



Artículo / Article

Estado y dinámica del paisaje forestal en el municipio Cherán, Sierra Tarasca, Michoacán

State and forest landscape dynamics in *Cherán Municipality, Sierra Tarasca, Michoacán*

Carlos Arredondo León¹

Resumen

El trabajo que se describe a continuación analiza el estado y dinámica del paisaje forestal en el municipio Cherán ubicado en la parte central de la región Meseta Purépecha del estado de Michoacán. La configuración y transformación espacial del paisaje obedecen tanto a factores naturales, como socio-culturales; desde esta perspectiva, el paisaje retoma un papel protagónico al ser el elemento sintetizador de la intervención antrópica sobre el medio físico natural. La descripción realizada se basó en un inventario fotográfico y la dinámica del paisaje en información espacial georreferenciada en un sistema de información geográfica (SIG) que se obtiene a partir de la interpretación de fotografías aéreas e imágenes de satélite Landsat. Los mapas resultantes se sometieron a un análisis estadístico para calcular las superficies, los Índices de Deforestación (r) y de Transformación Media Anual (ITMA) para evaluar la magnitud del cambio en la superficie cubierta por bosque. Los resultados indican que el estado actual está subordinado, entre otros aspectos, a la situación geográfica que guardan los municipios en la región y las vías de comunicación, en tanto que la dinámica, en términos de los usos del suelo, se ha caracterizado por una larga historia de deterioro que, en las últimas tres décadas, se ha reducido por efectos de abandono con la consecuente expansión de la superficie forestal.

Palabras clave: Cherán, dinámica forestal, Meseta Purépecha, paisaje, transformación espacial, uso de suelo.

Abstract

The work described here analyzes the state and dynamics of the forest landscape in the *Cherán* municipality located in the central part of the *Meseta Purépecha* region of *Michoacán* State. The spatial configuration and transformation of the landscape is due to both natural and socio-cultural factors; from this perspective, takes a leading role as the synthesizing element of anthropic intervention on the natural physical environment. The description was based on a photographic inventory and the landscape dynamics in georeferenced spatial information in a GIS that is obtained from the interpretation of aerial photographs and Landsat satellite images. The resulting maps were subjected to a statistical analysis to calculate the surfaces, Deforestation Indices (r) and Annual Average Transformation (ITMA) to evaluate the magnitude of the change in the area covered by forest. Results indicate that the current state is subordinated, inter alia, to the geographical situation of the municipalities in the region and the communication channels, while the dynamics, in terms of land use, has been characterized by a long history of deterioration that, in the last three decades, has been reduced by the effects of abandonment with the consequent expansion of the forest area. The results indicate that the state of forest landscape is subject, among other things, to the regional geographical situation of the municipalities, while the landscape dynamics -in terms of the land uses- has been characterized by a long history of deterioration that has been diminished in the past three decades due to the abandonment of the land use, so the forest area has been gradually expanded.

Key words: *Cherán*, forest dynamics, *Meseta Purépecha* region, landscape, spatial transformation, land use.

Fecha de recepción/Reception date: 28 de julio de 2016; Fecha de aceptación/Acceptance date: 22 de diciembre de 2016.

¹ Unidad Académica de Estudios Regionales de la Coordinación de Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Correo-e: arredondo@humanidades.unam.mx

Introducción

Con el fin de explicar el impacto de los procesos de ocupación y uso del suelo sobre la dinámica ambiental y del paisaje en las áreas de montaña desde una perspectiva espacio-temporal, la investigación científica de las últimas décadas se ha enfocado en el diagnóstico del estado actual y tendencias de los Cambios de Cobertura y Uso del Suelo (CCUS). Su estudio se ha hecho en relación con las actividades humanas que intervienen en diversos procesos ambientales de relevancia global (Houghton, 1994; Ojima *et al.*, 1994; Riebsame y Parton, 1994; Schweik *et al.*, 1997; Price, 1999; Olsson *et al.*, 2000; Tekle and Hedlund, 2000; Turner *et al.*, 2003), como la deforestación, el cambio climático (Houghton *et al.*, 1999) y la degradación de suelos (Tolba *et al.*, 1992), los cuales han sido señalados como factores que impactan en las estructuras y funciones del sistema ambiental y del paisaje (Kasperson *et al.*, 1995; Everham y Brokaw, 1996; Vitousek *et al.*, 1997), a distintas escalas de análisis: global, regional y local (Cortina *et al.*, 1998).

Se ha determinado que una de las repercusiones más graves del cambio de uso del suelo es la deforestación (Bocco *et al.*, 2001). A este proceso (de desaparición de las masas forestales, fundamentalmente causado por las actividades humanas) se atribuye que grandes extensiones de bosque del planeta hayan sido reducidas -en 44 % (Houghton, 1994), con los consecuentes graves daños en el sistema ambiental y los paisajes de montaña. El problema se agrava al considerar que los bosques remanentes tras el proceso de deforestación experimentan diversos grados de fragmentación. Como tal se entiende al proceso de segregación espacial de entidades que, al ser segmentadas, manifiestan una disminución del hábitat original, incremento de la heterogeneidad paisajística y mayor aislamiento de los fragmentos (He *et al.*, 2000; Carsjens y Lier, 2002; Jongman, 2002).

Del territorial nacional total, 89.60 % de la superficie corresponde a tierras rústicas; de ellas, 37.60 % son propiedad privada y 51.4 % son de propiedad social, y se distribuye entre 3 500 000 ejidatarios y comuneros. Así también, la gran mayoría de las áreas forestales y corrientes de agua, recursos minerales, flora y fauna de México se hallan bajo este régimen de propiedad (Inegi-Semarnat, 2000). Robles y Concheiro (2004) señalan que, de los más de 29 000 pueblos y comunidades rurales, 82 % cuenta con al menos un recurso natural susceptible de ser aprovechado. De hecho, agregan estos autores que 28 % de los bosques y la mitad de las selvas que existen en el país pertenecen a pueblos indígenas.

En México, la explosión demográfica, el reparto agrario, el desarrollo y la expansión de las actividades agrícolas aunado al programa de desmontes y ganaderización han sido señalados entre las principales causas de la transformación de

Introduction

In order to explain the impact of the processes of occupation and land use on the environmental and landscape dynamics in mountain areas from a space-time perspective, the scientific research of the last decades has focused on the diagnosis of the present state and trends in Coverage Changes and Land Use (CCUS, for its acronym in Spanish). Its study has been made in regard to human activities involved in several environmental processes of global relevance (Houghton, 1994; Ojima *et al.*, 1994; Riebsame and Parton, 1994; Schweik *et al.*, 1997; Price, 1999; Olsson *et al.*, 2000; Tekle and Hedlund, 2000; Turner *et al.*, 2003), such as deforestation, climate change (Houghton *et al.*, 1999) and soil degradation (Tolba *et al.*, 1992), which have been identified as factors that impact on the structures and functions of the environmental and landscape systems (Kasperson *et al.*, 1995; Everham and Brokaw, 1996; Vitousek *et al.*, 1997), at different scales of analysis: global, regional and local (Cortina *et al.*, 1998).

It has been determined that one of the most serious impacts of land use change is deforestation (Bocco *et al.*, 2001). To this process (the disappearance of forest masses, mainly caused by human activities) is attributed the fact that large tracts of forest on the planet have been reduced by 44 % (Houghton, 1994), with consequent serious damage to the environmental system and mountain landscapes. The problem gets worse when the remaining forests, after the deforestation process, experience varying degrees of fragmentation. As such, it is understood the process of spatial segregation of entities that, when segmented, manifest a decrease of the original habitat, increase of the landscape heterogeneity and greater isolation of the fragments (He *et al.*, 2000; Carsjens and Lier, 2002; Jongman, 2002).

Of the total national territory, 89.60 % of the surface corresponds to rustic lands; from these, 37.60 % are privately owned and 51.4 % are socially owned, and it is distributed among 3 500 000 *ejidatarios* and *comuneros*. Also, the vast majority of Mexico's forest areas and watercourses, mineral resources, *flora* and *fauna* are under this ownership regime (Inegi-Semarnat, 2000). Robles and Concheiro (2004) point out that of the more than 29 000 villages and rural communities, 82 % have at least one natural resource that can be exploited. In fact, they add, that 28 % of the forests and half of the forests that exist in the country belong to indigenous peoples.

In Mexico, demographic explosion, agrarian distribution, development and expansion of agricultural activities coupled with the deforestation and livestock program have been identified as the main causes of the transformation of land uses. For example, between 1970 and 1990 there was a 39 % increase in agricultural land, while the area devoted to livestock production rose to 15 % (Inegi-Semarnat, 2000). Due to the

los usos de suelo. Por ejemplo, de 1970 a 1990 se registró un incremento de 39 % de los terrenos agrícolas, mientras que el área dedicada a la ganadería ascendió a 15 % (Inegi-Semarnat, 2000). Debido a lo anterior, la pérdida de superficie arbolada en el país fue de más de 42.7 millones de hectáreas (Semarnap, 1998), de los cuales 82 % se debieron a la deforestación, 2 % a los cambios de uso del suelo, 4 % a los incendios forestales y 8 % a la tala ilegal, lo que dio por resultado que la proporción de la cobertura forestal *per capita* esté por debajo de la media mundial (Maser, 1996; Velásquez *et al.*, 2001).

Dentro de ese marco, Michoacán es una de las entidades federativas del país más afectadas por los cambios no planificados de uso de suelo (Maser, 1996; Semarnap, 1998; Bocco *et al.*, 1999). De acuerdo con dichos autores, Michoacán perdió 513 644 ha de bosques templados en el periodo de los años setenta y noventa del siglo pasado, en tanto que la superficie con disturbio ascendió a 1 355 878 ha (21.51 % del total de los bosques), tan sólo superada por el área destinada a la agricultura y los pastizales (24.61 %). El área ocupada por cultivos semipermanentes aumentó 13 veces (de 39 784 ha a 508 009 ha), en tanto que la de bosques se redujo en 28.40 % (de 1 811 232 ha a 1 297 188 ha) (Inegi-Semarnat, 2000).

Durante el mencionado lapso de tiempo, la tasa de deforestación anual fue de 1.8 % y las tendencias se dirigen hacia la intensificación de la deforestación, misma que podría llevar al retroceso del área forestal en 55.9 % respecto de su situación en los años setenta. En el caso de los bosques templados, solo tienen 23 % de probabilidad de conservarse, frente a 36 % de convertirse en bosques abiertos (Bocco *et al.*, 2001).

En contraste con las evidencias que señalan la reducción de la superficie forestal en Michoacán, Cortina *et al.* (1998) observaron sensibles procesos de regeneración de los bosques que se adjudican a la crisis económica de principios de los años ochenta, al súbito incremento en el costo de la producción y a los cambios en las políticas ambientales y forestales. Más que una política de conservación, otros autores señalan que la recuperación de los bosques es efecto de la migración y de los cambios estructurales en el desarrollo rural, los cuales llevaron entre 1980 y 2000 (Velásquez *et al.*, 2003) al abandono de las tierras en el primer caso y, a la organización de grupos indígenas dedicados a la conservación de los bosques con prácticas ecoturísticas, en el segundo. Asimismo, Reyes *et al.* (2003) refieren que, si bien algunos financiamientos otorgados de 1993 a 1995 (entre ellos el programa de reforestación gubernamental) tuvieron a bien mejorar las condiciones del campo, fueron destinados al sustento económico familiar por los campesinos, lo que frenó la extracción de madera y propició la conservación de los espacios forestales.

above, the loss of wooded area in the country was more than 42.7 million hectares (Semarnap, 1998), of which 82 % were due to deforestation, 2 % to changes in land use, 4 % to forest fires and 8 % to illegal logging, leaving the proportion of forest cover *per capita* below the world average (Maser, 1996; Velásquez *et al.*, 2001).

Within this framework, Michoacán is one of the states most affected by unplanned land use changes (Maser, 1996; Bocco *et al.*, 1999; Semarnap, 1998). According to these authors, Michoacán lost 513 644 ha of temperate forests in the period between the '70s and '90s of last century, while the disturbed surface reached 1 355 878 ha (21.51 % of the total forests), only surpassed by the area for agriculture and the grasslands (24.61 %). For example, the area occupied by semi-permanent crops increased 13 times (from 39 784 ha to 508 009 ha), while the forest area decreased by 28.40 % (from 1 811 232 ha to 1 297 188 ha) (Inegi-Semarnat, 2000).

During this period, the annual deforestation rate was 1.8 % and the trends are directed towards the intensification of deforestation, which could lead to a decline of forest area by 55.9 % compared to its situation in the 1970s. Temperate forests are only 23% likely to be conserved, compared to 36 % that might become open forests (Bocco *et al.*, 2001).

In contrast to the evidence that indicates the reduction of the forest area in Michoacán, Cortina *et al.* (1998) found significant processes of regeneration of the forests attributed to the economic crisis of the early 1980s, the sudden increase in the cost of production, and changes in environmental and forest policies. More than a conservation policy, other authors point out that the recovery of forests is an effect of migration and structural changes in rural development, which led, between 1980 and 2000 (Velásquez *et al.*, 2003) to abandonment of lands in the first case, and the organization of indigenous groups dedicated to the conservation of forests with ecotourism practices, in the second. Reyes *et al.* (2003) also point out that, although some financing granted between 1993 and 1995 (including the government reforestation program) was intended to improve the conditions in the countryside, they were allocated to family economic sustenance by peasants, which stopped the extraction of wood and favored the conservation of the forest spaces.

One of the most affected areas by unplanned land use changes in the state of Michoacán is the *Purépecha* region. This region is located in the central and northwestern portion of the state of Michoacán, in a mountainous area (6 000 km²) that extends between 1 600 and 3 200 masl of the Transversal Neovolcanic Axis. The climate is predominantly subhumid temperate; however, the orientation of the slopes and altitudinal slope (1 600 m) that exhibit its mountains of volcanic origin generate three subtypes: temperate humid, semi-warm

Una de las áreas más afectadas por los cambios de uso de suelo no planificados en el estado de Michoacán es la región Purépecha, que se localiza en la porción centro y noroccidente de la entidad, en una zona montañosa (6 000 km²) que se extiende en un intervalo altitudinal de 1 600 a 3 200 m del Eje Neovolcánico Transversal. El clima predominante es templado subhúmedo; sin embargo, la orientación de las laderas y el desnivel altitudinal (1 600 m) que exhiben sus montañas de origen volcánico generan tres subtipos: el templado húmedo, el semicálido húmedo y el semifrío húmedo, todos con abundantes lluvias en verano, una precipitación media anual entre 1 260 y 1 500 mm. Su población se concentra en 22 municipios, principalmente; aunque, la presencia indígena en la región (23 % de la población total de la región) se reúne únicamente en 14 municipios, de los cuales siete se consideran indígenas, cuatro con presencia indígena y tres con población indígena dispersa (CDI, 2006).

Estudios recientes indican, por ejemplo, que entre 1976 y 2000 la región Purépecha perdió 17 484 ha de bosques que se convirtieron por cambio de uso de suelo en otro tipo de cobertura, con una tasa de cambio anual de -0.34, en tanto que los cultivos aumentaron su superficie a 11 163 ha, con una tasa positiva de cambio igual a 0.29 % (Garibay y Bocco, 2007). Estos datos reflejan que la región ha estado sometida en las últimas décadas a procesos intensos de cambio de uso de suelo que reflejan la antropización del paisaje regional. Se estima que durante el periodo 1976-2000 la tasa de deforestación del bosque primario y la superficie agrícola convertida en cultivos de aguacate fue de 1.8 (7 343 ha) y 3 % (12 268 ha), respectivamente; y que la permanencia de esta plantación se elevó a más de 34 606 ha (8.5 %). Garibay y Bocco (2007) aseveran que los cambios de uso de suelo en la región, como resultado del declive del mercado regional, se asocian a tres principales procesos: a) especialización regional en el aprovechamiento forestal, b) la expansión del monocultivo de aguacate y, c) la quiebra del sistema agrícola maicero-ganadero.

El presente estudio se enfocó en el estado actual y la dinámica que exhibe el paisaje forestal en el municipio Cherán, y se partió del supuesto de que la tenencia de la tierra es causa probable que los explica, a partir de la indefinición jurídica de las tierras comunales. Situación que funge como detonante de los conflictos que se verifican entre dichas propiedades y los linderos con otras comunidades indígenas o ejidos, disputas internas en la misma comunidad, desobediencias que inducen a la tala clandestina, lo que propicia intensos procesos de deforestación.

humid and semi-humid humid, all with abundant rains in summer, with an average annual rainfall between 1 260 and 1 500 mm. Its population is concentrated in 22 municipalities, mainly; however, the indigenous presence in the region (23 % of the total population of the region) is gathered in only 14 municipalities, of which seven are considered indigenous, four with indigenous presence and three with dispersed indigenous populations (CDI, 2006).

Recent studies indicate, for example, that between 1976 and 2000, the *Purépecha* region lost 17 484 ha of forests converted by land-use change into another type of cover with an annual exchange rate of -0.34, while the crops increased to 11 163 hectares with a positive rate of change equal to 0.29 % (Garibay and Bocco, 2007). These data reflect that the region has been subject in the last decades to intense processes of change of land use that reflect the anthropization of the regional landscape. It is estimated that during the 1976-2000 period the rate of deforestation of the primary forest and the agricultural area converted into avocado crops was 1.8 (7 343 ha) and 3 % (12 268 ha), respectively, and that the permanence of this plantation rose to more than 34 606 ha (8.5 %). Garibay and Bocco (2007) point out that changes in land use in this region as a result of the regional market decline are associated with three main processes: a) regional specialization in forest harvesting, b) the expansion of avocado monoculture and, c) the bankruptcy of the maize-cattle farming system.

The actual study focused on the current state and the dynamics exhibited by the forest landscape in *Cherán* municipality starting from the assumption that land tenure is the probable cause that explains them, from the law lack of definition in communal lands. This situation acts as a starting agent of the conflicts that occur in such lands and the limits with other indigenous communities or ejidos, internal disputes within the same community, disobediences that induce undercover felling, which favors intense deforestation processes.

Materials and Methods

The study area

Cherán (221 km²) is one of the 11 municipalities that make up the *Purépecha* region. It is located in the central part of the region at a height above sea level of 2 400 m, and shares the territorial space with *Zacapu*, *Nahuatzen*, *Paracho* and *Chilchota* municipalities. Here prevails a temperate climate with rains in summer, with temperatures of 4.1 to 25.4 °C and an annual rainfall near 930 mm, which generates a bioclimatic floor conformed mainly by mixed forests of pine-oak where forest harvesting takes place and to a lesser extent, but not least important, temporary agriculture.



Materiales y Métodos

Zona de estudio

Cherán se localiza en la parte central de la región a una altura sobre el nivel del mar de 2 400 m, y comparte el espacio territorial con los municipios Zacapu, Nahuatzen, Paracho y Chilchota. Prevalece un clima templado con lluvias en verano, con temperaturas de 4.1 a 25.4 °C y una precipitación pluvial anual cercana a los 930 mm, lo que genera un piso bioclimático conformado, principalmente, por bosques mixtos de pino-encino donde se desarrolla el aprovechamiento forestal y en menor cuantía, pero no menos importante, la agricultura de temporal (Figura 1).

Del total de asentamientos humanos (17) que registra el municipio, dos representan 96 % de su población total: la cabecera municipal del mismo nombre (12 331 habitantes) y la comunidad de Tanaco (2 860 habitantes) (Inegi, 2005).

Of the total number of human settlements (17) recorded by Cherán municipality, two represent 96 % of its total population: the municipal head of the same name (12 331 inhabitants) and the community of Tanaco (2 860 inhabitants) (Inegi, 2005).

A first phase of the present work consisted on describing the state of the landscape from a physical-geographical and anthropic perspective of Cherán municipality with the aim of contextualizing it at the local and regional levels.

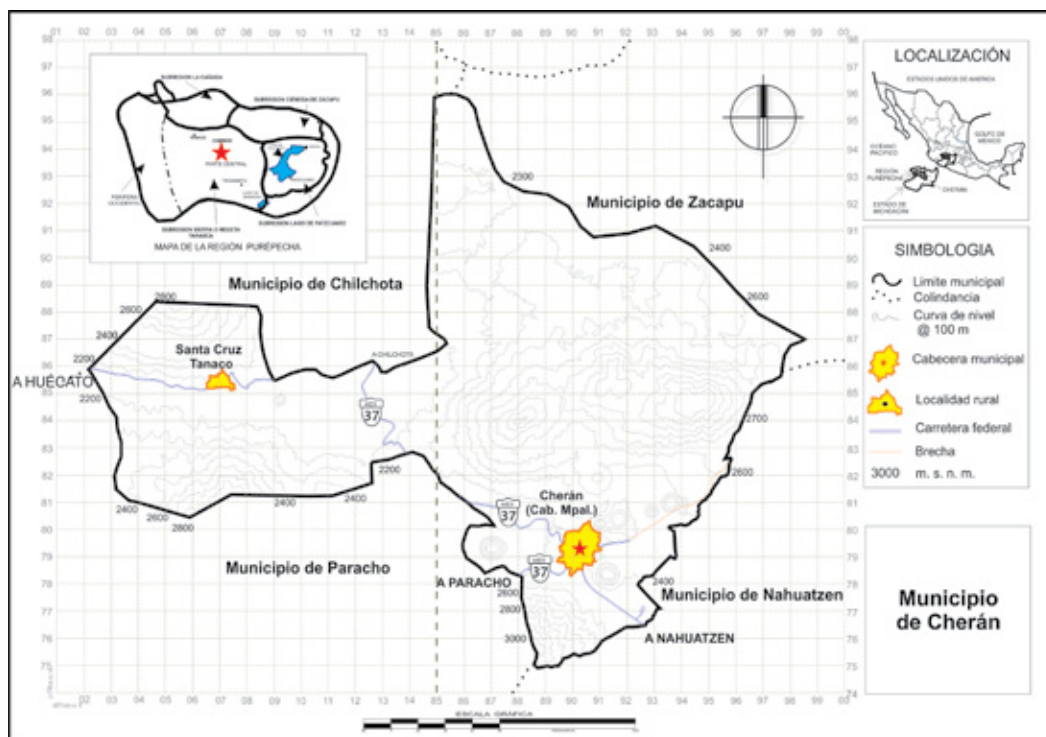


Figura 1. Municipio Cherán.
Figure 1. Cherán municipality.

Una primera fase del presente trabajo consistió en describir el estado del paisaje desde una perspectiva físico-geográfica y antrópica del municipio Cherán con el propósito de contextualizarlo en los ámbitos local y regional.

The dynamics of the landscape were addressed in three periods: 1976-1986, 1986-2000 and 1976-2000. Thus, land cover maps based on the interpretation of aerial photographs (scale 1: 75 0000) (Inegi, 1995), Landsat MSS satellite images of 1976 and 1986 and Landsat ETM of 2000 were elaborated in SIG (ILWIS ver 3.0). The photographs were converted to digital

La dinámica del paisaje se abordó en tres periodos: 1976-1986, 1986-2000 y 1976-2000. Para ello, se elaboraron en SIG (ILWIS ver. 3.0) los mapas de cubiertas de suelo, a partir de la interpretación de fotografías aéreas (escala 1:75 000) (Inegi, 1995), e imágenes de satélite Landsat MSS de 1976 y 1986, y Landsat TM de 2000. Las fotografías fueron convertidas a formato digital a una resolución de 500 DPI e importadas al SIG con una resolución de 2 m por píxel (Campbell, 1996). Las imágenes de satélite se georreferenciaron por medio del método *Tie-Points*, para lo cual se elaboró el Modelo Digital del Terreno (DTM), con base en datos altitudinales en formato DXF de Inegi (1995), con ocho puntos de control como mínimo extraídos del mapa de usos de suelo y vegetación a escala 1: 50 000. Para verificar la correcta sobreposición de las imágenes se utilizó el índice de precisión RMSE o SIGMA < 2 (ITC, 2001).

Se consideró un área mínima cartografiable de 4 ha (Campbell, 1996), para ello se utilizaron las fotografías aéreas de 1995, las cuales ofrecen la mejor resolución (2 m por píxel), y en el mapa resultante se interpretan las imágenes de satélite; primero las más recientes y de mejor resolución (2000 y 1986) y luego la imagen de 1976, cuya interpretación se realizó sobre el mapa de cubiertas del año 1986. Para evitar fallos debidos a la diferente resolución de las imágenes, las cubiertas se digitalizaron, mediante un método de interpretación de clase "visual" (Mas and Ramírez, 1996; Arnold, 1997; Chuvieco, 2002; Slaymaker, 2003), el cual consiste en una serie de técnicas de interpretación directas, asociativas y deductivas para diferenciar los "rasgos" de las cubiertas sobre las imágenes (Powers y Khon, 1959; Enciso, 1990; Mas y Ramírez, 1996). Para obtener una mejor diferenciación de las cubiertas se usaron compuestos de color (rojo, verde y azul): 2, 3, 4 en Landsat MSS, y 3,2,1 (color natural) y 4, 5, 7 (falso color) en Landsat TM.

Para establecer la clase de las cubiertas de suelo se consideró el origen -natural/cultural-, el desarrollo fisonómico de la vegetación, la clase y la intensidad del uso del suelo, así como la permanencia del disturbio asociado al uso. Para verificar, adecuar y, en su caso, corregir la información cartográfica y la clasificación se tomaron en cuenta los criterios del mapa de uso del suelo y vegetación 1:50 000, además de realizar inspecciones y entrevistas de campo.

Los mapas resultantes se sometieron a un análisis estadístico para evaluar la magnitud de la dinámica de las cubiertas de suelo. Los datos obtenidos en SIG fueron exportados a un paquete estadístico para calcular las superficies, los Índices de Deforestación (r) (Dirzo y García, 1992) y de Transformación Media Anual (ITMA) (Nascimento, 1995).

Índice de Transformación Media Anual (ITMA) propuesto por Nascimento (1995):

$$k = [(x_i / X_0)^{1/n}] - 1$$

format at a resolution of 500 DPI and imported into the GIS with a resolution of 2 m per pixel (Campbell, 1996). The satellite images were georeferenced using the Tie-Points method, for which the Digital Terrain Model (DTM) was elaborated from altitude data in Inegi (1995) DXF format, with at least eight control points extracted from the map of land use and vegetation at a scale of 1: 50 000. In order to verify the correct overlap of the images, the RMSE or SIGMA = <2 precision index (ITC, 2001) was used.

A minimum map area of 4 ha (Campbell, 1996) was considered from aerial photographs of 1995, which offer the best resolution (2 m per pixel), and from the resulting map, satellite images are interpreted; first the most recent and best resolution (2000 and 1986) and then the 1976 image, whose interpretation was made on the map of covers of the year 1986. To avoid errors due to the different resolution of the images, the covers are digitized by a method of interpretation of "visual" class (Mas and Ramírez, 1996; Arnold, 1997; Chuvieco, 2002; Slaymaker, 2003), which consists of a series of direct, associative and deductive techniques of interpretation to differentiate "traits" from the covers on the images (Powers and Khon, 1959; Enciso, 1990; Mas and Ramírez, 1996). In order to obtain a better differentiation of the covers, red, green and blue color compounds were used: 2, 3, 4 in Landsat MSS and 3, 2, 1 (natural color) and 4, 5, 7 (false color) in Landsat TM.

To establish the class of the covers of land, the natural / cultural origin, the physiognomic development of vegetation, the class and the intensity of land use, as well as the permanence of the disturbance associated to the use were considered. In order to verify, adapt and, if necessary, correct the cartographic and classification information, the criteria of the 1:50 000 map of land use and vegetation were considered, also carrying out inspections and field interviews.

The resulting maps were subjected to a statistical analysis to evaluate the magnitude of soil cover dynamics. The data obtained in GIS were exported to a statistical package to calculate the surfaces, the Deforestation Indices (r) (Dirzo and García, 1992) and the Annual Average Transformation index (ITMA) (Nascimento, 1995).

Annual Average Transformation index (ITMA) proposed by Nascimento (1995):

$$k = [(x_i / X_0)^{1/n}] - 1$$



Donde:

k = Índice de Transformación Media Anual (ITMA)
 x_0 = Cobertura del suelo al inicio del periodo
 x_1 = Cobertura del suelo al final del periodo
 n = Tiempo del periodo

Índice de Deforestación (r)

$$r = 1 - [1 - (A1 - A2/A1)]^{1/t}$$

Donde:

r = Índice de Deforestación
 $A1$ = Área forestal al inicio del periodo
 $A2$ = Área forestal al final del periodo
 t = Lapso en años

A partir de estos índices, se elaboraron matrices de transición para medir y clasificar los cambios según dos tipos de procesos y cuatro variantes: a) positivos -conservación y regeneración- y b) negativos -intensificación y disturbio. Los primeros contemplan: a) conservación o permanencia de bosques maduros con uso forestal disperso, y b) regeneración o sustitución de un tipo de cobertura por otra de mayor "naturalidad" y desarrollo (se toma como referencia a la vegetación madura).

Resultados

Estado del paisaje

Del total del área del municipio Cherán, 63.68 % son bosques naturales mixtos de pino-encino (BPQ) entre otras formaciones de bosques, seguido de la vegetación secundaria (MP=26.05 %) que corresponde a los matorrales y pastizales. Los cultivos de temporal (CT) existen en 8.75 % del territorio. El municipio se caracteriza por presentar un elevado número de parches de vegetación secundaria (MP=320) que representan 87.91 % de la fragmentación total y 26.05 % de la superficie municipal. Sobresale la presencia de parches entre una y cinco hectáreas (168). Los fragmentos de bosques (BPQ=33), dos de ellos son extensos y compactos, constituyen 9.06 % del total y 63.68 % del área del municipio; uno mide 9 547.69 ha y otro 2 488.88 ha. Los asentamientos humanos (AH) están conformados, principalmente, por la cabecera municipal (0.85 %) y la tenencia de Santa Cruz Tanaco (0.16 %); mientras que, la representación paisajística del suelo desprovisto de vegetación o sin vegetación aparente (SDV=0.48 %) es escasa.

El paisaje del sistema forestal

Está integrado por los bosques templados de coníferas y encino, constituidos, a su vez, por masas puras de oyamel (*Abies religiosa* (Kunth) Schldl. et Cham.) y pino (*Pinus* spp.); así como mixtos de pino-encino (*Pinus-Quercus*). El bosque de oyamel, al igual que en otras partes de la Meseta Purépecha,

Where:

k = Annual Average Transformation index (ITMA)
 x_0 = Soil cover at the beginning of the period
 x_1 = Soil cover at the end of the period
 n = Time of the period

Deforestation Index (r)

$$r = 1 - [1 - (A1 - A2/A1)]^{1/t}$$

Where:

r = Deforestation Index
 $A1$ = Forest area at the beginning of the period
 $A2$ = Forest area at the end of the period
 t = Lapse in years

From these indexes, transition matrixes were made to measure and classify changes according to the kind of process and four variations: a) positive -conservation and regeneration- and b) negative -intensification and disturb. The first ones include a) conservation or permanence of full-grown forests with disperse forest use, b) regeneration or substitution of one type of cover by other of greater "naturality" and development (the mature vegetation is taken as a reference).

Results

Landscape state

Of the total area of *Cherán* municipality, 63.68 % corresponds to mixed natural forests of pine-oak (BPQ) among other forest formations, followed by secondary vegetation (MP = 26.05 %) which is made up by shrubland and grassland. Temporary (TC) crops occur in 8.75 % of the territory. This municipality is characterized by a high number of patches of secondary vegetation (MP = 320) that represent 87.91 % of the total fragmentation and 26.05 % of the surface of the municipality. The presence of patches between one and five hectares stands out (168). Forest fragments (BPQ = 33), two large and compact, constitute 9.06 % of the total area and 63.68 % of the surface of the municipality; one measures 9 547.69 ha and another one of 2 488.88 ha. Human settlements (AH) are gathered mainly by the municipal head (0.85 %) and *Santa Cruz Tanaco* (0.16 %); and the landscape representation of the soil devoid of vegetation or without apparent vegetation (SDV = 0.48 %) is scarce.

The landscape of the forest system

This type of landscape is composed of temperate coniferous and oak forests, which are composed of pure fir masses (*Abies religiosa* (Kunth) Schldl. et Cham.) and pine (*Pinus* spp.), as well as mixed pine-oak (*Pinus-Quercus*). In the fir forest, as in other parts of the *Meseta Purépecha*, it can be found in the form of isolated patches on a hill, a slope or a glen. The bioclimatic

forma manchones aislados en un cerro, una ladera o una cañada. El piso bioclimático de esta formación vegetal requiere precipitaciones superiores a los 1 000 mm y una temperatura media anual de 7 a 15 °C.

Dicha comunidad vegetal presenta los tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo; el primero de los cuales alcanza una altura promedio de 30 m. Las copas de la especie dominante suelen proyectarse entre 80 y 100 % del territorio (Rzedowski, 1988). Si la cantidad de luz que penetra al interior del bosque es suficiente se desarrolla un sotobosque conformado por un estrato arbustivo moderadamente denso, representado por *Arctostaphylos arguta* (Zucc.) D C., *Symphoricarpos microphyllus* (Humb.& Bonpl. ex Schult.) Kunth, *Ribes ciliatum* Humb. et Bonpl. ex Roem et Schult., *Salix oxylepis* C. K. Schneid, *Solanum cervantesii* Lag, *Acaena elongata* L. y *Salvia* spp., entre otras; y un estrato herbáceo integrado por *Echeveria secunda* Booth ex Lindl., *Eupatorium glabratum* Kunth, *Peperomia campyloptropa* A. W. Hill, *Sigesbeckia jorullensis* Kunth, *Stellaria cuspidata* Willd. ex Schtdl., *Senecio* spp.

Lo contrario ocurre en ausencia de luz solar, pues cuando la luz es insuficiente en el sotobosque del bosque de oyamel, la vegetación es escasa. En tal caso se desarrolla una cubierta de suelo compuesta por musgos que llegan a cubrir 60 y hasta 95 % de la superficie (Madrigal, 1967).

Aun cuando este bosque forma masas puras, es común que forme asociaciones con pinos (*Pinus* spp.), encinos (*Quercus* spp.), aile (*Alnus acuminata* Kunth), madroños (*Arbutus* spp.), ahuejote (*Salix paradoxa* Kunth), cedro blanco (*Cupressus lusitanica* Mill.) y jабoncillo (*Clethra mexicana* DC.), entre otros taxa arbóreos (Carranza, 2005). Se localiza en las cumbres más sobresalientes del municipio Cherán: los cerros San Marcos, El Pajarito y Pito Real.

Existen asociaciones de pino en su forma pura o asociadas con otros árboles; por ejemplo, madroño (*Arbutus*) y encino (*Quercus*).

Rzedowski (1988) definió que la estructura y el comportamiento estacional de cada bosque mixto de pino-encino depende de la proporción relativa de la dominancia de cualquiera de los dos. Son bosques típicos de la zona ecológica templada subhúmeda, miden de 8 a 12 m de altura, donde predominan una o más especies de *Quercus* y de *Pinus*; es común que solo dominen los segundos ya que este género demanda más luz, en tanto que los encinos toleran mejor la sombra y forman un subdosel arbóreo. Por lo general, se reconocen uno o dos estratos arbóreos y arbustivos; del último destacan los géneros *Agave*, *Archibaccharis*, *Baccharis*, *Eupatorium*, *Juniperus*, *Quercus* y *Senecio*. Al estrato herbáceo lo representan las familias Lamiaceae, Rosaceae y Apiaceae, principalmente.

floor of this plant formation requires rainfall above 1 000 mm and an average annual temperature of 7 to 15 °C.

This plant community presents the three strata: arboreal, shrub and herbaceous; The first of which reaches an average height of 30 m. Cups of the dominant species usually project between 80 and 100 % of the land (Rzedowski, 1988). If the amount of light penetrating into the interior of the forest is sufficient, an understory is formed by a moderately dense shrub, represented by *Arctostaphylos arguta* (Zucc.) D C., *Symphoricarpos microphyllus* (Humb.& Bonpl. ex Schult.) Kunth, *Ribes ciliatum* Humb. et Bonpl. ex Roem et Schult., *Salix oxylepis* C. K. Schneid, *Solanum cervantesii* Lag, *Acaena elongata* L. and *Salvia* spp., among others and a herbaceous stratum composed of *Echeveria secunda* Booth ex Lindl., *Eupatorium glabratum* Kunth, *Peperomia campyloptropa* A. W. Hill, *Sigesbeckia jorullensis* Kunth, *Stellaria cuspidata* Willd. ex Schtdl. and *Senecio* spp., among other species.

The opposite happens in the absence of sunlight, since when light is insufficient in the understory of the fir forest, the vegetation becomes scarce. In this case, a soil cover composed of mosses that cover 60 and up to 95 % of the surface develops (Madrigal, 1967).

Although this forest forms pure masses, it is common to find associations with pine (*Pinus* spp.), oak (*Quercus* spp.), adler (*Alnus acuminata* Kunth), strawberry tree (*Arbutus* spp.), ahuejote (*Salix paradoxa* Kunth), white cedar (*Cupressus lusitanica* Mill.) and jабoncillo (*Clethra mexicana* DC.), among other tree species (Carranza, 2005). This community is located in the most outstanding peaks of Cherán municipality, San Marcos, El Pajarito and Pito Real hills.

There are associations of pine in its pure form or associated with other tree species, one of which is madroño (*Arbutus*) and oak (*Quercus*).

Rzedowski (1988) stated that the seasonal structure and behavior of each mixed pine-oak forest depends on the relative proportion of the dominance of either. These forests typical of the subhumid temperate zone are 8 to 12 m high where one or more species of *Quercus* and *Pinus* prevail; regularly only the second dominate since this genus demands more light, while the oaks better tolerate the shade and form an arboreal under canopy. One or two arboreal and shrub strata are generally recognized; from it, the *Agave*, *Archibaccharis*, *Baccharis*, *Eupatorium*, *Juniperus*, *Quercus* and *Senecio* genera stand out. The herbaceous strata are mainly represented by Lamiaceae, Rosaceae and Apiaceae.

The pine-oak forest is the most representative type of vegetation in the studied municipality. It is distributed in transition zones in the development of pure oak or pine forests,

El bosque de pino-encino es el tipo de vegetación más representativo en el municipio bajo estudio. Se distribuye en zonas de transición de bosques puros de encino o de pino, y en muchos de los casos es la vegetación clímax de las montañas. Se les ubica en los cerros de Pacaracua, El Chatín, La Virgen, Marijuata, Cuinguitapu y San Marcos, así como sobre los volcanes monogenéticos Juanyan y Cucundicata (Figura

and in many cases it is the mountainous climax vegetation. They are located in the *Pacaracua, El Chatín, La Virgen, Marijuata, Cuinguitapu* and *San Marcos* hills, as well as on the *Juanyan* and *Cucundicata* monogenetic volcanoes (Figure 2).

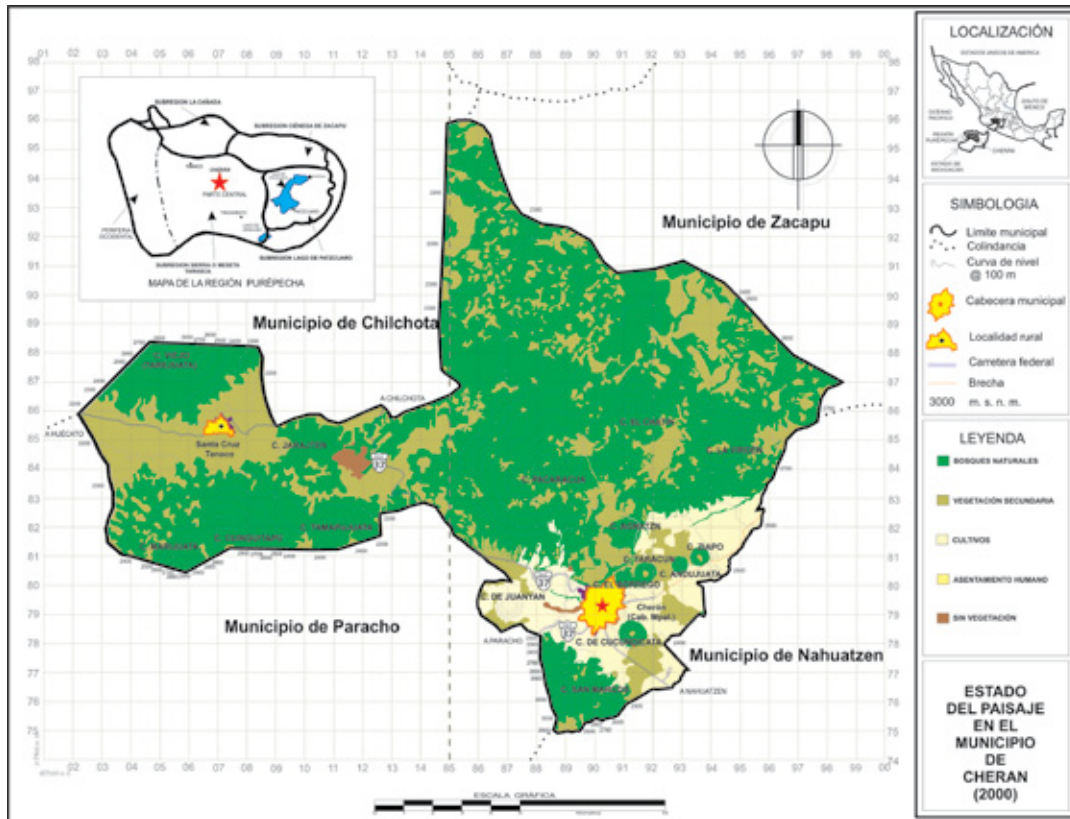


Figura 2. Estado del paisaje en el municipio Cherán, Michoacán (2000).
 Figure 2. Landscape state in Cherán municipality (2000).

Dinámica del paisaje

De los procesos que se presentaron entre 1976, 1986 (Figura 3) y 2000 (Figura 2) llama la atención la conservación que llegó a 59.32 % del total. Esta representatividad fue similar para los periodos de 1976 a 1986 (63.33 %) y de 1986 a 2000 (61.15 %). De igual manera, se exhibe la intensificación de MP y CT como el segundo con mayor permanencia, y el más marcado en el primer lapso considerado (34.93 %) y de menor intensidad de 1986 a 2000 (29.94 %).

La regeneración y el disturbio mostraron valores al alza en los tres intervalos, como lo demuestra, por ejemplo, la regeneración —de MP a BPQ, principalmente— que de 1976 a 1986 pasó de 0.92 % a 4.34 % de 1986 a 2000, y se estableció en 6.19 % durante todo el periodo (1976 a 2000).

Landscape dynamics

Of the processes that were present between 1976, 1986 (Figure 3) and 2000 (Figure 2), attention is drawn to the conservation that reached 59.32 %. This representation was similar for the periods 1976 to 1986 (63.33 %) and from 1986 to 2000 (61.15 %). In the same way, the intensification of MP and CT as the second one with greater permanence, and the most highlighted in the first period (34.93 %) and of lower intensity between 1986 and 2000 (29.94 %), were exhibited.

Regeneration and disturbance showed upward values in all three intervals, as shown by, for example, regeneration - from MP to BPQ, mainly - from 1976 to 1986, from 0.92 % to 4.34 % from 1986 to 2000, and was established at 6.19 % during the whole period (1976 to 2000).

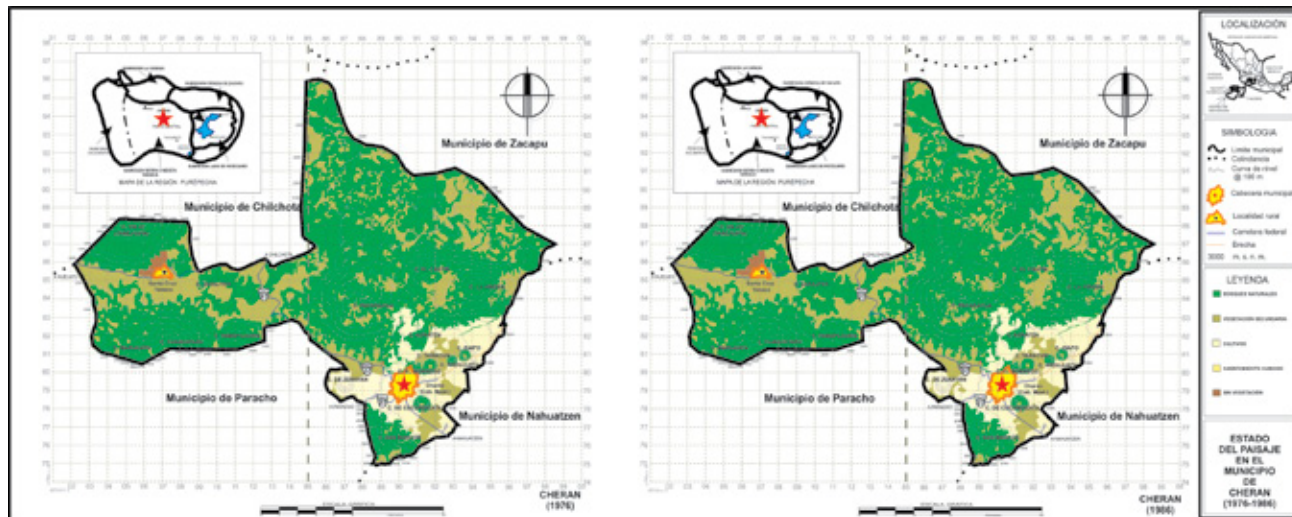


Figura 3. Estado del paisaje en 1976 y 1986.
 Figure 3. State of the landscape in 1976 and 1986.

En un periodo de 30 años a escala municipal, la permanencia más significativa fue BPO y MP; en tanto que el cambio más notorio fue el paso de MP a BPO (4.09 %), y viceversa, de BPO a MP (4.19 %). Se observa, además, la regeneración de MP (1.34 %) por un cese de las actividades agrícolas, entre ellas, la agricultura de temporal. También se presta atención a la intervención de los habitantes de Cherán sobre la vegetación secundaria para convertir terrenos sin aprovechamiento en cultivos de temporal que, a partir del cambio de uso de suelo, son potencialmente aptos para los asentamientos humanos (AH=0.62 %). La cubierta de mayor dinamismo y que experimentó más modificaciones fue la vegetación secundaria (MP= 4.991 %), seguida de los bosques de pino-encino (BPO=4.786 %) y los cultivos de temporal (CT=1.67 %).

El Índice de Transformación Media Anual (ITMA) para el periodo 1976-2000 destaca a AH como la cubierta con mayor índice de cambio (ITMA= 0.0566), debido a los altos valores que alcanzó ITMA de 1986 a 2000 (0.0867). Si bien BPO aumentó su superficie entre 1976 y 1986 (0.14 km²), este índice revela una pérdida hacia el segundo periodo (1986-2000) (0.8623 km²), al pasar de 143.63 a 142.77 km² con valores de ITMA= -0.0004, lo que confirma su respectivo valor negativo entre 1976 y 2000 (ITMA=-0.0002). El índice negativo más importante corresponde a CT (ITMA=-0.0162) de 16.49 a 13.13 km² de 1986 a 2000, lo que representa un ITMA negativo entre 1976-2000 (-0.0090), pese al incremento obtenido hacia el primer periodo (ITMA=0.0010). MP no exhibe cambios significativos en el primer intervalo de tiempo; sin embargo, son moderados en el segundo, lo que favoreció un aumento de 2.31 km², por un lado, y, por otro, un incremento positivo (ITMA= 0.0029) (Cuadro 1).

In a period of 30 years at municipal level, BPO and MP had the most significant permanence, and the most notable change was from MP to BPO (4.09 %), and vice versa, from BPO to MP (4.19%). It is also observed the regeneration of MP (1.34 %) by a cessation of agricultural activities, among them, temporary agriculture. Thus, attention is also given to the intervention of the inhabitants of *Cherán* on secondary vegetation to convert unused land into temporary crops that are potentially suitable for human settlements (AH = 0.62 %). The most dynamic vegetation cover was the secondary vegetation (MP = 4.991 %), followed by pine-oak forests (BPO = 4.786 %) and temporary crops (CT = 1.67 %).

The Annual Average Transformation Index (ITMA) for the period 1976-2000 highlights AH as the hedge with the highest exchange rate (ITMA = 0.0566) due to the high values reached by ITMA from 1986 to 2000 (0.0867). Although BPO increased its area between 1976 and 1986 (0.14 km²), this index reveals a loss towards the second period (1986-2000) (0.8623 km²), going from 143.63 to 142.77 km² with values of ITMA = -0.0004, which confirms its respective negative value between 1976 and 2000 (ITMA = -0.0002). The most important negative index corresponds to TC (ITMA = -0.0162) from 16.49 to 13.13 km² from 1986 to 2000, which represents a negative ITMA between 1976-2000 (-0.0090), despite the increase obtained in the first period (ITMA = 0.0010). MP does not show significant changes in the first time interval, however, they are moderate in the second, which favored an increase of 2.31 km², on the one hand, and, on the other, a positive increase (ITMA = 0.0029) (Table 1).



Cuadro 1. Índices de Transformación Media Anual (ITMA) en los tres periodos de estudio.

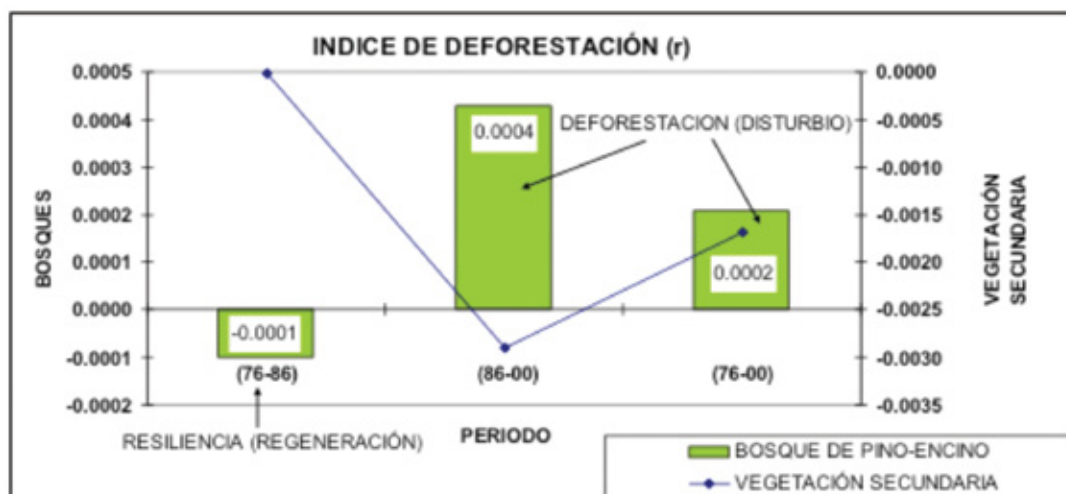
Cobertura		1976	1986	ITMA (76-86)	1986	2000	ITMA (86-00)	1976	2000	ITMA (76-00)
Bosque de coníferas	MPQ	143.4905	143.6352	0.0001	143.6352	142.7729	-0.0004	143.4905	142.7729	-0.0002
Vegetación secundaria	MP	56.0782	56.0852	0.0000	56.0852	58.3999	0.0029	56.0782	58.3999	0.0017
Agricultura de temporal	CT	16.3353	16.4961	0.0010	16.4961	13.1335	-0.0162	16.3353	13.1335	-0.0090
Asentamiento humano	AH	0.6084	0.7118	0.0158	0.7118	2.2793	0.0867	0.6084	2.2793	0.0566
Sin vegetación	SRD	1.2097	1.1825	-0.0023	1.1825	1.0948	-0.0055	1.2097	1.0948	-0.0041

Table 1. Annual Average Transformation Indices (ITMA) in the three study periods.

Cover		1976	1986	ITMA (76-86)	1986	2000	ITMA (86-00)	1976	2000	ITMA (76-00)
Temperate coniferous	MPQ	143.4905	143.6352	0.0001	143.6352	142.7729	-0.0004	143.4905	142.7729	-0.0002
Secondary vegetation	MP	56.0782	56.0852	0.0000	56.0852	58.3999	0.0029	56.0782	58.3999	0.0017
Temporary crops	CT	16.3353	16.4961	0.0010	16.4961	13.1335	-0.0162	16.3353	13.1335	-0.0090
Human settlements	AH	0.6084	0.7118	0.0158	0.7118	2.2793	0.0867	0.6084	2.2793	0.0566
Without vegetation	SRD	1.2097	1.1825	-0.0023	1.1825	1.0948	-0.0055	1.2097	1.0948	-0.0041

El Índice de Deforestación (r) indica que en 30 años la cubierta de suelo más afectada por los cambios no planificados del uso del suelo fueron los bosques ($r=0.0002$), en comparación con la vegetación secundaria (matorrales y pastizales) que pasó de 56.078 km² en 1976 a 58.400 km² en 2000, lo que arroja valores negativos en el índice de deforestación ($r=-0.002$). Tal comportamiento obedece al disturbio ejercido sobre los bosques en el segundo periodo donde " r " alcanzó valores superiores (0.0004) en los últimos 14 años en comparación al primero, cuando la resiliencia de los bosques se incrementó discretamente, lo que se tradujo en una " r " casi nula (Figura 4).

The Deforestation Index (r) indicates that, in 30 years, the soil cover most affected by unplanned land use changes were the forests ($r = 0.0002$), compared to secondary vegetation (shrubland and grassland) which increased from 56.078 km² in 1976 to 58.400 km² in 2000, resulting in negative values in the deforestation index ($r = -0.002$). Such behavior is due to the disturbance exerted on the forests in the second period where " r " reached higher values (0.0004) in the last 14 years compared to the first one, when the resilience of the forests increased discretely, which translated into an " r " almost null (Figure 4).

Figura 4. Índices de Deforestación (r) en el municipio Cherán.Figure 4. Deforestation Indexes (r) in Cherán municipality.

Discusión

Un primer acercamiento para entender, desde un punto de vista del ámbito social el estado que guarda el paisaje rural en el municipio Cherán resultó del contacto con las principales autoridades que inciden en la toma de decisiones directa o indirectamente a escala regional, municipal y de comunidad agraria. Con relación al primero, la Comisión Forestal de Michoacán (Cofom), a través de su Delegación Regional Forestal que abarca, en el caso de la región Meseta Purépecha, a 11 municipios (Charápan, Tancitaro, Cherán, Taretan, Chilchota, Tingambato, Nahuatzen, Uruapan, Nuevo Parangaricutiro, Ziracuaretiro y Paracho) brinda atención a solicitudes de conservación y restauración de suelos forestales; tramita los denominados programas de desarrollo forestal comunitario; autoriza el aprovechamiento forestal maderable; asesora para el saneamiento de áreas forestales y apoya la planeación forestal, entre otras gestiones.

Los conflictos de las tierras comunales entre Cherán y las comunidades vecinas han transformado el paisaje rural del municipio, sobre todo si se trata de disputas y desacuerdos relacionados con la explotación de los recursos forestales. La indefinición jurídica de dichos territorios (Calderón, 2004) por un lado, y el reconocimiento de las poblaciones adyacentes de que los bosques se localizan en una propiedad común o región (Works y Hadley, 2004) fueron algunos de los factores que desencadenaron su aprovechamiento clandestino, con intensos procesos de deforestación en el lugar.

Si bien, la tala clandestina estuvo fuertemente relacionada con los conflictos de linderos entre comunidades, el aprovechamiento forestal ya formaba parte de Cherán desde su fundación. No obstante, la comercialización de la madera en sus zonas serranas se agudizó hasta finales del siglo XIX con el establecimiento de aserraderos que abastecían de madera a los pueblos de La Piedad, Zamora o Purépero. Un dato importante proporcionado por Calderón (2004) es el hecho de que la explotación indiscriminada de los bosques se acrecentó con la llegada del ferrocarril, a finales del Porfiriato; pese a que no hay evidencias de una vía férrea que cruce el municipio, hay testimonios de que posiblemente un ramal de la vía del ferrocarril se extendiese desde Capacuaro hasta territorio de Cherán.

Este municipio y otras comunidades circunvecinas proveían de madera para la elaboración de durmientes, los cuales estaban subsidiados con inversión extranjera, mediante los llamados arrendamientos. Un caso particular que proporciona este autor y que se aplica al caso de Cherán, es la celebración de un contrato, con aprobación del Gobierno del Estado, por medio del cual se arrendaban los montes de Cherán con todas sus entradas y salidas, usos, costumbres y servidumbres para explotar los bosques por un lapso de 30 años con la posibilidad de extenderse 20 años más.

Discussion

A first approach to understand from a social point of view the state that keeps the rural landscape in the *Cherán* municipality came from the contact with the main authorities that influence decision making directly or indirectly at regional, municipal and agrarian community level. In relation to the first, the *Comisión Forestal de Michoacán* (Comof) (Forestry Commission of Michoacán) through its Regional Forestry Delegation, which covers 11 municipalities (*Charápan, Tancitaro, Cherán, Taretan, Chilchota, Tingambato, Nahuatzen, Uruapan, Nuevo Parangaricutiro, Ziracuaretiro* and *Paracho*), bring assistance to requesters for conservation and restoration of forest soils; processes the so-called community forestry development programs; authorizes timber harvesting; provides advice for the improvement of forest areas and supports forestry planning, among other efforts.

The communal land conflicts between *Cherán* and the neighboring communities have transformed the rural landscape of the municipality, especially if they are disputes and disagreements that have to do with the exploitation of the forest resources. The legal uncertainty of these territories (Calderón, 2004) on the one hand, and the recognition of adjacent populations that forests are located on a common property -region-, on the other (Works and Hadley, 2004) were some of the factors that triggered its clandestine exploitation, with intense processes of deforestation in the place.

Although clandestine logging was strongly related to border conflicts between communities, forestry was already part of *Cherán* since its founding. Nevertheless, the commercialization of the wood in the serranas zones to this municipality was sharpened until the end of the XIXth century with the establishment of sawmills that supplied of wood to the towns of *La Piedad, Zamora* or *Purépero*. An important datum provided by Calderón (2004) is the fact that the indiscriminate exploitation of forests increased when the railroad arrived at the end of the *Porfiriato*; although there is no evidence of a railroad crossing the municipality, there are testimonies that a branch of the railroad might extend from *Capacuaro* to the territory of *Cherán*.

This municipality and other surrounding communities provided wood for the elaboration of sleepers, which were subsidized with foreign investment through the so-called leases. A particular case provided by this author and applied to the case of *Cherán* is the conclusion of a contract, with the approval of the State Government, by means of which the *Cherán* mountains were leased with all their entrances and exits, use, customs and easements to exploit the forests for a period of 30 years with the possibility of extending to 20 years more.

It should also be noted that public policies in the forest matter rather than favoring the conservation of forest ecosystems

Hay que señalar, que las políticas públicas en materia forestal más que favorecer la conservación de los ecosistemas apresuraron su deterioro. Merino (2008) anota que las fallas de las políticas públicas han sido una constante a lo largo de la historia del país, las cuales han tenido impactos considerables en el sector forestal, debido a la descoordinación y contradicción entre las políticas agrícolas, forestales y de conservación. La concesión de altos subsidios al sector agrícola, el desconocimiento del carácter forestal, la desarticulación y la contradicción entre lineamientos y acciones son algunos de los factores que impregnaron al paisaje rural del municipio Cherán un carácter agreste.

La situación interna de las comunidades agrarias y la capacitación recibida en materia forestal son dos aspectos que explican directa o indirectamente el estado de los bosques y del paisaje rural de Cherán. Se estima que de 2002 a 2007 solo una comunidad recibió capacitación relacionada con el manejo o cuidado del cultivo del bosque, en tanto que la situación interna de se relacionó, principalmente, con conflictos de invasión de terrenos, linderos y sus colindancias.

También, se puede señalar que la condición o estado de los bosques y del paisaje rural de Cherán se exacerba, si a los conflictos y disputas se añaden problemas de tipo estructural y de contenido en cuanto a sus respectivos estatutos comunales. Al igual que el reglamento interno del que goza un ejido, por medio del cual se regula el uso, aprovechamiento, acceso y conservación de las tierras de uso común, incluyendo los derechos y obligaciones de los ejidatarios y vecindados respecto de dichas tierras (Artículo 74 de la Ley Agraria), las comunidades agrarias cuentan con sus respectivos estatutos. Como tales, norman y regulan el usufructo de los recursos forestales de uso común de forma sustentable.

La formalización de las reglas internas con relación a un efectivo control sobre los bosques en terrenos comunales fortalece la capacidad para la toma de decisiones en la definición y manejo de las áreas de conservación. Su omisión o falta de cumplimiento es un factor determinante que puede llegar a entorpecer acciones encaminadas a fortalecer los llamados programas de desarrollo forestal comunitario, específicamente el denominado ordenamiento territorial. Dicho de otro modo, estos instrumentos impulsan la organización y planeación en materia forestal.

En los casos de Cherán, Santa Cruz Tanaco y San Francisco Pichátaro, el estado del paisaje se entiende, como ya se mencionó, si se considera de inicio que se trata de tres comunidades agrarias enclavadas en la parte central de la Sierra Tarasca, que al igual que el resto de las áreas rurales del país, presenta índices de conflictividad relacionados con el desacuerdo de la tenencia de la tierra, la disputa por la propiedad social y sus recursos naturales (Rascón, 2006). La situación de los paisajes forestales en esas tres localidades, por ejemplo, está

have accelerated their deterioration. Merino (2008) points out that public policy failures have been a constant throughout the country's history, which have had considerable impacts on the forest sector due to the lack of coordination and contradiction between agricultural, forestry and conservation policies. The granting of high subsidies to the agricultural sector, ignorance of the forest character, disarticulation and even contradiction between guidelines and actions are some of the factors that impregnated the rural landscape of Cherán municipality with a wild character.

The internal situation of the farming communities and the training received in forestry are two aspects that explain directly or indirectly the state of the forests and the rural landscape of Cherán. It is estimated that from 2002 to 2007 only one community received training related to the management or care of forest, while the internal situation of these populations was mainly related to conflicts of invasion of land, boundaries and their vicinity.

It can also be pointed out that the condition or state of the forests and the rural landscape of Cherán is exacerbated if conflicts and disputes are added to structural problems and content in terms of their respective community statutes. Like the internal regulations that an ejido enjoys by means of which regulates the use, harvesting, access and conservation of lands of common use, included the rights and obligations of ejidatarios and established with respect to such lands (Article 74 of the Agrarian Law), the agrarian communities have their respective statutes. As such, they regulate and regulate the usufruct of the forest resources of common use in a sustainable way.

The formalization of internal rules in relation to effective control over forests in communal lands strengthens the capacity for decision making in the definition and management of conservation areas. Its omission or lack of compliance is a determining factor that can hinder actions aimed at revitalizing the so-called community forestry development programs, specifically the so-called territorial ordering. In other words, these instruments promote forestry organization and planning.

In the cases of Cherán, Santa Cruz Tanaco and San Francisco Pichátaro, the state of the landscape is understood, as already mentioned, if it is considered from the start, that these are three agrarian communities located in the central part of the Tarascan Sierra, which like the rest of the rural areas of the country, presents conflicting indexes related to the disagreement of land tenure, the dispute over social property and its natural resources (Rascón, 2006). The situation of forest landscapes in these three localities, for example, is strongly linked to the problematic context experienced by these ecosystems on a regional scale: of the 40 agrarian conflicts in the state of Michoacán, 32 are located in the Meseta Purépecha with 18 594 ha in dispute. In this way, the causes that motivate the loss of forests are related to clandestine logging in lands of common use

fuertemente vinculada con el contexto problemático que experimentan dichos ecosistemas a escala regional: de los 40 conflictos agrarios del estado de Michoacán, 32 se ubican en la Meseta Purépecha con 18 594 ha en disputa. Así, las causas que motivan la pérdida de los bosques se relacionan con la tala clandestina en terrenos de uso común, sin autorización alguna por parte de las comunidades agrarias (Works y Hadley, 2004).

En Cherán, se ejemplifica si se considera que en las últimas décadas este grupo social se hundió en una fuerte depresión debido a los conflictos de linderos y disputas internas, que conllevó a la transformación de los ecosistemas forestales en las colindancias con ejidos y comunidades agrarias vecinas. De acuerdo con información proporcionada por los principales actores locales, comuneros y comisariados ejidales, el conflicto se agravó durante el sexenio del presidente Carlos Salinas de Gortari, quien eliminó la figura del guarda forestal, y a partir de 1994 se le otorgaron atribuciones en materia de aprovechamiento forestal a la policía federal, estatal y municipal, con graves consecuencias.

Por lo tanto, una de las causas del estado del paisaje forestal en el municipio de interés se relaciona con las redes clandestinas que se han formado en las últimas décadas, como lo confirman Merino y Segura (2002). Este problema se asocia a factores como los conflictos por la ubicación de linderos y la delimitación de derechos de propiedad, la falta de alternativas de desarrollo de los pueblos con base en el uso de sus recursos forestales, la carencia de un marco legal que estimule una producción sustentable a favor de los dueños del recurso, y la debilidad en las instituciones gubernamentales para fomentar el uso sustentable. Además, prevalece entre las mismas autoridades encargadas del manejo de los recursos forestales una contradicción entre lineamientos y acciones, como lo es vigilar y sancionar, en su caso, la tala ilegal.

Aunado a lo anterior deberá considerarse el acceso al recurso forestal. Estudios recientes señalan que el estado actual de los paisajes forestales se asocia a la situación geográfica que guardan las comunidades forestales con relación al hábitat o asentamiento humano de los actores locales, así como de las vías de comunicación. Works y Hadley (2004) observaron en Sevina y Pichátaro, dos comunidades indígenas de la Meseta Purépecha, que la distancia que guardan con los bosques influye en su estructura y fisonomía. Se calculó que el tamaño y el área basal de los bosques de Pichátaro se relacionan con su acceso; es decir, que entre más viable sea, más intenso es el cambio de uso de suelo y el proceso de deforestación; en tanto que los que se localizan en terrenos inaccesibles por efecto de la complejidad topográfica, tienen menor intervención antrópica y se mantienen mejor conservados.

without any authorization from the agricultural communities (Works and Hadley, 2004).

In Cherán, this scenario is exemplified if it is considered that in the last decades this social group collapsed in a strong depression due to the conflicts of boundaries and internal disputes that entailed the transformation of the forest ecosystems in the vicinity with ejidos and agrarian community neighbors. According to information provided by the main local actors, community members and ejido commissars, this conflict was aggravated during the six years of President Carlos Salinas de Gortari, who eliminated the figure of the forest ranger, and from 1994 powers in matters of forest use to federal, state and municipal police were granted, with serious consequences.

Therefore, one of the causes of the state of the forest landscape in the municipality of interest is related to the clandestine networks that have been formed in the last decades, as confirmed by Merino and Segura (2002). This problem is associated with factors such as the problems in the location of boundaries and the delimitation of property rights, the lack of alternatives for the development of villages based on the use of their forest resources, the lack of a legal framework to stimulate a sustainable production in favor of the owners of the resource and the weakness in government institutions to promote sustainable use; a contradiction between guidelines and actions prevails among the same authorities in charge of the management of forest resources, monitor and sanction, illegal logging.

In addition, access to the forest resource should be considered. Recent studies indicate that the current state of forest landscapes is associated with the geographical location of forest communities in relation to the habitat or human settlement of local actors, as well as the means of communication. Works and Hadley (2004) found in Sevina and Pichátaro, two indigenous communities of the Meseta Purépecha, that the distance that the towns keep in relation to the forests influences the structure and physiognomy of the same. For example, it was estimated that the size and basal area of the Pichátaro forests are related to access to the resource, that is, to greater access to forests, the more intense is the change of land use and the deforestation; whereas the forests that are located in inaccessible lands resulting from the topographic complexity, show less anthropic intervention and thus are kept better preserved.

With regard to the relationship between the state of the forest landscapes and the roads of communication, one is explained by the introduction of the railroad through Tingambato and neighboring municipalities, as well as the federal highway. The deterioration and intensification of land use have always been linked to these two routes of communication, without, of course, discarding the influence of tillage techniques imposed by the Spanish colonization, a new farming system centered on the

Con respecto a la relación que guarda el estado de los paisajes forestales con las vías de comunicación se explica uno, por la introducción de la vía férrea por Tingambato y municipios vecinos, así como de la carretera federal. El deterioro y la intensificación en el uso del suelo han estado siempre ligados a estas dos vías de comunicación, sin descartar por supuesto la influencia que tuvieron las técnicas de labranza impuestas por la colonización española –un nuevo sistema agrícola centrado en el arado egipcio, lo que conllevó no solo la rotura de las tierras de la planicie, también un incremento de pastizales para el ganado vacuno y ovino en laderas bajas de los cerros, lo que trajo como consecuencia un retroceso en la conservación de los bosques templados (Garibay y Bocco, 2007).

La introducción de la vía férrea por Tingambato trajo como consecuencia una explotación masiva de los bosques. La madera extraída era utilizada para la fabricación de durmientes y postes de luz, otra cantidad se trasladaba a diversas partes del país, incluso se exportaba a los Estados Unidos de América. La expansión y pavimentación de la red carretera consolidó una rentabilidad por demás suculenta del bosque por parte de la industria mueblera y de la construcción en las ciudades regionales de Uruapan, Zamora y Morelia (Garibay y Bocco, 2007). San Francisco Pichátaro es un claro ejemplo de ello. Esta comunidad agraria destina la mayor parte de sus recursos forestales a la producción de muebles artesanales, como cabeceras, camas, buros, armarios, mesas centrales para salas y comedores, bares, libreros, vitrinas, sillas, así como esculturas de madera (Works y Hadley, 2004).

Las condiciones antes descritas afectan la disponibilidad de recursos, la sensibilidad al disturbio y la productividad (Arredondo *et al.* 2008), de tal manera que la dinámica del uso del suelo en la región ha tenido repercusiones sobre el paisaje; sin embargo, en las últimas tres décadas las tendencias han cambiado debido, entre otras razones, al abandono del uso forestal lo que ha permitido la recuperación paulatina de los bosques (Bocco *et al.*, 2001). De acuerdo con Farina (1998), ello es importante porque la matriz del paisaje ejerce un control significativo sobre la dinámica del sistema ambiental, lo que favorece altos y medios niveles de conservación. Así, la industria forestal y en particular la de celulosa y el papel son un importante polo de desarrollo, basado en el uso de diferentes especies de pinos para la extracción de madera en tabla, resina y leña, la fabricación de carbón y para la elaboración de postes, muebles, pisos de duela y artesanías en general.

Conclusiones

Las variadas causas de la dinámica del paisaje y los procesos asociados en el municipio Cherán están enmarcadas dentro de un patrón que es propio de otros municipios que conforman la región Meseta Purépecha. El estado actual del paisaje

Egyptian plow, which entailed not only the rupture of the lands of the plain, but also an increase of pastures for cattle and sheep on low slopes of the hills, which led to a decline in the conservation of temperate forests (Garibay and Bocco, 2007).

The railway through *Tingambato* brought a massive exploitation of the forests. The extracted wood was used for the manufacture of sleepers and poles of light, another amount was transferred to other parts of the country, even exported to the United States of America. The expansion and paving of the road network consolidated a more succulent profitability of the forest by the furniture and building industry in the regional cities of *Uruapan*, *Zamora* and *Morelia* (Garibay and Bocco, 2007). *San Francisco Pichátaro* is a clear example of it. This agrarian community allocates most of its forest resources to the production of handicraft furniture, among which are bed headboards, beds, bureaus, cabinets, central tables for living rooms and dining rooms, bars, bookshelves, showcases, chairs, as well as wooden sculptures (Works and Hadley, 2004).

All these conditions affect resource availability, disturbance sensitivity and productivity (Arredondo *et al.*, 2008), so that the dynamics of land use in the region has had repercussions on the landscape; However, in the last three decades trends have changed due, among other reasons, to the abandonment of forest use, which has allowed the gradual recovery of this ecosystems (Bocco *et al.*, 2001). According to Farina (1998), this is important because the landscape matrix exerts a significant control over the dynamics of the environmental system, which favors high and medium levels of conservation. Nevertheless, the forestry industry, and in particular the pulp and paper industry, are an important pole of development, based on the use of different pine species for the extraction of timberwood, resin and firewood, the manufacture of coal and for the elaboration of poles, furniture, hard floors and handicrafts in general.

Conclusions

The varied causes of landscape dynamics and associated processes in the *Cherán* municipality are framed within a pattern that is typical of other municipalities that make up the *Meseta Purépecha* region. The current state of the forest landscape, associated with negative processes, is rooted in the legal indefiniteness of communal lands. Uncertainty over land tenure creates conflicts by establishing boundaries and property rights, which in turn generates disputes over social property and its natural resources, which encourages clandestine forest felling on land in common use without the authorization of agrarian communities.

The structural and content problems of the communal statutes in relation to the clear formalization of the internal rules that give certainty to the control of the forest resources explain

forestal, asociado a los procesos negativos tiene sus raíces en la indefinición jurídica de las tierras comunales. La incertidumbre sobre la tenencia de la tierra crea conflictos al establecer linderos y derechos de propiedad, lo que a su vez genera disputas por la propiedad social y sus recursos naturales, que estimula la tala clandestina de los bosques en terrenos de uso común.

Los problemas de tipo estructural y de contenido de los estatutos comunales en relación a la formalización clara de las reglas internas que dan certidumbre al control de los recursos forestales explican el estado y dinámica del paisaje en términos de los procesos negativos.

El municipio Cherán ha estado inmerso en esta condición que atenta contra la integridad y función de los ecosistemas forestales; de igual forma han existido iniciativas por parte de la Cofom dirigidas a promover su conservación y su regeneración, como lo demostraron, en su momento, los programas Proárbol y Procymaf que otorgan apoyos encaminados a la reforestación con plantas de vivero y subsidios a la producción de resina, respectivamente, así como otros dirigidos a la conservación de suelos y prevención de incendios e instrumentos de planeación conducentes al ordenamiento territorial municipal.

El patrón general del uso del suelo en Cherán es similar al de otras áreas del centro del país, del estado y de otros municipios que integran la región Purépecha: a) predominio de bosques maduros, aunque con medianos y altos valores de deforestación histórica que, en este caso, ha reducido la superficie forestal en las últimas décadas, b) retroceso de los bosques fragmentados, aunque existe una expansión de matorrales y pastizales secundarios, y c) retroceso de los cultivos de temporal, aunque con un cierto incremento de las plantaciones agroforestales y de los usos intensivos generados a partir de los asentamientos humanos. 🌱

Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflicto de intereses.

Contribución por autor

El autor único es responsable de la obra en todos los aspectos que condujeron a la elaboración de su publicación.

Referencias

- Arnold, R. H. 1997. Land use and land cover mapping. In: Interpretation of airphotos and remotely sensed imagery. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA. pp. 36-43.
- Arredondo L., C., J. Muñoz J. and A. García R. 2008. Recent changes in landscape-dynamics trends in tropical highlands, Central México. *Interciencia* 33(8): 569-577.

the state and dynamics of the landscape in terms of the negative processes.

Cherán municipality has been immersed in this condition that undermines the integrity and function of forest ecosystems, and there have been initiatives by Cofom aimed at promoting their conservation and regeneration, as demonstrated by the *Proárbol* and *Procymaf* programs, which provide support for reforestation with nursery plants and subsidies to the production of resin, respectively, as well as others aimed at soil conservation and fire prevention and planning instruments leading to municipal land use ordination.

The general pattern of land use in Cherán is similar to that of other areas in the center of the country, the state and other municipalities that make up the *Purépecha* region: a) predominance of mature forests, although with medium and high values of historical deforestation, which in this case has reduced the forest area in the last decades, (b) decline of fragmented forests, although there has been an expansion of scrub and secondary pastures and (c) regression of temporary crops, although with a certain increase in agroforestry plantations and intensive uses generated from human settlements. 🌱

Conflict of interests

The author declares no conflict of interests.

Contribución por autor

The only autor is responsible for the whole work in all the aspects that led to its publication.

End of the English version



- Bocco, G. y M. Mendoza. 1999. Evaluación de los cambios de la cobertura vegetal y uso del suelo en Michoacán (1975-1995). Lineamientos para la ordenación ecológica de su territorio. Proyecto No. 96 06 042, Programa SIMORELOS-CONACYT. Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, Instituto de Ecología, UNAM, Campus Morelia. Morelia, Mich., México. 50 p.

- Bocco, G., M. Mendoza y O. Masera, 2001. La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas* 44: 18-38.
- Calderón M., M. A. 2004. Historias, procesos políticos y cardenismos: Cherán y Sierra Purhépecha. El Colegio de Michoacán, A.C. Zamora, Mich., México. 335 p.
- Campbell, J. B. 1996. *Introduction to remote sensing*. Guilford Press. Guilford, NY, USA. 667 p.
- Carsjens, G. and V. Lie. 2002. Fragmentation and land-use planning: an introduction. *Landscape and Urban Planning* 58:79-82.
- Carranza, E. 2005. Vegetación. In: Villaseñor G., L. E. (ed.). La biodiversidad en Michoacán: estudio de estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich., México. pp. 38-43.
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI). 2006. Regiones de México. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. México. www.cdi.gob.mx/regiones/regiones_indigenas_cdi.pdf (20 de mayo de 2016).
- Chuvieco, S. E. 2002. Teledetección ambiental. La observación de la tierra desde el espacio. Ariel Ciencia. Barcelona, España. 584 p.
- Consejo Nacional de Población (Conapo). 2005. Grado de Intensidad Migratoria Medio por municipio. pp. 33-44 http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/intensidad_migratoria/pdf/IIIM_Estatal_y_Municipal.pdf (21 de mayo de 2016).
- Cortina, V. S., M. P. Macario y H. Y. Ogneva, 1998. Cambios en el uso del suelo y deforestación en el sur de los estados de Campeche y Quintana Roo, México. *Investigaciones Geográficas* 38:41-56.
- Dirzo, R. and M. García. 1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a tropical area in southeast Mexico. *Conservation Biology* 6: 84-90.
- Enciso, J. L. 1990. La fotointerpretación como instrumento de apoyo a la investigación urbana. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F., México. 47 p.
- Everham, E.M. and N. V. L. Brokaw. 1996. Forest damage and recovery from catastrophic wind. *Botanical Review*. 62: 113-185.
- Farina, A. 1998. *Principles and methods in landscape ecology*. Chapman and Hall, Cambridge, UK. 235 p.
- Garibay, C. y G. Bocco. 2007. Situación actual en el uso del suelo en comunidades indígenas de la región Purhépecha 1976-2005. CIGA-Morelia-Delegación estatal de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Morelia, Mich., México.
- He, Ch., S. Malcolm, K. Dahlberg and B. Fu. 2000. A conceptual framework for integrating hydrological and biological indicators into watershed management. *Landscape and Urban Planning* 49: 25-34.
- Houghton, R. A. 1994. The worldwide extent of land-use change. *Bioscience* 44 (5): 305-313.
- Houghton, R. A., J. L. Hackler and K. T. Lawrence. 1999. The US carbon budget: contributions from land-use change. *Science* 285: 574-578.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Inegi-Semarnat). 2000. Estadísticas del Medio Ambiente. <http://www.paot.org.mx/centro/inegi/amb1999/amb1999.html> (25 de marzo de 2011).
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (Inegi). 1995. Fotografía aérea escala 1:75 000. México. http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/productos_geograficos.aspx (20 de marzo de 2011).
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (Inegi). 2005. II Censo de Población y Vivienda. México. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2005/Default.aspx> (17 de febrero de 2010).
- Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). 2001. *Ilwis 3.0 Academic User's Guide*. ITC. Enschede, Netherland. w/p.
- Jongman, R.H.G. 2002. Homogenization and fragmentation of the European landscape: ecological consequences and solutions. *Landscape and Urban Planning*. 58:211-221.
- Kasperson, R. E., J. X. Kasperson, B. L. Turner, K. Dow and W.B. Meyer. 1995. Critical environmental regions: concepts, distinctions and issues. In: Kasperson, J. X., R. E. Kasperson and B. L. Turner. (eds.). *Regions at risk: comparisons of threatened environments*, United Nations University Press. Tokyo, Japan. pp. 1-41.
- Madrigal, X. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (*Abies religiosa*) en el Valle de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Boletín Técnico 18. México, D.F., México. 94 p.
- Mas, J. F. and I. Ramírez. 1996. Comparison of land use classifications obtained by visual interpretation and digital processing. *ITC Journal* (3-4): 278-283.
- Masera, O. R. 1996. Deforestación y degradación forestal en México. Documentos de trabajo núm. 19. (Enero) GIRA, A. C., Pátzcuaro, Mich. México. 52 p.
- Merino P., L. 2008. La importancia de los bosques comunitarios. *Humanidades y Ciencias Sociales* 4(28):8-11.
- Merino P., L. y G. Segura. 2002. El manejo de los recursos forestales en México (1992-2002): procesos, tendencias y políticas públicas. In: Leff, E., E. Ezcurra, I. Pisanty y P. Romero L. (comps.). *La transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe*. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F., México. pp. 237-256.
- Nascimento, J. R. 1995. Discutiendo números de desmatamento. *Interciencia* 16: 232-239.
- Ojima, D. S. 1994. The global impact of land-use change. *Bioscience* 44(5): 300-304.
- Olsson, E., G. Austrheim and S. Grenne. 2000. Landscape change patterns in mountains, land use and environmental diversity, Mid-Norway 1960-1993. *Landscape Ecology* 15: 155-170.
- Powers, W. E. and C. F. Khon. 1959. Identification of selected cultural features. Aerial photointerpretation of landforms and rural-cultural features in glaciated and coastal regions, Northwestern University. Evanston, IL, USA. pp. 58-97.
- Price, M. 1999. *Global change in mountains*. Parthenon Publishing. Oxford, UK. pp. 60-61.
- Rascón F., F. 2006. Violencia y recursos naturales en México. Informe nacional sobre violencia y salud. Secretaría de Salud y Asistencia. México, D. F., México. pp. 353-374.
- Reyes H., H., S. Cortina V., H. Perales R., E. Kauffer M. y J. M. Rat F. 2003. Efecto de los subsidios agropecuarios y apoyos gubernamentales sobre la deforestación durante el periodo 1990-2000 en la región de Calakmul. Campeche, México. *Boletín del Instituto de Geografía* 51:88-106.
- Riebsame, W. E. and W. J. Parton. 1994. Integrated modeling of land use and cover change. *Bioscience*. 44(5): 350-356.
- Robles B., H. y L. Concheiro B. 2004. Entre las Fábulas y la Realidad, los Ejidos y Comunidades con Población Indígena. Universidad Autónoma Metropolitana. CDI. México, D.F., México. 128 p.
- Rzedowski, I. J. 1988. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México, D.F., México. 432 p.
- Schweik, C. M., K. Adhikari and P. K. Nidhi. 1997. Land-cover change and forest institutions: a comparison of two sub-basins in the southern Siwalik hills of Nepal. *Mountain Research and Development* 17: 99-116.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnat). 1998. Diagnóstico de la deforestación en México. Dirección General Forestal. Unidad del Inventario Nacional de Recursos Naturales. http://www.cmss.org.mx/descargas/diagnostico_de_la_deforestacion_en_mexico.pdf (28 de noviembre de 2007).
- Slaymaker, D. 2003. Using georeferenced large-scale aerial videography as a surrogate for ground validation data. In: Wulder M. A. and S. E. Franklin (eds.). *Remote sensing for forest environments: concepts and case studies*. Kluwer Academic Publishers. Norwell, MA USA. pp. 469-488.
- Tekle, K. and L. Hedlund, 2000. Land cover changes between 1958 and 1986 in Kalu District, Southern Wello, Ethiopia. *Mountain Research and Development* 20: 42-51.
- Tolba, M. K., O. A., E., EL-Kholy, M.W., EL-Hinnawil, D. Holdgate, M.W. McMichael and R. E. Munn. 1992. *The World Environment 1972-1992*. Chapman & Hall. London, UK. 884 p.

Turner, M.G., S. M. Pearson, P. Bolstad and D. N. Wear. 2003. Effects of land-cover change on spatial pattern of forest communities in the Southern Appalachian Mountains (USA). *Landscape Ecology* 18:449-464.

Velázquez, A., G. Bocco and A. Torres. 2001. Turning scientific approaches into practical conservation actions: the case of *Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, México*. *Environmental Management* 3: 21-32.

Velázquez, A., E. Durán, I. Ramírez, J. F. Mas, G. Bocco, G. Ramírez, J. L. Palacio. 2003. Land use-cover process in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, Mexico. *Global Environmental Change* 13: 175-184.

Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco and J. M. Melillo. 1997. Human domination of earth's ecosystems. *Science* 277 (5325): 494-499.

Works, M. A. and K. Hadley. 2004. The cultural context of forest degradation in adjacent Purépechan communities, *Michoacán, Mexico*. *The Geographical Journal* 170(1):22-38.

