

# INTERPRETACIÓN DEL CAMBIO EN VEGETACIÓN Y USO DE SUELO

## Interpretation of Change in Land and Soil Use

Ramón Trucíos-Caciano<sup>1\*</sup>, Juan Estrada-Ávalos<sup>1</sup>,  
Julián Cerano-Paredes<sup>1</sup> y Miguel Rivera-González<sup>1</sup>

### RESUMEN

El cambio de uso de suelo, provocado por las actividades antropogénicas, tiene influencia en procesos naturales como recarga de acuíferos, escurrimiento superficial, pérdida de suelo, entre otros, de ahí la importancia de conocer la dinámica de dicho cambio y sus posibles orígenes. El área de estudio con 22 710 ha incluye el norte del municipio de León, Guanajuato, y el área común que comparte con el sur del Área Natural Protegida (ANP) Sierra de Lobos. El objetivo de este trabajo consistió en determinar el cambio de uso de suelo de 1970 a 2007, a través de interpretación monoscópica, asociado a las actividades que realiza el hombre dentro del ANP Sierra de Lobos. Los resultados muestran que en el área de estudio, producto de las actividades humanas, ha disminuido el 10.5% de superficie agrícola de temporal pasando de 5525 a 2395 ha principalmente por abandono de parcelas; de manera contraria, se ha incrementado la superficie de matorrales y pastizal inducido con una tasa de cambio anual de 10.9 y 68.4 ha año<sup>-1</sup>, lo anterior debido al pastoreo extensivo que predomina en el 85% de los productores del área. En el periodo y área estudiados se desarrollaron 80 ha de zonas urbanas y los cuerpos de agua se incrementaron 6 veces en superficie, con la diferencia que en 1970 existían 27 obras de captación, y en 2007 506 presones.

**Palabras clave:** actividades antropogénicas, interpretación monoscópica, tasa de cambio anual.

### SUMMARY

Land use change caused by human activities, has an influence on natural processes such as ground water

<sup>1</sup> 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. 35140 Gómez Palacio, Durango, México.

\* Autor responsable (trucios.ramon@inifap.gob.mx)

recharge, run off, soil loss; hence the importance of understanding the dynamics of such change and its possible origins. The area of study with 22 710 ha includes the north of the municipality of León, Guanajuato, and the common area that it describes with the south of the Natural Protected Area Protected (NPA) Sierra de Lobos. The objective of this work consisted of determining the change of land use from 1970 to 2007, through monoscopic interpretation, associated with activities that the man realises within the NPA Sierra de Lobos. The results show that in the study area, product of the human activities, has a diminution of 10.5% of agricultural surface of agriculture from 5525 to 2395 ha mainly by abandonment of parcels; of opposite way, the surface of scrubs and pasture induced has been increased with a rate of annual change of 10.9 and 68.4 ha yr<sup>-1</sup>, the previous thing due to the extensive pasturing that predominates in 85% of the producers of the area. In the studied period and area, 80 ha were developed of urban zones and the water bodies were increased 6 times in surface, with the difference that in 1970 existed 27 water bodies compared with 506 in 2007.

**Index words:** human activities, monoscopic interpretation, rate of annual change.

### INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas terrestres han sido, de acuerdo a la historia, el sustento y abrigo de las especies animales a lo largo del tiempo, dichas asociaciones de animales, plantas y la interrelación existente, han formado una gran diversidad, asociada también a las condiciones climáticas y topográficas, característica por la cual México tiene el cuarto lugar a nivel mundial en diversidad de recursos naturales, ya que en el 1.5% del territorio del planeta, México cuenta con más del 10% de las especies conocidas en el mundo (Elvira, 2006 y SEMARNAT, 2009). Sin embargo, y a pesar de esta diversidad, se ha llevado a cabo un desmedido aprovechamiento de los recursos naturales que ha propiciado un avance de la pérdida de especies animales y vegetales del territorio, provocado principalmente por la deforestación, prácticas

agrícolas inadecuadas, sobrepastoreo, extracción de leña y urbanización (Elvira, 2006), debido a que las necesidades han sido modificadas por el uso de servicios y tecnologías que cada vez demandan un mayor uso de recursos. Al respecto, la Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación señala como causas del cambio de uso de suelo en América del norte: al incremento poblacional, el bajo desarrollo económico, la falta de políticas e instituciones basadas en la comunidad y la falta de impulso a ciencia y tecnología (FAO, 2009).

En un estudio de cambio de uso de suelo (SEMARNAT, 2008), a nivel nacional, considerando la carta de uso potencial generada por INEGI a escala 1:1 000 000 como la vegetación original, se reporta una pérdida de 222 mil km<sup>2</sup> de selva, 129 mil de bosque, 51 mil de matorrales y 60 mil de pastizales, tan solo de 1970 a 1993 14 millones de ha de bosques, selvas, matorrales y pastizales fueron alterados o remplazados por comunidades secundarias a un ritmo de 823 mil ha año<sup>-1</sup> afectando principalmente a bosques y selvas (276 mil ha año<sup>-1</sup> y 341 mil ha año<sup>-1</sup>, respectivamente). Dicha pérdida implica problemáticas 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).

Específicamente en Sierra de Lobos (SANPEG, 1997), se han desarrollado diversos trabajos señalando que en el área de estudio predominan productores de escasos recursos económicos, que cuentan con baja escolaridad, con una edad de 55 años en promedio, considerada como edad avanzada, familias numerosas que desconocen en su mayoría que habitan un área natural protegida (ANP) y las actividades que ahí se deben realizar, lo cual puede limitar la adecuada realización de las actividades agrícolas, forestales y pecuarias, así como las acciones de conservación y uso sustentable de los recursos que comprenda un plan de manejo para dicha área de estudio (Orona *et al.*, 2008).

Al sur de esta ANP se localiza el municipio de León, que por sus características socioeconómicas, es uno de los más importantes del centro de México con una población de 1 134 842 habitantes en el 2000 (INEGI, 2004a) que generó en ese mismo año un aporte al producto interno bruto estatal (PIB) de 30.61% (INEGI, 2004b).

Por lo anterior, el objetivo planteado para este trabajo es determinar el cambio de uso de suelo ocurrido

en el área que comparten el municipio de León, Guanajuato y el ANP Sierra de Lobos entre 1970 y 2007.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se ubica en el Área Natural protegida 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, mediante el cual se declara a la Sierra de Lobos, ubicada en los municipios de León, San Felipe y Ocampo, como ANP en la categoría de área de uso sustentable. El área de estudio comprende la superficie común entre el Sur del ANP Sierra de Lobos y el Norte del municipio de León, Guanajuato, con una superficie de 22 710 ha. Esta superficie comprende la parte alta de las subcuencas La Patiña, El Palote, Las Amapolas y Penjamo-Irapuato-Silao que pertenecen a la Cuenca Lerma –Salamanca, como se observa en la Figura 1.

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

Esta base de datos consistió de fuentes de información de uso de suelo y vegetación de 1970 como estado inicial y 2007 como estado final o punto de comparación. La información de 1970 se conformó con fotografías aéreas a color tomadas por INEGI entre diciembre de 1970 y marzo de 1971 a escala 1:25 000. Estas fotografías se digitalizaron para cambiar de formato gráfico a formato digital con una resolución de 1200 puntos por pulgada; a cada imagen digital se le asignaron puntos de control para georreferenciarlas tomando como base la información en fotografía ortorectificada que generó INEGI en 1995. Finalmente se unieron las fotos georeferenciadas en un mosaico que se muestra en la Figura 2.

Por otra parte, en abril de 2007, se realizó un cubrimiento con fotografía aérea en la zona norte del municipio de León, Gto. y la parte que corresponde al Sur del ANP Sierra de Lobos (Figura 3). Se utilizó una cámara para toma de imágenes con sensor multiespectral con toma de imágenes con definición de pixel de 1 × 1 m.

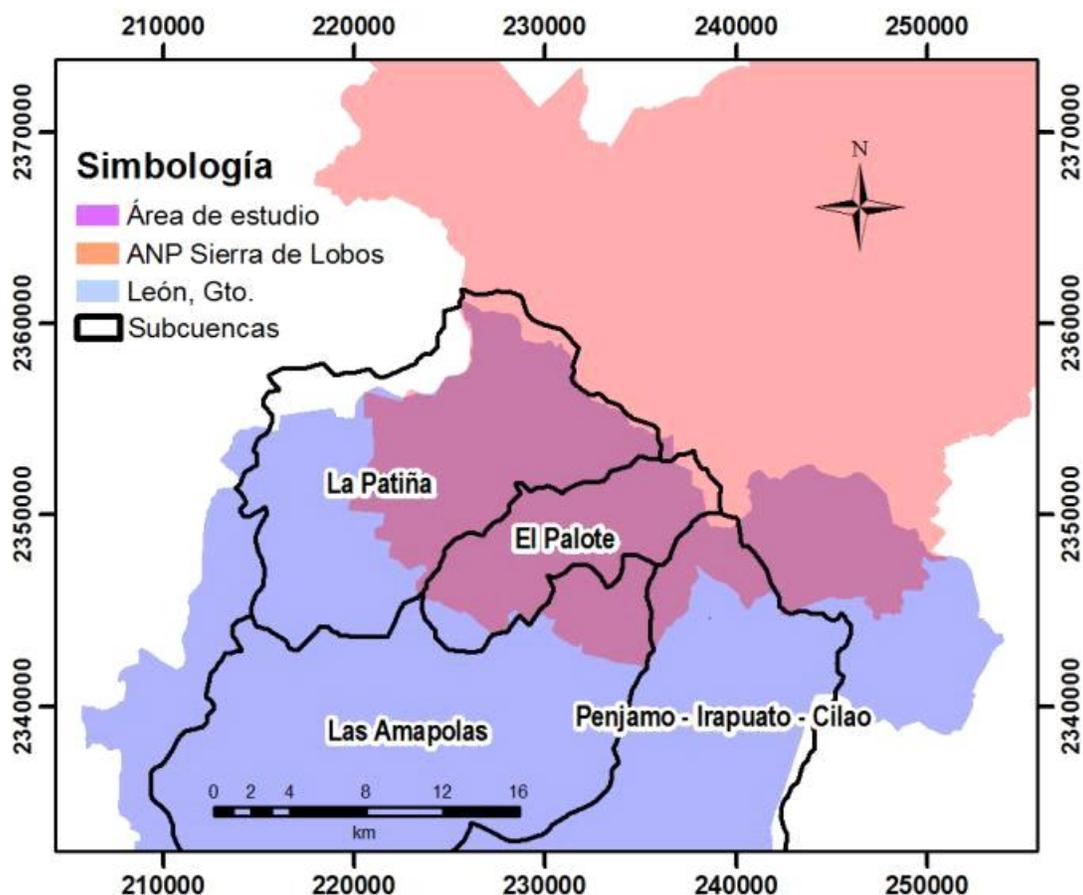


Figura 1. Ubicación del área de estudio enmarcada por la Sierra de Lobos, municipio de León, Guanajuato y las cuencas La Patiña, Palote, Amapolas y Pénjamo-Irapuato-Cilao.

Posteriormente se generó un mosaico de imágenes correspondiente al área de estudio para de esta manera tener el insumo básico para la interpretación del estado de los recursos en el área de estudio para 2007.

### Interpretación de la Información

Con base en los insumos anteriormente descritos, se digitalizaron los polígonos que describieron el uso de suelo y vegetación, asignándoles atributos referentes a las coberturas vegetales por medio de una interpretación visual o monoscópica. Como apoyo para la asignación de atributos, se realizaron combinaciones de bandas (RGB) que permitieron un mejor contraste de la imagen para establecer los límites de las coberturas vegetales, facilitando de esta manera el proceso de interpretación. La interpretación de la fotografía de 1970 se verificó con el producto de uso de suelo y vegetación de 1976 de INEGI a escala 1:50 000 debido a que esta información

tuvo un soporte importante de campo y permitió disipar dudas respecto al tipo de vegetación y los límites de cada una de ellas. Una vez obtenida la información de uso de suelo y vegetación de 1970 esta misma capa se sobrepuso al mosaico de 2007 para digitalizar los cambios ocurridos en incremento o disminución de la superficie para las coberturas de uso de suelo y vegetación. De igual forma, se digitalizaron áreas de degradación de suelos, específicamente cárcavas para la imagen de 2007. Esta última información se relacionó a la presencia de propiedades ejidales y dinámica de crecimiento de los núcleos de población aledaños.

El método que se utilizó para el análisis de cambio de la vegetación y el uso del suelo fue el del análisis espacial, el cual se basó en la identificación de los cambios en las componentes espacial y temático, y en la representación de los procesos espacio-temporales, llevados a cabo a partir de la elaboración de un producto cartográfico que expresara los cambios de la vegetación

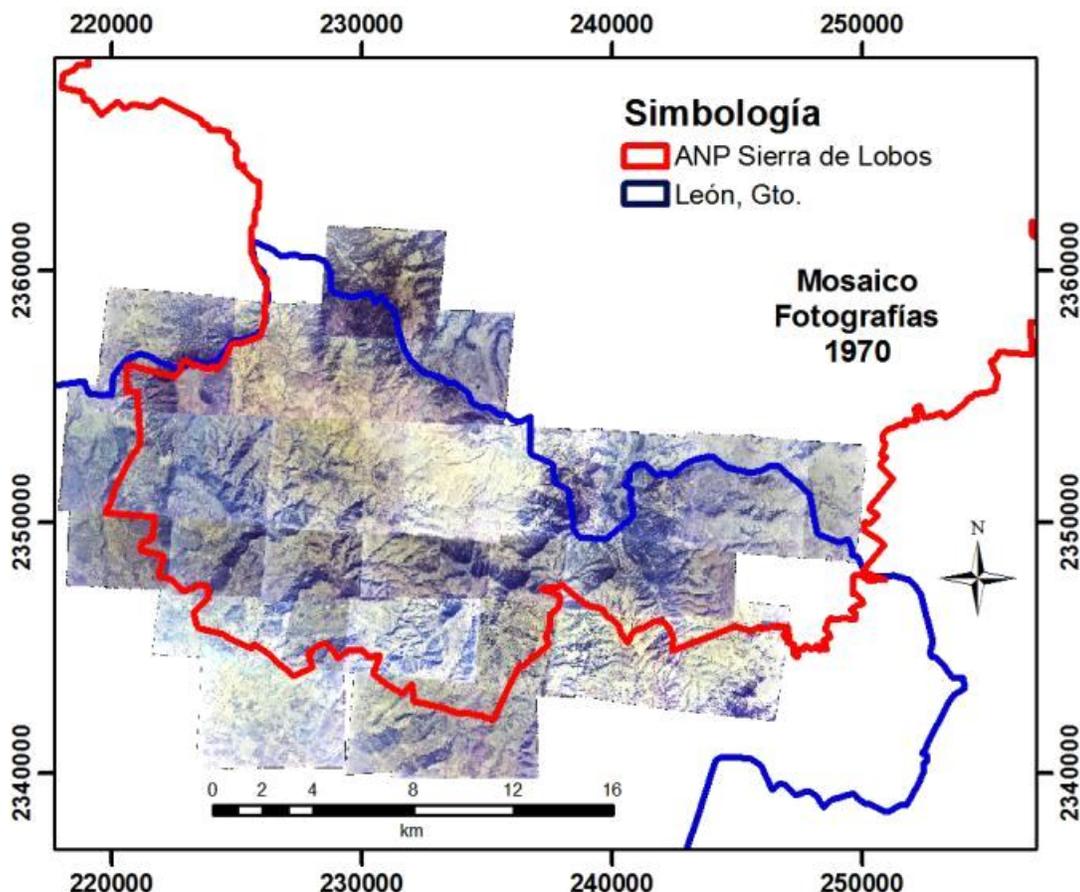


Figura 2. Mosaico con información de fotografía aérea digitalizada de 1970 y 1971 en el norte del municipio de León, Guanajuato.

en el tiempo (1970-2007); es decir, se trató de expresar las diferencias entre dos momentos temporales para las distintas unidades de observación (Gutiérrez y Gould, 2000; Rosete *et al.*, 2008). La proyección utilizada para este estudio fue Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 14, con datum WGS84, por su compatibilidad con el datum ITRF92 utilizado por INEGI en sus proyecciones cartográficas y elipsoide Clarke de 1866. El programa utilizado para el análisis descrito fue ArcGis versión 9.2.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de Cambio de Uso de Suelo y Vegetación

La respuesta al cambio de uso de suelo de 37 años para el área de estudio se puede observar en el Cuadro 1. En este se enlistan las categorías de uso de suelo, la superficie y porcentaje que se presentó para el año 1970 y 2007 en cada una de las categorías

asignadas. El campo de cambio se refiere a las ha que incrementaron o disminuyeron cada categoría y el campo de tasa anual es el incremento o disminución en  $\text{ha año}^{-1}$  para el periodo estudiado.

El bosque de encino tuvo una superficie de 4824 ha en 1970. Para la información de fotografías aéreas multiespectrales realizadas en 2007 la superficie fue de 4770 ha, esto corresponde a una superficie de 56 ha, lo cual implicó una tasa de deforestación de  $1.53 \text{ ha año}^{-1}$ , lo cual se considera bajo y esto es contrario a lo presentado a nivel nacional por esta cobertura vegetal en donde se presentan incrementos principalmente asociados a la disminución de bosques de pino-encino por el aprovechamiento de pinos y su alteración a bosques de encino (SEMARNAT, 2009), sin embargo, en el estudio de ordenamiento territorial del estado de Guanajuato se presenta la misma tendencia de 1980 a 2000 de acuerdo al plan estatal de ordenamiento territorial de Guanajuato (Gobierno del estado de Guanajuato, 2006), esto se documenta en el estudio

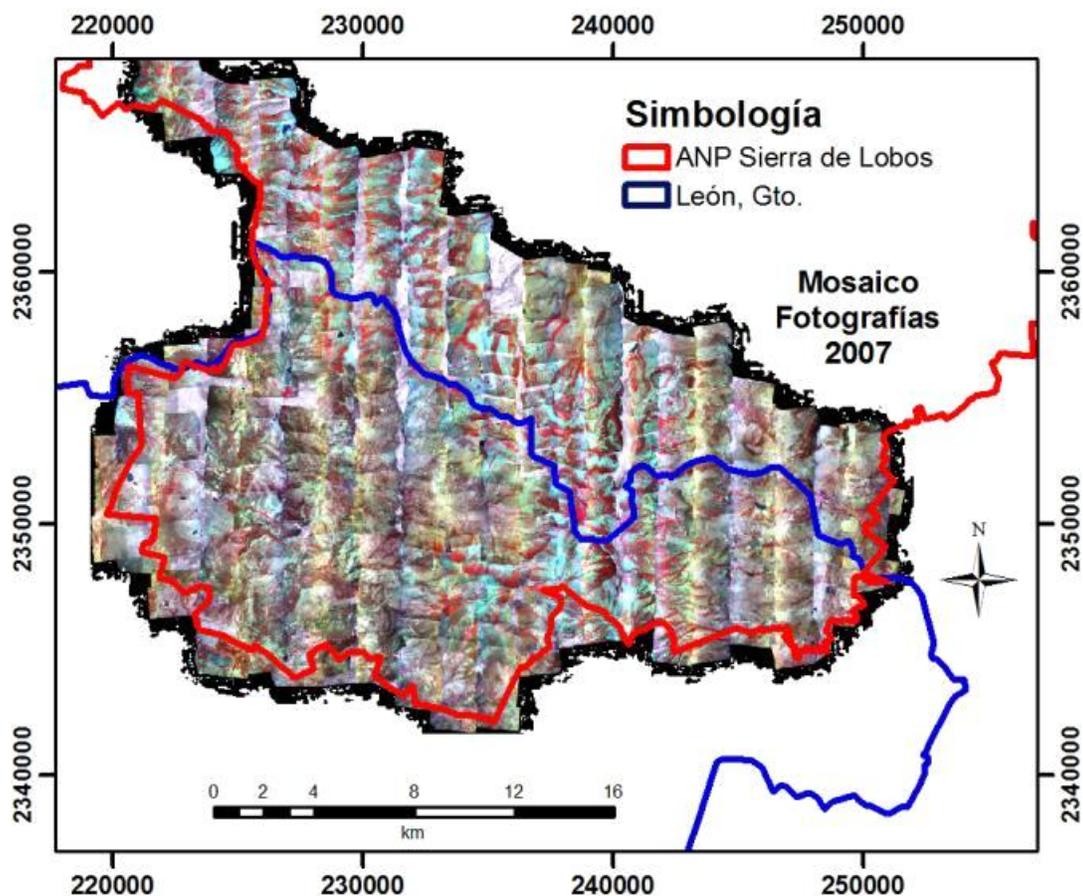


Figura 3. Mosaico con información de fotografía aérea digital de 2007 en el área común de Sierra de Lobos y el municipio de León, Guanajuato.

realizado por Orona *et al.* (2010) en ejidos de la Sierra de Lobos y el municipio de León, Guanajuato, donde se destaca el consumo de encino por parte de la población de los ejidos dentro del ANP pues cerca del 40% de los productores utiliza el encino para leña en los hogares,

y si consideramos la información sobre incremento poblaciones en el municipio de León, la población en 1970 fue de 420 000 habitantes, y ésta se incrementó en 2005 a 1 283 143 habitantes de acuerdo al Censo Nacional de Población (INEGI, 2008), esto ha traído

Cuadro 1. Distribución superficial del uso de suelo y vegetación en 1970 y 2007.

Uso de suelo y vegetación	1970		2007		Cambio de uso de suelo 2007 -1970	
	ha	%	ha	%	ha	Tasa de cambio ha año <sup>-1</sup>
Área agrícola	5525	24.3	2395	10.5	-3130	-84.6
Bosque de encino	4827	21.3	4770	21.0	-56	-1.5
Cuerpo de agua	22	0.1	132	0.6	110	5.0
Erosión	234	1.0	149	0.7	-85	-2.3
Matorral	7768	34.2	8170	36.0	402	10.9
Pastizal inducido	3660	16.1	6189	27.3	2530	68.4
Pastizal natural	575	3.0	824	3.6	149	4.0
Zona urbana			80	0.4	80	2.1
Total	22 710	100	22 710	100		

como consecuencia una mayor presión para el uso de recursos naturales.

Con respecto al matorral, vegetación típica de zonas áridas y semiáridas que está compuesta por matorrales rosetófilos, sarcocaulales, crasicaulales, etc. y dominado por arbustos, tuvo un incremento de casi 2% de 1970 a 2007. En 1970 tuvo una superficie de 7 768 ha y para 2007 la superficie fue de 8 170 ha, es decir, se incrementaron en promedio 10.87 ha cada año. A nivel nacional, en los diferentes tipos de matorrales del centro y norte de México (SEMARNAT, 2009) y estatal (Gobierno del estado de Guanajuato, 2006) se presenta el efecto contrario ya que se tienen actividades como recolección y aprovechamiento de especies arbustivas que se utilizan como leña o cercos de los hogares. Por otra parte, se considera como razón probable del incremento en la superficie de este tipo de vegetación, la invasión de áreas agrícolas abandonadas por vegetación arbustiva, similar a lo presentado en la Comarca Lagunera con mezquite y huizache principalmente (Villanueva *et al.*, 2004).

El pastizal natural se incrementó de 575 ha en 1970 a 824 ha en 2007. A este respecto, existe información para el área de estudio, en donde el 85% de los productores cuentan con ganado mayor, el cual manejan en pastoreo intensivo o semiestabulado (Orona *et al.*, 2010), siendo la razón probable del incremento al área de pastizales inducidos, observándose en 2007, 2530 ha más que en 1970, es decir, un crecimiento anual de 68.37 ha.

La tendencia antes mencionada es la observada a nivel nacional por parte de SEMARNAT (2009). La disminución de la superficie con bosques y matorrales a nivel nacional, específicamente en bosque de pino, oyamel, cedro y táscate; así como de todos los tipos de matorrales excepto del sarcocrasicale. Respecto a los pastizales, a nivel nacional se incrementó la superficie de pastizales naturales y halófitos.

La superficie agrícola disminuyó 3130 ha, sin embargo, esta información no refleja la dinámica de cambio de superficies de vegetación que ha existido en el área de estudio. Esto quiere decir, que existe sustitución de áreas de vocación agrícola (áreas de agricultura de temporal en abandono) y áreas nuevas para su uso en agricultura, principalmente aquellas que se encuentran cercanas a presas y pequeños bordos de contención de agua que se extienden a lo largo del área de estudio con una superficie de 132 ha en 2007, siendo que en 1970 eran solamente 22 ha (en 1970 existían 27 obras de este tipo, mientras que en 2007 fueron

encontrados 506), lo cual ha beneficiado el desarrollo de pequeñas áreas de agricultura; sin embargo, ha modificado de cierta forma los escurrimientos superficiales aguas abajo de la Sierra de Lobos, situación que se relaciona a lo encontrado por Viramontes *et al.* (2004) para la Comarca Lagunera con respecto a la Cuenca Alta del Río Nazas.

En la categoría de zona urbana para 1970 no se reportó superficie; sin embargo, para 2007 la superficie que representa esta categoría fue de 80 ha, lo cual constituye un incremento en aprovechamiento de recursos y cambio de la vocación del suelo a aquellos usos que tengan una mayor aprovechamiento hacia actividades antropogénicas, lo cual se ha visto reflejado en la disminución de bosque y aumento de áreas para pastoreo de ganado. Esto principalmente se ha presentado en áreas ejidales como se describe en el estudio realizado por Orona *et al.* (2010) en donde se destaca que los ejidatarios han distribuido su superficie asignada en el ejido hacia áreas agrícolas y de pastoreo, y el área de uso común la han dedicado al pastoreo y aprovechamiento de la vegetación para leña.

Finalmente la disminución de áreas con algún grado de erosión obedece al crecimiento de matorrales, que al ser vegetación con menor exigencia en cuanto a calidad del sitio, contó con las características necesarias para su desarrollo en zonas de pérdida de vegetación principal, lo anterior, también fue documentado por el Instituto de Ecología de Guanajuato (Gobierno del estado de Guanajuato, 2009) a nivel estatal y por Rosete *et al.* (2008) en un análisis de cambio de cobertura vegetal en la Península de Baja California.

### **Cárcavas y Cuerpos de Agua en el Área de Estudio**

Las áreas con cárcavas comprenden 540 ha de la superficie de estudio (Figura 4) y se localizan a altitudes mayores a 1900 m, lo cual coincide con lo encontrado por el Instituto de Ecología de Guanajuato (Gobierno del estado de Guanajuato, 2009). Se ubican en áreas que en 1970 tuvieron como uso la agricultura de temporal y pastizales inducidos, por tanto se asume que las prácticas inadecuadas de manejo de cultivos, aunado al pastoreo extensivo, fueron la causa por la cual se manifiesta degradación de suelos en forma de cárcavas, lo cual es enfatizado por Elvira (2006) como causas principales de cambio de uso de suelo y deterioro del mismo y Descroix *et al.* (2004) como fuente de impacto en la respuesta hidrológica de una cuenca. También

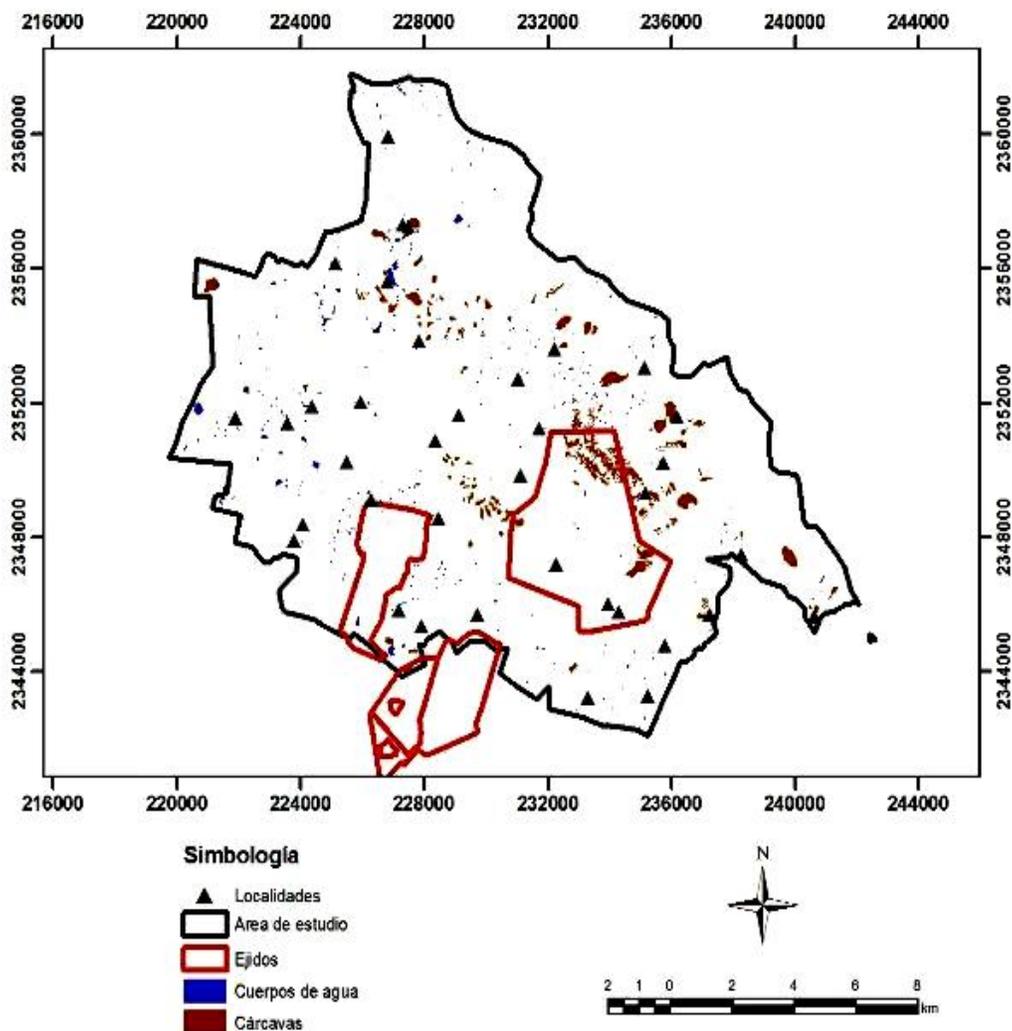


Figura 4. Mapa con ubicación de áreas de cárcavas, cuerpos de agua (represas y bordos) y poblaciones en el área de estudio.

se encontró que en 1970 se ubicaban en el área de estudio 74 cuerpos de agua mientras que para 2007 se incrementaron a 506.

### Influencia de las áreas ejidales en el cambio de uso de suelo

En el área de estudio se localizan tres ejidos, el que cuenta con mayor superficie es Manzanillas con 1972 ha ubicado en el centro del área de estudio hacia el oriente, Ibarrilla con 670 ha localizado al suroeste y San Pedro con 701 ha al sur y prácticamente fuera del área de estudio. Para ejemplificar el cambio de uso que se realiza en los ejidos se seleccionó el ejido de Manzanillas, mismo que se presenta en la Figura 5, y se analizaron los cambios efectuados en el periodo de 1970 a 2007. Uno de

los cambios importantes es la disminución de áreas agrícolas que ocupaban 591 ha en 1970 y 254 ha en 2007, lo cual es una tendencia estatal (Gobierno del estado de Guanajuato, 2009). Cabe destacar, que cambiaron de ubicación algunas de estas superficies, al desarrollarse en la parte norte del ejido ocupando terrenos dedicados a pastizales inducidos, ya que al poniente del ejido los matorrales ocuparon terrenos presumiblemente abandonados. El bosque de encino incrementó su superficie de 407 a 438 ha, sin embargo, existen áreas en donde dominaba la presencia de matorrales que presentaron un crecimiento por parte del bosque y también áreas de bosque que fueron sustituidas por pastizales inducidos. Finalmente, se contabilizaron para 2007, nueve cuerpos de agua siendo que en 1970 no se tenían, sumando esta categoría 1.3 ha de superficie,

lo cual es una tendencia para el estado de Guanajuato de acuerdo a lo reportado en el sistema de monitoreo ambiental de los recursos naturales del estado de Guanajuato (Gobierno del estado de Guanajuato, 2009).

### CONCLUSIONES

- Las áreas agrícolas presentaron una pérdida de 3130 ha, por su parte, pastizales inducidos, cuerpos de agua y áreas urbanas incrementaron su área en 2800 ha en su conjunto. Por la proporción similar en superficie, se considera que pueden ser un ejemplo muy marcado de cambio de áreas agrícolas hacia los usos de suelo ya mencionados. Esta relación se asocia al incremento de la actividad pecuaria en la región expresada en un 85% de los productores de la Sierra de Lobos al incrementarse áreas de abrevaderos y pastizales.
- El 42% del área de estudio en 2007 tuvo como uso de suelo actividades dirigidas hacia la generación de satisfactores antropogénicos (agricultura, ganadería, áreas urbanas). A pesar que en 1970 estas actividades se desarrollaban en una superficie similar, en 1970 predominaban las actividades agrícolas y en 2007 predominaron las actividades pecuarias.

- Con respecto al cambio de uso de suelo y vegetación, se observa la disminución de superficie con vegetación de bosques de 4870 a 4770 ha, el incremento en 402 ha de matorrales y 540 ha de cárcavas por la pérdida de vegetación y posteriormente de suelo. A este respecto se considera importante señalar que al eliminar las coberturas vegetales (bosque y matorral) se incrementa el riesgo de degradación de suelos por la acción de escurrimientos superficiales, que al pasar sobre suelos desnudos o con escasa vegetación puede provocar erosión, lo cual presume una disminución en la calidad los escurrimientos por efecto de sedimentos, provocando un incremento en el azolve en presas y bordos, restando capacidad de captación de agua para los habitantes del municipio de León.
- El cambio de uso en áreas ejidales indica un incremento en los cuerpos de agua (abrevaderos) en áreas de pastizales y disminución de superficie agrícola, haciendo énfasis en la tendencia hacia el aprovechamiento pecuario del área de estudio.
- Finalmente uno de los datos que tiene mayor significado dentro del manejo de recursos naturales es el incremento de cuerpos de agua, debido a que en 1970 existían 74 de estos y en 2007 se incrementó a 506 cuerpos de agua,

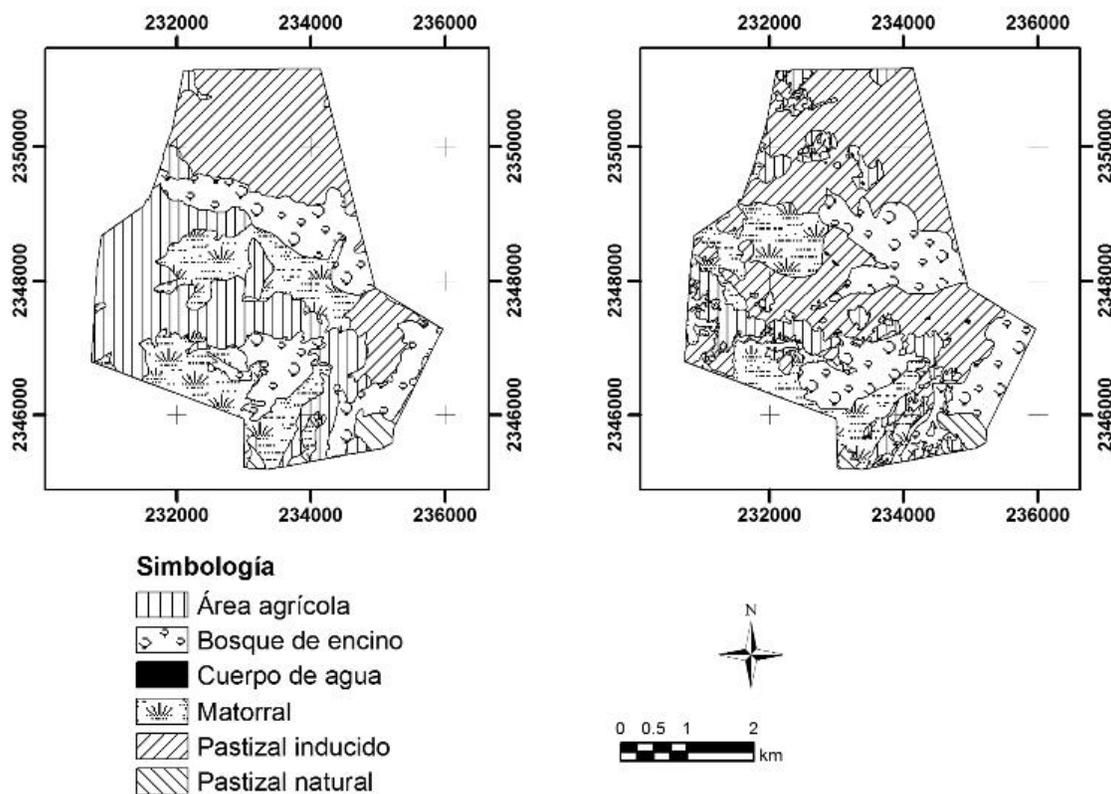


Figura 5. Distribución de la vegetación y uso de suelo de 1970 a 2007 en el ejido Manzanillas dentro del área de estudio.

principalmente con uso de abrevaderos, lo cual significa que las áreas que rodean dichos abrevaderos corren riesgo de deterioro de recursos por efecto del pastoreo, específicamente por el paso del ganado.

### AGRADECIMIENTOS

Este estudio se deriva del proyecto Manejo Integral de los Recursos Naturales en el Ámbito de la Ciudad de León, Guanajuato; aprobado en convocatoria de fondos sectoriales CONACYT-CONAFOR 2006-01, desarrollado por investigadores de Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera y la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

### LITERATURA CITADA

- Decroix, L., D. Viramontes, E. Anaya, H. Barral, A. Plencassagne, J. L. González-Barrios, J. Bacon y L. Macías. 2004. Agua amenazada por la degradación de los recursos vegetales. pp. 195-210. *In*: L. Descroix, J. L. González-Barrios, J. Estrada-Ávalos. (eds.) La Sierra Madre Occidental, una fuente de agua amenazada. INIFAP – IRD. Gómez Palacio, Durango, México.
- Elvira-Quesada, J. R. 2006. El Cambio de uso de suelo y sus repercusiones en la atmósfera. pp. 191-194. *In*: J. Urbina-Soria, 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). México, D. F.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación). 2009. Situación de los bosques del mundo. Subdivisión de políticas y apoyo en materia de publicación división electrónica de comunicación. Roma, Italia.
- Gobierno del estado de Guanajuato. 2006. Plan estatal de ordenamiento territorial de Guanajuato. Unidad de planeación e inversión estratégica. Guanajuato, Gto., México.
- Gobierno del estado de Guanajuato. 2009. Sistema de monitoreo ambiental de los recursos naturales del estado de Guanajuato. Síntesis de resultados 1970-2004. Instituto de Ecología del estado Guanajuato. Guanajuato, Gto., México.
- Gutiérrez-Puebla, J. y M. Gould. 2000. *SIG*: sistemas de información geográfica. Síntesis. Madrid, España.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2004a. Estados Unidos Mexicanos, XII Censo general de población y vivienda 2000; principales resultados por localidad. Edición 2004.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2004b. Sistema para la consulta del cuaderno estadístico municipal. León, Guanajuato. Aguascalientes, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2008. II conteo de población y vivienda 2005. México y sus municipios. Aguascalientes, México.
- 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.
- Orona C., I., F. Domínguez P., J. Estrada A., R. Zúñiga T., M. Rivera G., E. Salazar S. y M. Fortis H. 2008. Productividad del agua en las actividades productivas del municipio de León Guanajuato, México. *AGROFAZ* 8: 57-66.
- Orona C., I., R. Trucíos C., R. Figueroa V., M. Fortis H. y J. A. Muñoz V. 2010. Aspectos socioeconómicos del uso del agua en el municipio de León, Gto. pp 35-54. *In*: J. Estrada A., R. Trucíos C., J. Villanueva D., J. L. González B. y L. F. Flores L. Manejo sustentable de los recursos naturales: Sierra de Lobos, León, Guanajuato. INIFAP. León, Gto., México.
- Rosete-Vergés, F. A., J. L. Pérea-Damián y G. Bocco. 2008. Cambio de uso de suelo y vegetación en la Península de Baja California, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 67: 39:58.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2008. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. México. 2008. México, D. F.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. México edición 2008. México, D. F.
- SANPEG (Sistema de Áreas Naturales Protegidas). 1997. Decreto Gubernativo No. 77, Capítulo Único, Artículo Segundo. Conforme a lo establecido en el Decreto No. 68 Publicado en el Periódico Oficial del Estado el día dos de septiembre de 1997. pp. 9417-9437.
- Villanueva D., J., R. Jasso I., E. H. Cornejo O. y C. Potisek T. 2004. El mezquite en la Comarca Lagunera: su dinámica, volumen maderable y tasas de crecimiento anual. *AGROFAZ* 4: 633-648.
- Viramontes, D., E. Anaya, C. García, J. Paulenard, H. Barral, L. Macías y M. G. R. C. 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.