

ANÁLISIS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS

ANALYSIS OF LAND USE CHANGE IN SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS

Ramón Trucíos-Caciano¹; Miguel Rivera-González; Gerardo Delgado-Ramírez; Juan Estrada-Ávalos; Julián Cerano-Paredes

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera. km 6.5

Margen Derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35140.

Correo-e: trucios.ramon@inifap.gob.mx (Autor para correspondencia)

RESUMEN

Como país megadiverso, México alberga gran cantidad de especies animales y vegetales que tienen como hábitat a los diversos ecosistemas que se han conformado. Dicha diversidad está siendo amenazada, pues en estudios a nivel nacional se ha constatado la pérdida de cubierta vegetal como un proceso de cambio de uso de suelo para el desarrollo de actividades que representen una mayor satisfacción para una sociedad creciente. El objetivo de este estudio fue conocer el estado actual de la vegetación de la cuenca de San Cristóbal de las Casas, en respuesta al cambio de uso en el periodo de 1976 a 2002. Al respecto, los cambios detectados no distan del panorama general, pues la pérdida de la cobertura vegetal es evidente ya que se cuantificaron incrementos mayores a 5000 ha para agricultura de temporal (la sexta parte de la cuenca, con una superficie de 29,730 ha), relacionados con la disminución de las superficies de bosques y pastizales. Por su parte, las áreas urbanas se incrementaron más de 10 veces su superficie en el mismo espacio de tiempo: de 149 a 1,903 ha.

PALABRAS CLAVE: Uso de suelo, sistemas de información geográfica, tasa de cambio.

ABSTRACT

As a mega diverse country, Mexico is home to many plant and animal species, whose habitats are diverse ecosystems that have been formed. This mega diversity is being threatened because national studies have confirmed the loss of vegetative cover as a process of land use change to develop activities that represent a greater satisfaction for growing society. The aim of this study was to know the current state of vegetation of the basin of San Cristóbal de las Casas, in response to the land use change in the period 1976 to 2002. In this regard, changes observed are similar to what happens in the overall picture, where the loss of plant cover is evident since increments above 5000 ha (the sixth part of the basin, with an area of 29,730 ha) were quantified for rainfed agriculture, related to the reduction of forest areas and grasslands. On the other hand, urban areas increased more than 10 times its surface (from 149 to 1,903 ha) during the same period.

KEYWORDS: Land use, geographic information system, exchange rate.



Recibido: 22 de junio, 2012
Aceptado: 8 de abril, 2013
<http://www.chapingo.mx/revistas>
doi: 10.5154/r.rchsza.2012.06.021

INTRODUCCIÓN

La asociación de plantas y animales y su interrelación existente han conformado la diversidad biológica, todo ello aunado a las condiciones climáticas y topográficas que conforman los ecosistemas (Wilson, 1996). En este contexto, México se considera uno de los 12 países megadiversos en recursos naturales a escala mundial, ya que con el 1.5 % del territorio del planeta cuenta con más del 10 % de las especies conocidas en el mundo (Elvira, 2006; SEMARNAT, 2009; CONABIO, 2012). Sin embargo, el aprovechamiento desmedido de los recursos naturales ha propiciado un avance de la pérdida de especies animales y vegetales, provocado principalmente por la deforestación, prácticas agrícolas inadecuadas, sobrepastoreo, extracción de leña y urbanización (Elvira, 2006). Por ello, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) señala como causas del cambio de uso de suelo en América del Norte el incremento poblacional, el poco desarrollo económico, la falta de políticas e instituciones basadas en la comunidad y la falta de impulso a la ciencia y tecnología (FAO, 2009).

En un estudio de cambio de uso de suelo (SEMARNAT, 2008), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) reporta la pérdida de 222,000 km² de selva, 129,000 km² de bosque, 51,000 km² de matorrales y 60,000 km² de pastizales; tan sólo de 1970 a 1993, 14 millones de hectáreas de bosques, selvas, matorrales y pastizales fueron alteradas y/o remplazadas por comunidades secundarias a un ritmo de 823,000 ha-año⁻¹, afectando principalmente a bosques y selvas. Dicha pérdida implica problemas en azolvamiento de cuerpos superficiales y disminución de la recarga de los acuíferos por las características que tiene la vegetación respecto al escurrimiento superficial (López, 1998; Viramontes *et al.*, 2004).

El objetivo de este estudio fue conocer el estado actual de la vegetación de la cuenca de San Cristóbal de las Casas, en respuesta al cambio de uso a través del tiempo (de 1976 a 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprendió la cuenca de San Cristóbal de las Casas que tiene una superficie de 29,730 ha y se ubica en el centro del estado de Chiapas. Los municipios que se encuentran parcialmente comprendidos en esta área son San Juan Chamula, Tenejapa, Huixtán y San Cristóbal de las Casas.

La conformación de la base de datos para el estudio se realizó en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, Agua y Suelo del CENID-RASPA, INIFAP en Gómez Palacio, Durango.

La base de datos de uso de suelo corresponde a la interpretación que realiza el INEGI de imágenes de satélite y genera productos denominados uso de suelo y vegetación, esca-

INTRODUCTION

The relation of plants and animals and their interrelationship formed the biodiversity, all coupled with climatic and topographic conditions that form the ecosystems (Wilson, 1996). In this context, Mexico is considered one of the 12 mega diverse countries in natural resources worldwide, because with the 1.5 % of the territory of the planet it has more than 10 % of the species known in the world (Elvira, 2006; SEMARNAT, 2009; CONABIO, 2012). However, the uncontrolled use of natural resources has led to an advance of loss of animal and plant species caused mainly by deforestation, poor farming practices, overgrazing, firewood extraction and urbanization (Elvira, 2006). Therefore, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) states as causes of land use change in North America: the population growth, the economic underdevelopment, the lack of policies and community-based institutions and the lack of impetus to science and technology (FAO, 2009).

In a study of land use change (SEMARNAT, 2008), the National Institute of Statistics and Geography (INEGI) reported the loss of 222,000 km² of rainforest, 129,000 km² of forest, 51,000 km² of shrublands and 60,000 km² of grassland. Only from 1970-1993, 14 million hectares of forests, rainforests, shrublands and grasslands were altered and/or replaced by secondary communities at a rate of 823,000 ha-year⁻¹ having an impact on forests and rain forests.

This loss involves problems in sedimentation of surface bodies and a reduction of recharge of aquifers due to the vegetation characteristics with respect to the surface runoff (López, 1998; Viramontes *et al.*, 2004).

The aim of this study was to determine the current status of the vegetation of the basin of San Cristóbal de las Casas, in response to the land use change over time (from 1976 to 2002).

MATERIALS AND METHODS

The study area included the basin of San Cristóbal de las Casas, which has an area of 29,730 ha and it is located in the center of Chiapas. The municipalities that are partially included in this area are San Juan Chamula, Tenejapa, Huixtán and San Cristóbal de las Casas.

The creation of the database for the study was performed in the Laboratory of Geographic Information Systems, Water and Soil of CENID-RASPA, INIFAP in Gómez Palacio, Durango.

The land use database corresponds to the interpretation of satellite images conducted by the INEGI and generates products known as vegetation and land use, scale 1:250,000. An analysis of land use change with three different periods was conducted: Series I (1976), Series II (1993) and Series III (2002).

la 1:250,000. Se llevó a cabo un análisis de cambio de uso de suelo con tres diferentes épocas: Serie I (1976), Serie II (1993) y Serie III (2002).

La metodología consistió en realizar una corrección topológica de las series de vegetación para dar certidumbre a que las diferencias en superficies detectadas correspondieran a cambios en el uso de suelo, y no a errores en movimiento de capas temáticas o por proyección. Para realizar lo anterior se utilizó la extensión de *Topology* del ArcGis 9.2, y una vez obtenido el resultado de correspondencia lógica se procedió al análisis para cada uso de suelo y vegetación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para identificar la posible relación entre las tres series de uso de suelo y vegetación, se elaboró la Figura 1. En ella se pueden observar los puntos que representan la superficie de la vegetación o uso de suelo para cada una de las series: Serie I (1976), Serie II (1993) y Serie III (2002). La información de cada uso de suelo está representada con abreviaturas que corresponden a: AT – Agricultura de temporal, BE – Bosque de encino, BE-P – Bosque de encino pino, BP – Bosque de pino, BPE – Bosque de pino encino, BMM – Bosque mesófilo de montaña, PI – Pastizal inducido y ZU – Zona urbana.

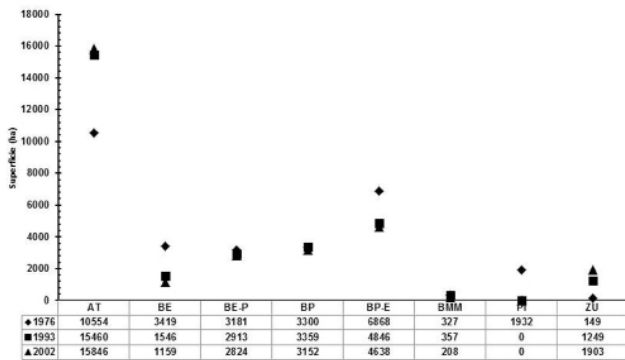


FIGURA 1. Análisis de cambio de uso de suelo y vegetación al considerar las superficies (ha) ocupadas en la cuenca de San Cristóbal de las Casas, para las tres series de datos de uso de suelo y vegetación disponibles en INEGI. AT – Agricultura de temporal, BE – Bosque de encino, BE-P – Bosque de encino pino, BP – Bosque de pino, BPE – Bosque de pino encino, BMM – Bosque mesófilo de montaña, PI – Pastizal inducido y ZU – Zona urbana.

De acuerdo al levantamiento de campo realizado en el decenio de 1980, el 35.5 % del territorio tuvo un uso en Agricultura de Temporal; y deberían estar dedicadas a esta actividad por lo menos en el 80 % de los años en un periodo dado, según el INEGI (2005). En este mismo uso de suelo, en las Series II y III hubo un incremento considerable, ya que en 1976 ocupaba el 35.5 % de la cuenca, y en las series de 1992 y 2002 ocupó el 52 y 53.3 %, respectivamente. Esta misma

The methodology consisted of performing a topological correction of the vegetation series to give certainty that differences on detected surfaces correspond to changes in land use, and not to errors in thematic layers movement or projection movement. The extension *Topology* of ArcGis 9.2 was used to perform the above mentioned, and after obtaining the result of logical correspondence, the analysis for each vegetation and land use was conducted.

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 1 was developed to identify the possible relationship among the three series of land use and vegetation. This figure shows the points representing the surface of vegetation or land use for each of the series: Series I (1976), Series II (1993) and Series III (2002). The information for each land use is represented using abbreviations: R- Rainfed, OF – Oak forest, P-OF – Pine Oak forest, PF – Pine Forest, OPF – Oak Pine forest, CF - Cloud forest, IG – Induced grassland and UA – Urban area.

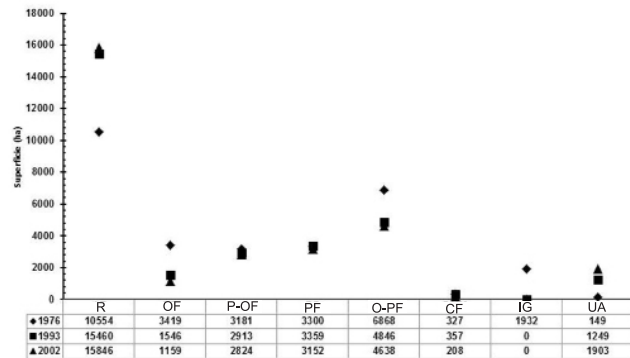


FIGURE 1. Analysis of land use change and vegetation when considering the area (ha) occupied in the basin of San Cristóbal de las Casas, for the three data series for land use and vegetation available in INEGI. R- Rainfed, OF – Oak forest, P-OF – Pine Oak forest, PF – Pine Forest, OPF – Oak Pine forest, CF - Cloud forest, IG – Induced grassland and UA – Urban area.

According to the field survey done in the 1980s, 35.5 % of the territory used rainfed agriculture, and they should be engaged in this activity for at least 80 % of the years in a given period, according to the INEGI (2005). In this land use in the Series II and III there was a considerable increase since 1976 occupied 35.5 % of the basin, and in the series of 1992 and 2002 occupied 52 and 53.3 %, respectively. This same trend has been observed nationally according to SEMARNAT (2009), due to population growth and demand for primary products.

We can also observe that in 1976 57.5 % of the surface was covered by forest, prevailing pine-oak forest, with 23.1 %. The exploitation of these forests has increased in recent years; in 2002, the population of such forests was reduced to 15.6 %;

tendencia se ha presentado a nivel nacional de acuerdo a SEMARNAT (2009), debido al incremento poblacional y la demanda de productos primarios.

Es posible observar también que en 1976 el 57.5 % de la superficie estaba cubierta por bosque y predominaba el bosque de pino-encino, con el 23.1 %. El aprovechamiento de éstos bosques se ha incrementado en los últimos años; en 2002, la población de este tipo de Bosques se redujo al 15.6 %; de igual manera, el área de Bosque de encino se redujo de 11.5 % en 1976, a 3.9 % en 2002. Lo anterior, se ha encontrado a nivel nacional (SEMARNAT, 2009) y en otras regiones del país, como la Sierra de Lobos en Guanajuato (Trucíos *et al.*, 2011).

El pastizal inducido ocupó el 6.5 % de la superficie en 1976; en 1992 y 2002 no se contabilizaron áreas de pastizal. Sin embargo, para este uso de suelo SEMARNAT (2009) reporta un incremento en superficie.

Los asentamientos humanos abarcaban en 1976 el 0.5 % del área de estudio; sin embargo, con el incremento poblacional se ha aumentado también su superficie, pues en el año 2002 cubrían una superficie del 6.4 % de la cuenca. En la Figura 2 se observa el crecimiento poblacional en función de la información de INEGI a través de censos y conteos de población y vivienda (Academic, 2012). Las proyecciones de crecimiento de la población hasta 2030 se basan en estimaciones del plan de desarrollo de la ciudad de San Cristóbal y proyecciones de ECOSUR (García, 2005). En estas estimaciones se considera que la ciudad de San Cristóbal pueda tener entre 230,000 y 375,000 habitantes en el año 2030 (Bencala *et al.*, 2006).

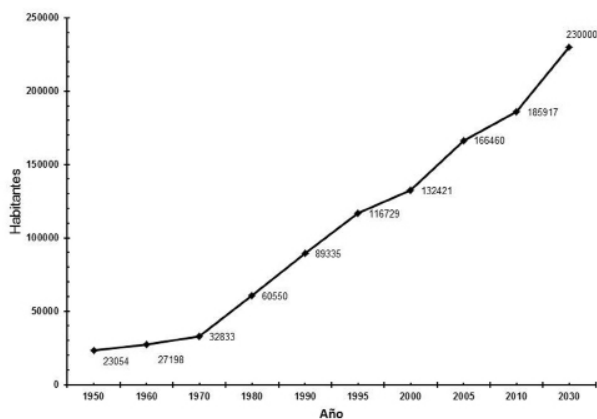


FIGURA 2. Crecimiento poblacional con base en la información del INEGI y el plan de desarrollo de la ciudad de San Cristóbal de las Casas.

FIGURE 2. Population growth based on data from INEGI and the development plan of the city of San Cristóbal de las Casas.

similarly, the Oak forest area declined from 11.5 % in 1976 to 3.9 % in 2002. The above was found nationally (SEMARNAT, 2009) and in other regions, like Sierra de Lobos in Guanajuato (Trucíos *et al.*, 2011).

The induced grassland took over 6.5 % of the surface in 1976; in 1992 and 2002 no rangelands were accounted. However, for this land use SEMARNAT (2009) reports an increase in surface.

Human settlements in 1976 covered 0.5 % of the study area; however with the population growth, the surface has also increased; in 2002 settlements covered an area of 6.4 % of the watershed. Figure 2 shows the population growth according to the information of INEGI obtained through surveys and counts of population and housing (Academic, 2012). The projections of population growth to 2030 are based on estimates of the development plan of the city of San Cristóbal and projections of ECOSUR (García, 2005). These estimates consider that the city of San Cristóbal may have between 230,000 and 375,000 inhabitants in 2030 (Bencala *et al.*, 2006).

Besides the differences in vegetation cover, in the study period we observed harvesting areas and even areas without vegetation, as shown in the images (Figure 3), which denotes an inadequate forest management in the study area.

CONCLUSIONS

Changes in land use have been directed towards providing services and resources for a growing population, as that in San Cristóbal de las Casas. Therefore, it is hypothesized that horticultural production areas that supply their products to the urban area have been developed. These rain-fed areas are possibly attended by residents of San Juan Chamula, Zinacantán and San Lucas, among others; there is also information that strengthens the hypothesis of migration from rural areas to the city of San Cristóbal de las Casas, hence the increase population in the urban area.

It is recommended to conduct studies on quality of sites in forest areas to determine the degree of deterioration which have undergone, considering the characteristics of soil types and slopes, because these forests are found in hilly areas, in addition, it is recommended to become familiar with the condition of erosion in the area, in order to generate proposals for potential areas to implement soil conservation measures.



FIGURA 3. Situación de pérdida de cobertura vegetal en áreas forestales de la cuenca de San Cristóbal de las Casas.

FIGURE 3. Status of vegetation loss in forest areas of the basin of San Cristóbal de las Casas.

Además de las diferencias en cobertura vegetal, en los recorridos de campo se observaron áreas de aprovechamientos e incluso áreas desprovistas de vegetación, como se ve en las imágenes (Figura 3), lo cual denota un manejo forestal inadecuado en el área estudiada.

CONCLUSIONES

Los cambios de uso de suelo han sido dirigidos hacia el suministro de servicios y recursos para una población creciente, como la asentada en San Cristóbal de las Casas. Por ello, se plantea la hipótesis de que se han desarrollado áreas de producción hortícola que suministran sus productos a la zona urbana. Esas áreas de agricultura de temporal son posiblemente atendidas por pobladores de San Juan Chamula, Zinacantán y San Lucas, entre otras; también existe información que fortalece la hipótesis sobre emigración de áreas rurales hacia la ciudad de San Cristóbal de las Casas, de ahí el incremento poblacional en la zona urbana.

Es recomendable realizar estudios referentes a calidad de sitios en las áreas forestales para conocer el grado de deterioro al cual han sido sometidos, al considerar las características de tipos de suelo y pendientes, ya que se encuentran en áreas accidentadas; además, es recomendable conocer con mayor detalle la condición de erosión a la cual está sometida el área, con la finalidad de generar propuestas de zonas potenciales para implementar acciones de conservación de suelos.

LITERATURA CITADA

- ACADEMIC. 2012. Revisión de página electrónica realizada el 2 de mayo de 2012. Responsable de la página Los diccionarios y las enciclopedias sobre lo académico. San Cristóbal de las Casas. Revisado en: <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/267937>
- BENCALA K.; HAINS R.; LIU E.; NOGEIRE T.; SEGAN D.; STEVENS.. 2006. Desarrollo de un Plan de Administración Sostenible para la Cuenca de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. BrenSchool of Environmental Science and Management. Tesis de Maestría. University of California at Santa Barbara. 157 p.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO). 2012. Revisión de página electrónica realizada el 9 de mayo de 2012. Responsable de la página: Dirección de Comunicación Científica de la CONABIO Revisado en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/>
- GARCÍA G., A. 2005. La gestión del agua en la cuenca endorreica de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
- ELVIRA Q., J. R. 2006. El Cambio de uso de suelo y sus repercusiones en la atmósfera. pp. 191-194. In: Urbina-Soria, J. y J. Martínez-Fernández. (Compiladores). Más allá del cambio climático. Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global. Algunos peligros del cambio climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales -

- Instituto Nacional de Ecología - Universidad Nacional Autónoma de México (SEMARNAT-INE-UNAM). 287 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI). 2005. Guías para la interpretación de cartografía. Uso de suelo y vegetación. Aguascalientes, México. 89 p.
- LÓPEZ C., F. 1998. Restauración hidrológico-forestal de cuencas y control de la erosión. Ingeniería Medioambiental. Transformación Agraria, S. A. (TRAGSA), Tecnología y Servicios Agrarios, S. A. (TRAGSATEC) y Ministerio del Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 945 p.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2009. Situación de los bosques del mundo. Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica División de Comunicación. Roma, Italia. 158 p.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). 2008. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. México. 2008. 380 p.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). 2009. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. México Ed. 2008. 358 p.
- TRUCÍOS C., R.; ESTRADA A., J.; CERANO P., J.; RIVERA G., M. 2011. Interpretación del cambio de vegetación y uso de suelo. *Terra Latinoamericana (México)* 29 (4): 359-367.
- VIRAMONTES, D.; ANAYA, E.; GARCÍA, C.; PAULENARD, J.; BARRAL, H.; MACIAS, L.; Rodríguez, C., M. G. 2004. Demasiado ganado y demasiados leñadores: una economía minera. pp. 183-193. *In: L. Descroix, J. L. González B. y J. Estrada. A. (Eds.) La Sierra Madre Occidental, una fuente de agua amenazada.* Ediciones INIFAP-IRD. Gómez Palacio, México 300 p.
- WILSON, E. O. 1996. Biodiversity. *Papers form de 1st National Forum on Biodiversity.* September, 1986. Washington D. C. National Academy of Sciences. 538 p.