

# CAMBIO DE USO DE SUELO EN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA “SIERRA DE LOBOS”, MUNICIPIO DE LEÓN, GUANAJUATO, MÉXICO

## LAND USE CHANGE IN THE NATURAL PROTECTED AREA “SIERRA DE LOBOS” IN THE COUNTY OF LEÓN, GUANAJUATO, MÉXICO

J. A. Muñoz-Villalobos<sup>1</sup>, J. L. González-Barrios<sup>1</sup>, G. González-Cervantes<sup>1</sup>,  
L. M. Valenzuela-Núñez<sup>1</sup>, M. A. Velásquez-Valle<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Nacional de Investigación en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA); km 6.5 margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango, México.  
Correo-e: villalobos.arcadio@inifap.gob.mx

**RESUMEN.** El cambio de uso de suelo depende en gran medida de las necesidades de los humanos. En cada región del país, originalmente, las poblaciones se establecieron en las áreas donde existía la disponibilidad de recursos naturales. Esta estrategia permite a los pobladores de estas áreas urbanas disponer de materias primas y tierras para satisfacer sus necesidades. Esta mecánica del crecimiento social y económico demanda mayores superficies y volúmenes de materias primas, basándose en la depredación de los bosques, suelos y aguas de la región. La degradación de suelos por efectos de la deforestación con el proceso del cambio de uso, puede provocar efectos irreversibles en el sistema hídrico de la Sierra de Lobos y en la producción agrícola y pecuaria de la región. Las condiciones ecológicas de esta región (suelos, precipitación y topografía) asociadas con el cambio de uso de suelo, vuelven al suelo vulnerable a la degradación. Mientras que las áreas que han permanecido con una cobertura vegetal natural o inducida, amortiguan el impacto del agua y permiten una mejor infiltración, mejorando la recarga del acuífero en la zona. Finalmente se consideraron los sistemas de clasificación de suelos como las clases de capacidad de uso y el Sistema Soil Taxonomy y el de FAO-UNESCO (1990), a modo de herramientas de evaluación e interpretación de suelos. Los estudios que se realizaron con la cartografía geográfica del suelo permitieron conocer la distribución de las clases y unidades de suelo. Los levantamientos de suelos consisten en un estudio sistemático, la descripción, clasificación, mapeo e interpretación para un uso específico de los suelos de un área, localidad o estado (FAO, ISRIC, ISSS, 1998). El objetivo fue la elaboración de un diagnóstico del estado que guarda el suelo a partir de su uso actual por medio de imágenes digitalizadas, en el ámbito geográfico del área natural protegida de Sierra de Lobos. Los resultados muestran que la agricultura de temporal y riego cubría el 24.3 % en el año 1970 y 10.5 % en 2007, lo que significa una reducción de un 13.8 % de uso agrícola en el área estudiada; sin embargo, se observó que estas tierras que ya no se usaron en la agricultura cambiaron al uso pecuario y están establecidas actualmente con pastos inducidos, incrementando su superficie en un 29.8% del total de la superficie. En 1970 los matorrales cubrían un 29.41 % de la superficie de la sierra con 7,768 hectáreas, en las cuales, para el año 2007, la cobertura del suelo por matorral se incrementó hasta un 1.8 %. Este incremento significa un cambio de uso de suelo a otra actividad que afecta a los otros procesos como aumento en el manto acuífero, así como las pérdidas de suelo por erosión hídrica.

**Palabras clave:** Cobertura vegetal, imágenes digitales, cartografía.

**SUMMARY.** Land use change largely depends on the needs of humans. In each region of the country, originally, populations settled in areas where there was the availability of natural resources. This strategy allows residents of these urban areas of raw materials and land to meet their needs. This social and economic growth mechanics demand larger surfaces and volumes of raw materials, based on predation of forests, soils and waters of the region. The degradation of soils by effects of deforestation with the process of change of use, may cause irreversible effects in the water system of the Sierra de Lobos and agricultural and livestock production in the region. Ecological conditions in this region (soils, rainfall and topography) associated with land-use change back the soil vulnerable to degradation. While the areas that have remained with a cover natural or induced, cushions the impact of water and allows a better infiltration, improving the recharge of the aquifer in the area. Finally considered soil classification systems such as usability and the USDA Soil Taxonomy system classes and the FAO-UNESCO (1990), as tools of evaluation and interpretation of soils. Studies conducted with geographic mapping the ground allowed to know the distribution of the classes and units of soil. Surveying soils, consist of a systematic study, description, classification, mapping and interpretation for a specific use of an area, city or State soils (FAO, ISRIC soil, ISSS, 1998). The objective was the development of a diagnostic status that saved the soil from current use of soil by scanned images, in the geographical scope of the natural protected area of Sierra de Lobos. Results show temporary agriculture and irrigation covered the 24.3 % in the year 1970 and 10.5 % in 2007, which means a reduction of a 13.8 % of agricultural use in the studied area, however, noted that these lands that were not already used in agriculture changed to livestock use and are currently set with pasture induced, increasing their surface in a 29.8 % of the total surface. In 1970 the shrub covered a 29.41 % for 2007, saw with 7,768 hectares and

of which, surface soil by shrub coverage rose to a 1.8%. This increase represents a change to another activity affects land use in positive or negative way to other processes that occur in the watershed as increase recharge the aquifer mantle or increase soil losses by water erosion.

**Keywords:** *Plant cover, digital imaging, mapping*

## INTRODUCCIÓN

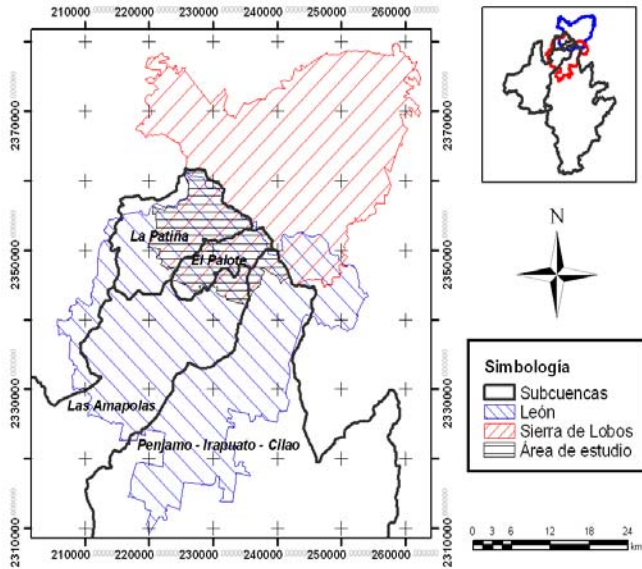
El cambio de uso de suelo depende en gran medida de las necesidades de los humanos. En cada región del país, originalmente, las poblaciones se establecieron en las áreas donde existía la disponibilidad de recursos naturales. Esta estrategia permite a los pobladores de estas áreas urbanas disponer de materias primas y tierras para satisfacer sus necesidades. Las condiciones naturales para la producción agropecuaria y forestal se generan a partir del clima, tipo de suelo y fisiografía del área en estudio (Fernández-Pozo, 1990; Fernández-Pozo y García-Navarro, 2000). Al interior de cada unidad de suelo existen diferencias en cuanto a características naturales y uso del suelo que favorecen o condicionan la producción agrícola, y su interrelación permite diseñar estrategias para espacios como parcelas, localidades o municipios, o toda una región con capacidad productiva agrícola, pecuaria o forestal (Porta y López, 2003). Las diferencias contrastantes son el relieve, la geología, el clima, la vegetación, la hidrología, la infraestructura productiva y el suelo (SARH, 1977). Este componente es el objeto de estudio de la edafología, que lo explora en lo concerniente a sus procesos, formación, clasificación, taxonomías y potencialidades agrícolas, representando cada tipo condiciones particulares para el establecimiento de asentamientos humanos, lo cual define su aptitud para el desarrollo urbano (Peña *et al.*, 2005). Actualmente en el área natural protegida Sierra de Lobos (ANP), los suelos sin cobertura vegetal permiten que el agua de lluvia se escurra rápidamente sobre la superficie. Mientras que las áreas que han permanecido con una cobertura vegetal natural o inducida, amortiguan el impacto del agua y permiten una mejor infiltración, mejorando la recarga del acuífero en la zona.

La degradación de los suelos ocasionada por los efectos de la deforestación cuando ocurre un cambio de uso del suelo, se pueden volver irreversibles en el sistema hídrico y en la producción agrícola y pecuaria de la región (Bocco *et al.*, 2001), como puede ser el caso de la Sierra de Lobos. Las condiciones ecológicas de esta región (suelos, precipitación y topografía) asociadas con el cambio de uso de suelo, vuelven al suelo vulnerable a la degradación. La degradación y uso inapropiado de este recurso contribuye a posibles inundaciones, así como la disminución de la calidad del agua de ríos y de

la productividad agrícola en zonas con suelos degradados. Finalmente, se están considerando los sistemas de clasificación de suelos como las clases de capacidad de uso y el Sistema Soil Taxonomy y el de FAO-UNESCO (1990), a modo de herramientas de evaluación e interpretación de suelos. Los estudios que se realizaron con la cartografía geográfica del suelo permitieron conocer la distribución de las clases y unidades del mismo. Las unidades de suelo son la base para desarrollar estrategias básicas de manejo y de planeación para lograr un uso integrado, equilibrado y sostenible de los recursos naturales suelo y agua (García-Gil *et al.*, 2001). El aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos depende en gran proporción del conocimiento y del manejo adecuado de los suelos. Los levantamientos de suelos consisten en un estudio sistemático, descripción, clasificación, mapeo e interpretación para un uso específico de los suelos de un área, localidad o estado. El objetivo fue la elaboración de un diagnóstico del estado que guarda el suelo a partir de su uso actual por medio de imágenes digitalizadas, en el ámbito geográfico del área natural protegida de Sierra de Lobos.

## METODOLOGÍA

El trabajo se desarrolló en el Área Natural Protegida (ANP) "Sierra de Lobos", localizada al noroeste del municipio de León, Guanajuato, entre las coordenadas extremas (x,y) UTM WGS84 (218 000, 2 380 000) esquina noroeste y (263 000, 2 342 000) esquina sureste. La delimitación de dicha área se obtuvo de los 571 puntos (vértices) con coordenadas contenidos en el decreto gubernativo No. 77 de fecha 4 de noviembre de 1997, publicado en el periódico oficial del estado de Guanajuato. El área de estudio comprende la superficie común entre el sur del área natural protegida "Sierra de Lobos" y el norte del municipio de León, Guanajuato, con una superficie de 22,710 hectáreas. Esta superficie comprende la parte alta de las subcuencas La Patiña, El Palote, Las Amapolas y Pénjamo-Irapuato-Silao, que pertenecen a la Cuenca Lerma-Salamanca (Figura 1). A escala 1: 25,000 que cubren la superficie de las microcuencas del área bajo estudio. Para la digitalización se utilizó el programa para computadora Arc-Gis 9.0 para generar los mapas base a partir de una digitalización. La integración de la base de datos para el análisis de cambio de uso de suelo del presente estudio, se realizó a partir de la información del uso de suelo y vegetación



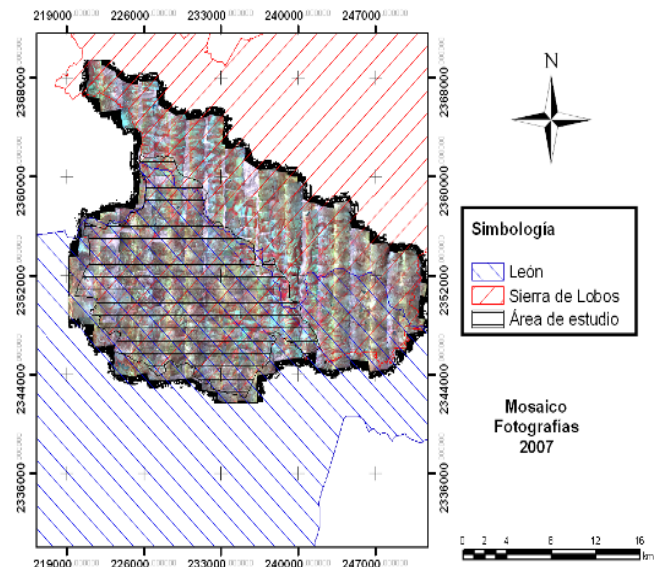
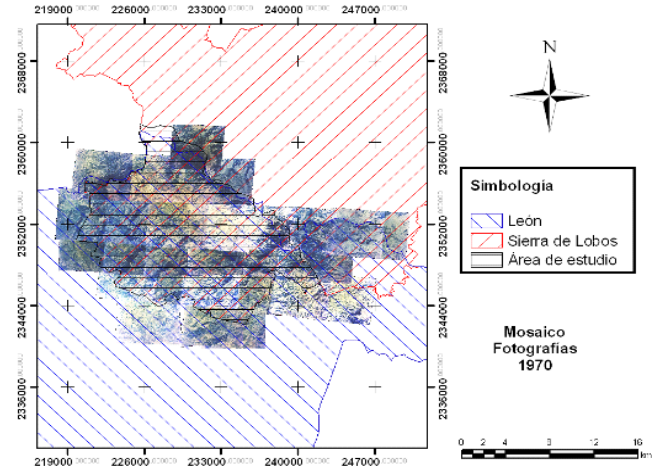
**Figura 1. Ubicación geográfica y la coincidencia del perímetro del área protegida con base en coordenadas extremas (x,y) UTM WGS84.**

de 1970 como estado inicial y 2007 como punto de comparación (INEGI, 1998; OEEG, 1999).

La información de 1970 se obtuvo de las fotografías aéreas a color tomadas por INEGI entre diciembre de 1970 y marzo de 1971 a una escala de 1:25,000. Estas fotografías se escanearon para cambiar de formato gráfico a formato digital con una resolución de 1,200 puntos por pulgada; a cada imagen digital se le asignaron puntos de control para geo-referenciarlas tomando como base la información en fotografía ortorectificada que generó INEGI en 1995. Finalmente se unieron las fotos geo-referenciadas en un mosaico de imágenes a color de 1970 para el área de estudio que se muestra en las Figuras 2 y 3.

La información de la vegetación utilizada en este trabajo se presentó en formato digital del programa Arc Gis 9.0. Primeramente se identificaron los polígonos con los nombres de la vegetación y el uso del suelo en el año de 1970, donde se identificaron por ejemplo bosque de pino, pastizal o agricultura. También se obtuvo una imagen digital de la fotografía aérea generada en el año 2007, con los mismos temas. En cada uno de los diferentes usos del suelo o vegetación, se calculó el área total ocupada dentro de la Sierra de Lobos. Los usos del suelo que se encontraron en esta parte de la región se presentan en el Cuadro 1 para el año 1970 y para el año 2007.

Para medir la variación en la superficie por el cambio de uso del suelo, se calcularon las áreas de los polígonos digitales para cada tipo de vegetación y otros usos del



**Figuras 2 y 3. Fotografía aérea digitalizada de los años 1970 y 2007, que muestra un mosaico con información de la parte norte del municipio de León, Guanajuato, y el área natural protegida Sierra de Lobos.**

terreno. Los datos se obtuvieron de la fotografía aérea digitalizada de los años 1970 y 2007, que muestra un mosaico con información de la parte norte del municipio de León, Guanajuato, y el área natural protegida Sierra de Lobos (Figuras 4 y 5).

Estas imágenes se ubicaron geográficamente, se digitalizaron los polígonos de uso de suelo y cobertura de suelo, mediante el programa de computadora Arc-Gis 9.0, y almacenadas e identificadas con un nombre de archivo para cada categoría en la base de datos generada en Excel para este estudio. Las tipologías detectadas fueron: (1) Bosque, (2) Pastizal, (3) Matorral, (4) Agricultura de riego, (5) Agricultura temporal, (6) cuerpos de agua y suelo sin cobertura vegetal (marcada como erosión en las Figuras 4 y 5).

## RESULTADOS

### Análisis de cambio de uso de suelo y vegetación

Los resultados que se obtuvieron se analizaron a partir del cambio de uso de suelo en un período de 37 años para el área de estudio, en respuesta al objetivo principal de este trabajo. En el Cuadro 1 se enlistan las categorías de uso de suelo, la superficie y porcentaje que se presentó para los años 1970 y 2007 (Figuras 4 y 5, respectivamente) en cada una de las categorías asignadas. El Área Natural Protegida Sierra de Lobos es de 22,710 hectáreas aproximadamente, en las cuales se identificaron seis variantes en el uso de suelo con vegetación y dos variantes más como los suelos desnudos sin cubierta vegetal y la superficie ocupada por cuerpos de agua. Estas variantes que ocuparon el suelo en el intervalo de tiempo entre los años estudiados, se pueden agrupar en las siguientes: bosques encino, matorral, pastizales (inducido y natural) y uso agrícola de riego y temporal. Es necesario mencionar este dato para tener una idea de las superficies que ocupan actualmente las diferentes actividades en el uso de la tierra (Cuadro 1).

En los valores presentados en el Cuadro 1, se observa que hay tres usos predominantes por su importancia en superficie; el matorral que varió de las 7,768 hectáreas que había en 1970 incrementándose ligeramente hasta las 8,170 a una tasa de cambio del 10.9. De este tipo de vegetación se tiene una superficie importante en el ANP como son los matorrales inerte y sub-inerte. Sin embargo, el porcentaje de la superficie cubierta por estos arbustos en la zona se ha incrementado ligeramente del año 1970 al año 2007. En 1970 los matorrales cubrían un 34.2 % de la superficie de la sierra, y para el año 2007 la cobertura del suelo por matorral aumentó hasta un 36.0 %. Este incremento significa un cambio de uso de suelo, lo cual afectó los otros procesos que ocurren en la cuenca como la recarga del manto acuífero, e incrementó las pérdidas de suelo por erosión hídrica (Bonilla *et al.*, 2010).

La agricultura en general tiene un lugar importante entre las actividades que se desarrollan en el suelo, y debido a que esta actividad es nómada dependiendo de la importancia económica que le den los productores de la zona. En 1970 se manejaba una superficie de 5,525 hectáreas ocupando el 24.3 % de la superficie; sin embargo, para el año 2007 los productores, por alguna razón, dejaron de sembrar 3,130 hectáreas, y lo más probable es que estas tierras hayan pasado a ser de uso pecuario.

El uso pecuario del suelo fue la variante que mostró una mayor dinámica en el tiempo, debido al incremento

en superficie desde 4,235 hectáreas hasta 7,013 hectáreas entre los años 1970 y 2007. La superficie ocupada por pastos inducidos fluctuó a una tasa de incremento de 72.4 ha año<sup>-1</sup>, lo cual significó que el uso pecuario extensivo aumentó en un 29.8 % para el año 2007. Al interior de cada unidad de suelo existen diferencias en cuanto a características naturales y uso del suelo, que favorecen o condicionan la producción agrícola, y su interrelación permite diseñar estrategias para espacios como parcelas, localidades o municipios, o toda una región con capacidad productiva agrícola, pecuaria o forestal (Porta y López, 2003). La mayoría de los suelos en esta zona tienen un alto potencial a erosionarse, y una de las mejores opciones de uso es el de cultivos con una cobertura completa, como los pastos de tal forma que éstos protejan el suelo del impacto de las gotas de lluvia y el arrastre de las partículas por los escurrimientos del agua.

La superficie de bosques existentes (encino) se ha mantenido, sobre todo el de encino, ocupando una superficie de 4,827 hectáreas en 1970, considerando que el bosque de esta especie de árboles tiene una capacidad de coexistir con una gran variedad de especies; de aquí su importancia en relación a la conservación del suelo. De acuerdo al tiempo transcurrido entre el año 1970 y el año 2007, la superficie sufrió una reducción de 57 hectáreas (Cuadro 1; Figuras 4 y 5). Sin embargo, el impacto de las actividades humanas en el tiempo y el clima son los principales actores en el deterioro de los recursos naturales, debido al cambio en el porcentaje de cobertura vegetal, combinado con la textura y la humedad del suelo; son la fórmula perfecta para que el suelo sufra un deterioro de gran importancia ecológica y económica (Pelke *et al.*, 2002). Puede señalarse que el área estudiada ha cambiado bastante en los últimos 37 años, por las variaciones que ha presentado en el tiempo en lo que se refiere a los cambios de uso de suelo (Cuadro 1).

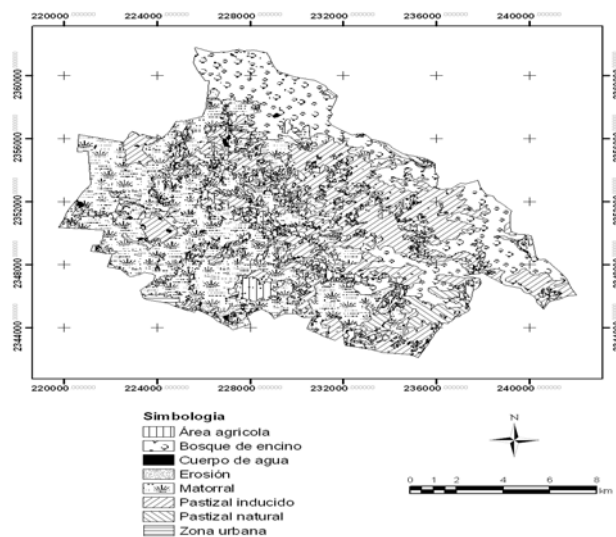
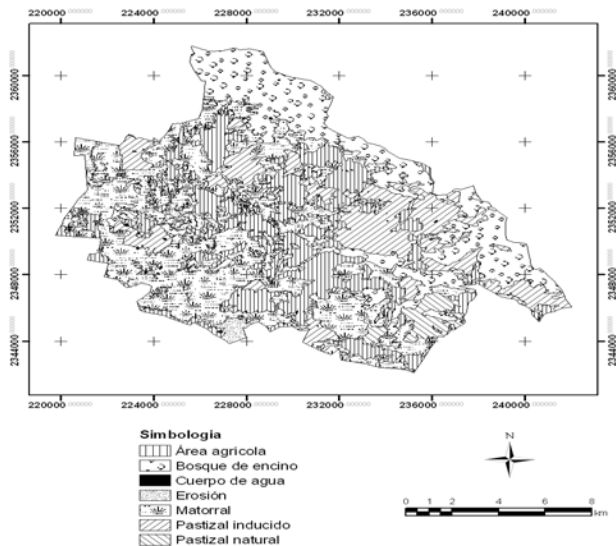
## CONCLUSIONES

1. Los resultados muestran que en el año 2007 el matorral, el pastizal inducido, el bosque de encino y el área agrícola son los temas predominantes y de mayor importancia por la superficie ocupada en el presente, distribuyéndose en 20,924 hectáreas, representando un 95 % del total de la superficie que cubren la zona en estudiada.

2. Uno de los aspectos que se debe recalcar es la variabilidad en espacio y tiempo, el tema de la cobertura vegetal por su importancia en relación con el fenómeno de la erosión. Por ejemplo, en el año 1970 entre los

**Cuadro 1. Distribución superficial (ha) del uso de suelo y vegetación para 1970 y 2007 en el área de estudio entre el municipio de León, Guanajuato, y el ANP Sierra de Lobos. El campo de cambio se refiere al número de hectáreas que incrementaron o disminuyeron (-) cada categoría, y el campo de tasa anual es el incremento o disminución en ha año<sup>-1</sup> para el periodo estudiado.**

Uso de suelo con vegetación	Superficie				Cambio de uso de suelo	Tasa de cambio
	1970		2007		1970-2007	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	/ha.año <sup>-1</sup>
Área agrícola	5 525	24.3	2 395	10.5	-3130	-84.6
Bosque de encino	4 827	21.3	4 770	21.0	-56	-1.5
Matorral	7 768	34.2	8 170	36.0	402	10.9
Pastizal inducido	3 660	16.1	6 189	27.3	2530	68.4
Pastizal natural	575	3.0	8 24	3.6	149	4.0
Zona urbana			80	0.4	80	2.1
Cuerpo de agua	22	0.1	132	0.6	110	5.0
S. sin cobertura	234	1.0	149	0.7	-85	-2.3
<b>TOTAL</b>	<b>22 710</b>	<b>100</b>	<b>22 710</b>	<b>100</b>		



**Figuras 4 y 5. Distribución de la vegetación y uso de suelo que muestran los mosaicos formados con las fotografías aéreas tomadas en los años 1970 y 2007 en el área natural protegida Sierra de Lobos.**

cuatro temas más importantes en cobertura vegetal sumaban 21,780 hectáreas, las cuales representaban el 96 % de la superficie total (22,710 ha). Este porcentaje se redujo en un punto porcentual en el año 2007, con una pérdida en la cobertura de alrededor de 1,000 hectáreas. Esta reducción significa un cambio de uso de suelo a otra actividad que posiblemente afecte los otros procesos que ocurren en la cuenca, como la recarga del manto acuífero, e incrementa las pérdidas de suelo por erosión hídrica.

3. El área dedicada al uso pecuario se incrementó en un 29.8 %. En la parte del terreno dedicado a la ganadería extensiva, se incrementó hasta aproximadamente 2,778 hectáreas. Esto es un cambio de uso de suelo positivo debido a que los pastos son plantas que llegan a cubrir casi por completo el suelo de tal forma que proveen de una protección eficiente contra el impacto de las gotas de lluvia previniendo los primeros efectos de la erosión hídrica.

#### LITERATURA CITADA

- Bocco, G., Mendoza, N. y O. R. Masera .2001. La dinámica del cambio de uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. No. 44. pp. 18-38
- FAO-UNESCO. 1990. Mapa mundial de suelo, leyenda revisada. Versión en español, preparada por la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. Roma. Italia.
- FAO, ISRIC, ISSS. 1998. *World reference base for soil resources*. World Soil Resources Reports No. 84. FAO, ISRIC, ISSS. Rome. 1998. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W8594E/W8594E00.HTM>
- Fernández-Pozo, L. F. y García-Navarro, A. 2000. Aptitud para diferentes cultivos y especies forestales de los cambisoles de Extremadura (España). Área de Edafología y Química Agrícola. Facultad de Ciencias. Universidad de Extremadura. 06071. Badajoz. Edafología. Volumen 7-1: pp. 51-59.
- Fernández-Pozo, L. 1990. Cartografía y capacidad de uso de los suelos del municipio de Badajoz. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. Badajoz.
- García-Gil, G. March-Mifsut. I. y M.A. Castillo-Santiago. 2001. Transformación de la vegetación por cambio de uso del suelo en la reserva de la biósfera Calakmul, Campeche. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Num. 46. pp. 45-57.
- INEGI. 1998. Diseño de una base de datos. Diccionario de datos edafológicos escala 1: 1 000 000 (Vectorial). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 4.
- Ordenamiento ecológico del estado de Guanajuato 1999. Informe final del estudio técnico del ordenamiento ecológico del estado de Guanajuato (OEEG). p. 244.
- Peña, J., Poveda, R. M., Bonet A., Bellot, J. y A. Escarré. 2005. Cartografía de las coberturas y usos del suelo de la Marina Baixa (Alicante) para 1956, 1978 y 2000. Instituto Universitario de Ecología. Universidad de Alicante. Investigaciones Geográficas. ISSN: 0213-4619. No. 37. pp. 93-107
- Pielke, R. A. Walko, R. L., Steyaert, R. T., Vidale, P. L., Liston, G. L., Lyons, W. A. and Chase, T. N. 1998. The influence of anthropogenic landscape changes on weather in South Florida, Mon. Wea. Rev. 127: 1663-1673.
- Plan Estatal de Ordenamiento Territorial de Guanajuato. Documento Base.2000. Diagnóstico del sistema territorial. p167
- Porta C. y A López. 2003. Edafología: Para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundi-Prensa. España. pp. 571-582.
- Rodríguez, R. S. J. 2002. Mapa de la Profepa. Áreas naturales protegidas del estado de Guanajuato. Dirección General de Protección al Ambiente y Desarrollo Sustentable del Municipio de León, Guanajuato, México.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos).1977. Clasificación de la Capacidad de Uso de la Tierra, segunda edición. Ed. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. p 18.