques, que ocurrieron en prácticamente todo el medio rural del país, junto con la implementación de algunas políticas coyunturales (Durán *et al.*, 2007).

No obstante que el manejo comunitario de estos bosques tiene una importancia económica significativa existen pocos estudios que cuantifiquen su efectividad para preservar los bosques.

Por ejemplo, en 1992 se promulgó una nueva ley que buscaba promover el papel de la iniciativa privada en la producción forestal, afectando a las comunidades al limitar o no tener el libre acceso al mercado de los servicios ambientales, dando

como resultado la extracción clandestina y el deterioro de los bosques.

Además esta ley no estipulaba los criterios de calidad mínima para orientar el manejo forestal y pasa por alto un factor clave: “la falta de incentivos para motivar a los dueños de los bosques a conservar y/o manejar de manera sustentable los bosques” (Merino y Segura, 2007).

En las condiciones actuales, las posibilidades económicas en regiones donde aplican el manejo de los bosques, están lejos de ser rentables y competitivas. Pues, si lo que se busca es mitigar el proceso de deterioro que se ha vivido por siglos, es necesario que muchas de esas regiones puedan ser capaces de participar eficientemente en actividades forestales, ganaderas o agrícolas en los procesos de integración territorial a mediano y largo plazo (Merino y Segura, 2007). Por otro lado, los efectos inmediatos que ha provocado la deforestación han sido la expansión de la agricultura y ganadería, los cuales se relacionan con los procesos de colonización. Bajo este contexto, Barbier y Burgess (1996) mencionan de manera textual que: “las magnitudes exactas de las relaciones no pueden ser estimadas con certeza”.

Por otro lado, una causa importante que puede explicar el CCUT en los municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo es el establecimiento de asentamientos irregulares, los cuales son el principal motor de crecimiento y expansión de la mancha urbana. Estas irregularidades se basan en la ilegalidad de la ocupación y/o venta de áreas agrícolas de propiedad ejidal y comunal o áreas de conservación. Lo anterior se ve reflejado en el flujograma (Figura 3) ya que los ejidatarios deciden vender sus propiedades a particulares. Este fenómeno se asocia a factores de orden económico, político, jurídico, social y ambiental. La expropiación o venta de tierras ejidales y el otorgamiento de títulos de propiedad privada a terceros, son las principales causas de cambio, suprimiendo la propiedad social en favor de la propiedad individual (Sánchez y Polanco, 2011).

En ese sentido, la falta de vivienda y de una política de Estado orientada a garantizarla, han sido factores que explican que la mayoría de la población haya tenido que buscar métodos alternativos informales de provisión de vivienda, casi siempre por medio de la adquisición ilegal de tierras y la autoconstrucción.

Aunado a esto, “en la última década, en el marco de la globalización neoliberal, los llamados desarrollistas (representantes de capital inmobiliario, comercial y financiero), han logrado una mayor influencia en la gestión urbana, ya que han contado con el apoyo del Estado en la desregularización de normas que obstaculizan la comercialización de la propiedad ejidal, comunal y estatal, esto a partir de contrarreformas y aprobaciones de nuevas reglas que permiten cambios en las formas de propiedad, uso, ocupación de los suelos” (Sánchez y Polanco, 2011).

Lo anterior da como resultado que el Estado ha propiciado de manera directa o indirecta, la colonización de tierras ejidales o de conservación; es decir, las malas

políticas gubernamentales y la falta de acuerdos entre ejidatarios forman parte del CCUT en los municipios de Isidro Fabela y Jilotzingo.

Sin embargo para los pueblos que han logrado conservar sus bienes ejidales, el establecimiento de dichos asentamientos irregulares constituyen un gran problema que tiende a agravarse, debido a la carencia de un marco jurídico que regule lo anterior, por lo que existe un riesgo latente de que pierdan el control sobre sus territorios (Sánchez y Polanco, 2011).





CONCLUSIONES



De acuerdo al análisis del CCUT para los municipios de Jilotzingo e Isidro Fabela, los procesos de conversión de las coberturas forestales están relacionados con acciones físicas realizadas directamente (factores proximales) en el terreno (agricultura, deforestación, construcción de infraestructura) las cuales son consideradas como “conductores directos” en el cambio de los ecosistemas.

Al documentar los procesos de cambio y realizar el flujograma se identificaron factores sociales, políticos, económicos, demográficos, tecnológicos, culturales, así como variables biofísicas como causas del CCUT en la zona de estudio. El análisis de CCUT puede mostrar la incongruencia de las políticas públicas en el país y evidenciar algunas fallas en los mecanismos de aplicación y operación de éstas. Por otro lado, las crisis económicas que afectan a los sectores más pobres los obligan a vender sus tierras y migrar, lo que genera procesos de deforestación y conversión de las tierras, a lo largo del tiempo.

Con la creación del flujograma, la elaboración del análisis de CCUT y la investigación bibliográfica, podemos entrever que algunos procesos de corrupción que ocurren, provocan que las fuentes de ingresos para los programas de apoyo se conviertan en recursos poco viables y confiables. Así mismo la modificación de las leyes para beneficiar a unos cuantos interesados en explotar las tierras, la falta de regularización de los asentamientos humanos y el otorgamiento de apoyos han fomentado la creación de infraestructura para tener acceso a dichas zonas, promoviendo la migración.

Es necesario realizar un análisis más detallado acerca de los patrones de cambio desde diferentes perspectivas, por ejemplo: desde el punto de vista social, realizar entrevistas a las personas que habitan en esas entidades, de tal manera que ellos

nos den un panorama más concreto acerca de, cómo perciben el cambio de cobertura y uso del terreno en su comunidad y qué procesos identifican como causas en los ámbitos político, cultural, biofísico y económico. Además, identificar con ellos, las formas de intervención, que desde su perspectiva mitigarían estos efectos.

Realizar un análisis más preciso implicaría además, detallar la clasificación de la cobertura del terreno, lo que ameritaría un levantamiento de información de campo, para la verificación de las mismas. Se sugiere utilizar imágenes satelitales de alta resolución, que permitan hacer el análisis hasta la actualidad, considerando la velocidad con la que se originan los procesos de cambio. Por otro lado, sería conveniente darle seguimiento y de ser posible realizar una perspectiva a futuro para conocer los lugares más susceptibles a los cambios y generar proyectos que ayuden a mitigar el cambio de cobertura y uso de terreno.

Este trabajo es la base que permitirá analizar el impacto que podría tener el CCUT evaluado sobre el funcionamiento de las cuencas hidrográficas. Además de evidenciar las causas y consecuencias de los CCUT. Por ello es necesario darle continuidad y evaluar los procesos causales, para lo que también se requiere trabajar en conjunto con los diferentes niveles de organización (Comunidad, Ejidatarios, niveles de Gobierno, etc.) buscando definir los mecanismos que reduzcan los impactos humanos hacia el ambiente.

Finalmente, no se puede hablar de frenar los CCUT, pues como se mencionaba al inicio de este trabajo, el ambiente por sí mismo es un sistema dinámico y por lo tanto está en constante cambio; el humano, al formar parte de este mismo medio, siempre va estar transformándolo para su beneficio, ya sea de manera positiva o negativa.



BIBLIOGRAFÍA

- Balvanera, P., Cotler, H. 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, en *Capital natural de México, vol II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO. México. Pp. 185-245.
- Barbier, E.B. y J.C. Burgess. 1996. Economic analysis of deforestation in Mexico. *Environment and Development Economics* 1: Pp. 203-239.
- Bocco, G., Mendoza, M., Masera, O. 2000. La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas*, Universidad Nacional Autónoma de México. (44), Pp. 18-38.
- Bocco, G., Torres, A., Velázquez, A. 2003. Las Enseñanzas de San Juan: Investigación participativa para el manejo integral de recursos naturales. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Gobierno del estado de Michoacán. 595p.
- Castoriadis, Co. 1980. El mito del desarrollo. Editorial Kairos. Barcelona. 256p.
- CIMAS. 2009. Manual de metodologías participativas. Observatorio Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible (CIMAS). Madrid. 87p.
- CODHEM. 2003. Migración interna. Consejo Estatal de Población. Gaceta Núm. 62. Julio-Agosto. 148p. En Línea :> <http://www.codhem.org.mx/localuser/codhem.org/info/gacet/gaceta62.pdf>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2011. Actualización de las tasas de cambio en la reserva de la biosfera los Tuxtlas. 68p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Recuperado en Agosto del 2014, de <http://www.conanp.gob.mx>
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 1994. Evolución de las ciudades de México (1900-1990). CONAPO -FNUAP. 108p.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2001. Población de México en el nuevo siglo. México. En línea :> http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/La_poblacion_de_Mexico_en_el_nuevo_siglo
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2011. La situación demográfica en México. México. En línea :> http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/La_situacion_demografica_de_Mexico_2011
- Cotler, H., Priego, A. 2004. El análisis del paisaje como base para el manejo integrado de cuencas: el caso de la cuenca Lerma-Chapala. *En: H. Cotler, H. (comp.). El manejo integral*

- de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, México. Pp. 63-74.
- Dourojeanni, A., Jouravlev, A. (2002). Gestión de recursos a nivel de cuencas. Foro Agua para las Américas en el siglo XXI, México. Recuperado el 11 de Mayo de 2012, de: http://www.cap-net-esp.org/document/document/43/S5b_Gestion_de_cuencas.pdf
- Durán, M.E., Francois M.J., Velásquez, A. (2007). Cambios en las coberturas de vegetación y usos de suelo en regiones con manejo forestal comunitario y aéreas naturales protegidas de México. En: Bray, D., Merino, L., Barry D. (Ed). Los bosques comunitarios de México: Manejo sustentables de paisajes forestales. Instituto Nacional de Ecología, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. Instituto de Geografía (UNAM), Florida International Institute. México. Pp. 267-299.
- ESRI. 1999-2006. Arc Gis versión 9.3. Environmental Systems Research Institute. Inc. USA.
- Evangelista, O.V., López, B.J., Caballero, N.J., Martínez Alfaro, M.A. 2009. Patrones espaciales de cambio de cobertura y uso del suelo en el área cafetalera de la sierra norte de Puebla. México. *Investigaciones Geográficas*, Universidad Nacional Autónoma de México. (72), Pp. 23-38.
- Figueroa, F., Sánchez, C. V., Illoldi, R.P., Linaje, M. 2009. Evaluación, de la efectividad de las áreas protegidas para contener procesos de cambio en el uso de suelo y la vegetación. ¿Un índice es suficiente? *Revista Mexicana de biodiversidad*, México, 82 (3). Pp. 951-963.
- Gaceta del Gobierno Institucional del Estado de México. 1980. En línea :> http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/decretos/index.html
- Gámez, N., Escalante, T., Rodriguez, G., Linaje, M., Morrone, J.J. 2012. Caracterización biogeográfica de la Faja Volcánica Transmexicana y análisis de los patrones de distribución de su mastofauna. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, México, 83 (1). Pp. 258-272.
- García, R.A., Muñoz, J.J. 2002. El paisaje en el ámbito de la geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 137p.
- Gómez-Baggethun, E. y R. de Groot. 2007. Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Ecosistemas* 16(3):4-14.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). 2012. En línea:> <http://www.inafed.gob.mx>
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). 1997. Conjunto de datos vectoriales de Uso de suelo y vegetación serie II, escala 1:250 000.

- Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). 2005. Conjunto de datos vectoriales de Uso de suelo y vegetación serie III, escala 1:250 000.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). 2010. Conjunto de datos vectoriales de Uso de suelo y vegetación serie IV, escala 1:250 000.
- Lambin, E. F., B. L. Turner, J. G. Helmut, et al., 2001. The causes of land-use and land-cover change: Moving beyond the myths. *Global Environmental Change* 11. Pp261-269.
- Lambin F. E., Geist J, H. 2006. Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts. Springer. 222 p.
- Lambin F, E. 1994. Modelling deforestation processes: A review. TREES, tropical ecosystem environment observations by satellites. European Commission Joint Research Centre-institute for remote sensing Applications-European Space Agency. Luxemburg. TREE. Series B., Research report No.1. 113 p.
- López, V. H., Plata, R.W. 2007. Análisis de los cambios de Cobertura de suelo derivados de la expansión urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2000. *Investigaciones Geográficas*, Universidad Nacional Autónoma de México. (68), Pp. 85-101.
- López, E., Mendoza, E., Bocco, G., Acosta, A. 2006. Crecimiento urbano y sus consecuencias a nivel regional en la cuenca del lago de Cuitzeo, México. En Sanchez Rodríguez, R (Ed), *Urbanización, Cambios globales en el ambiente y desarrollo sustentable en América Latina*. (Pp.113-133). São José dos Campos, Brasil. Instituto Interamericano para la Investigación sobre Cambio Global – IAI, Instituto Nacional de Ecología – INE, United Nations Environment Programme – UNEP.
- Macías-Cuéllar, H., Dávila-Aranda, P., Martínez-De Casto, M., Hernández-Moreno, M. 2013. Construcción de un modelo de intervención social para el manejo sustentable de ecosistemas. Memorias del XXXII Coloquio de Investigación, FES Iztacala UNAM. México.
- Mahar, D., Shneider, R. 1994. Incentives for tropical deforestation: some examples from Latin America. *En: Brown, K., D.W, Pearce (eds). The causes of tropical deforestation*. UBC Press, University of British Columbia. Vancouver, Canada. Pp.159-171.
- Manrique, L, O. 2006. Fuentes de las economías de aglomeración: Una revisión bibliográfica. *Cuadernos de Economía* 24 (45), Pp. 53-73.
- Martínez, H, V. 2008. La periferia y la transición, de lo rural a lo urbano en la zona metropolitana de Toluca, Estado de México (1990-2005). Maestría en Población y Desarrollo; FLACSO - Sede Académica de México. México. 87 p.

- Sánchez, C. C., Polanco, D. H. 2011. Pueblos, comunidades y ejidos en la dinámica ambiental de la ciudad de México. Redalyc vol.18, núm. 52. Escuela Nacional de Antropología e Historia, México. Pp. 191- 224.
- Sandoval, V., Oyarzun, V. 2004. Modelamiento y prognosis del cambio en el uso del suelo. *Qebracho. Revista de ciencias forestales*. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina. (11), Pp. 9-21.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. Informe de la situación del medio ambiente en México. México. Pp. 84-85.
- Skalar, F., Constanza, R. 1991. The development of dynamic spacial models for landscape ecology: a review and prognosis. *En: Turner, M. R., H. Gardner (eds.)*. Quantitative methods in landscape ecology, ecological studies. Vol 28. New York, Springer Verlag. Pp. 239-288.
- Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM). 2012. En línea :> <http://www.snim.rami.gob.mx/>
- Southgate, D. 1994. Tropical deforestation and agricultural development in Latin American. *En: Brown, K., D.W, Pearce (eds)*. The causes of tropical deforestation. UBC Press, University of British Columbia. Vancouver, Canada. Pp. 134-143.
- Umaña, G. E. 2002. Manejo de cuencas hidrográficas y protección de fuentes de agua. Universidad Nacional Agraria. San Nicolás, Esteli. 27p.
- Unikel, Luis., Victoria, E. 1968. Demografía y Economía. Art. Medición de algunos aspectos del desarrollo socioeconómico de las Entidades Federativas de México. 1940-1960. Vol. IV, Núm 3. Edit. Colegio de México.
- Velázquez, A., Larrazábal, A. (2001). Conservación participativa del paisaje. *En: Bocco, G., Urquijo, P., Vieyra, A. (Ed)*. Geografía y ambiente en América Latina. México. Instituto Nacional de Ecología, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Pp. 195-216.
- Williams, L. G., Robert, H. M., Isunza, V. E. 2002. La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso de suelo en la región oeste de Xalapa Veracruz, México. *Madera y Bosques* 8 (1). Pp. 73- 81.



Esta TESIS titulada,
*Análisis de la Dinámica de Cambio de Cobertura
y Uso del Terreno en los Municipios
de Jilotzingo e Isidro Fabela, Estado de México,*
fue escrita por Vladimir Anaya Zamora
para obtener el grado de Biólogo,
por parte de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala,
perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
Este libro fue impreso en México DF
en algún momento del año 2015.

