

Cambio de uso de suelo y vegetación en la Sierra de Gamón, Durango, México

Change in land use and vegetation in the Sierra de Gamón, Durango, Mexico

Sonia Paulina Barraza-Morán¹, Ulises Romero-Méndez¹, Luis Manuel Valenzuela-Núñez^{1*}, Julio César Ríos-Saucedo², Juan José Hernández-Solís³, Cristina García de la Peña¹ y Quetzalli Karmy Siller-Rodriguez¹

¹ Facultad de ciencias Biológicas UJED. Av. Universidad S/N. Fraccionamiento Filadelfia. Gómez Palacio, Dgo.

² INIFAP Campo Experimental Valle del Guadiana. Carr. Durango- El Mezquital Km. 4. Durango, Dgo. C. P. 34000

³ Instituto Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Carr. Chetumal-Escárcega km 21.5 A. P. 207 Ejido Juan Sarabia Quintana Roo, México. C. P. 77965

* autor para correspondencia: Correo: luisvn70@hotmail.com

RESUMEN

El cambio de uso de suelo y vegetación (CUSV) es un proceso con impactos en los aspectos ecológicos y biológicos de los ecosistemas. En este estudio se determinó el CUSV en la sierra de Gamón, Durango, México en el periodo de 1977-2013. La sierra de Gamón es un área característica del estado de Durango, por sus áreas vegetales que van desde pastos naturales, matorrales hasta áreas de bosque de encino en las partes alta de la sierra. En el periodo comprendido entre 1977 a 2013 se observó un cambio importante en los tipos de vegetación del área de estudio. Las coberturas vegetales y los tipos de uso de suelo con mayor superficie fueron: pastizal natural (55,021 ha), agricultura (36,408 ha) y matorral crasicuale (15,973 ha); las superficies con menor extensión fueron: el tular (97 ha), matorral desértico rosetófilo (44 ha) y cuerpos de agua (10 ha). Las superficies con mayor pérdida de superficie, fueron: el matorral crasicuale (-4,717 ha), y el pastizal natural (3,180 ha). La diferencia de las tasas de cambio de 1977 a 2013 fue significativa ($\chi^2 = 4170.718$, g.l. = 8, $p < 0.001$). Se observó un proceso de recuperación en la transición a otros tipos de vegetación principalmente en pastizal natural y matorral crasicuale a agricultura, sin dejar de lado la conversión de agricultura a otros tipos de vegetación y/o uso de suelo que en este caso fueron a zona urbana y bosque de encino. Se observó un grado de antropización de 348 m² por cada 100 ha en 1977, mientras que en 2013 fue de 412 m² por cada 100 ha.

Palabras clave: deforestación, antropización, cobertura vegetal, ecosistemas, agricultura, ganadería.

SUMMARY

The change in the use of soil and vegetation (CUSV) is a process has an impact on ecosystems ecology and biology. In this research, change in land use and vegetation in Sierra de Gamón, Durango, Mexico was determined during the 1977-2013 period. The Sierra de Gamón is a characteristic area in state of Durango, due its vegetal composition (natural pastures, bushes and oak forest in the high parts). In the period from 1977 to 2013 an important change was observed in the vegetation communities present in the study area. Vegetal coverings and types of land use with greater surface area were: natural grassland (55,021 ha), agriculture (36,408 ha) and crasicuale scrub (15,973 ha); areas with the minor extension were: tular (97 ha), rosetifolio scrub (44 ha) and water bodies (10 ha). Areas with the greatest loss of surface area were: crasicuale

scrub (-4,717 ha) and natural grassland (3,180 ha). Differences between the 1977 and 2013 exchange rates was highly significant ($\chi^2 = 4170.718$, g.l. = 8, $p < 0.001$). The most important recovery process in magnitude occurs in the transition from other types of vegetation, mainly natural grassland and crasicaule scrubland to agricultural surface, without neglecting the conversion of agriculture to other types of vegetation and / or land use than in this case was urban area and oak forest. An anthropization degree of 348 m² per 100 ha was observed in 1977, while in 2013 it was 412 m² per 100 ha.

key words: deforestation, anthropization, plant cover, ecosystems, agriculture, livestock.

INTRODUCCIÓN

La vegetación constituye un componente muy importante en el paisaje de un territorio (García-Romero y Muñoz-Jiménez, 2002; Urquijo y Bocco, 2011; Silva-Pérez, 2014). La fisonomía es una destacada característica visible de la vegetación, independiente de la composición florística, que permite la descripción del paisaje vegetal y que, al variar con el clima, la topografía, las características del suelo y con el usos de éste, también contribuye a su interpretación (Arozena-Concepción *et al.*, 2000; Beato-Bergua *et al.*, 2017; Fernández-Alvarez, 2013; Marino-Alfonso *et al.*, 2017). Cada agrupación de especies configura un conjunto vegetal de características estructurales, funcionales y florísticas propias y relativamente estables, diferenciable en el seno de una formación vegetal y que se denomina “comunidad vegetal” (Arozena-Concepción *et al.*, 2000; Vivaldo *et al.*, 2016). En México existe una amplia diversidad de vegetación. (SEMARNAT, 2016), sin embargo, las acciones antropogénicas y el incremento en la necesidad de recursos generan presión sobre los recursos, que a su vez derivan en consecuencias negativas sobre éstos en su mayor parte, afectando también su estructura, funcionamiento y distribución (Vitousek *et al.*, 1997; Foley *et al.*, 2005; Challenger y Dirzo *et al.*, 2009).

La existencia de cambios en la vegetación con el paso del tiempo es un fenómeno que se puede observar en la naturaleza debido a que las comunidades vegetales se ven sujetas a una dinámica propia. La dispersión, colonización de los espacios disponibles por las plantas, sus relaciones intra e interespecíficas y su desarrollo, modifican las

condiciones físico-químicas del suelo, lo que resulta que la vegetación cambie (Arozena-Concepción *et al.*, 2000). La sucesión vegetal se define como la manera en la que las comunidades vegetales van sustituyéndose por otras con el paso del tiempo (Yepes y Villa, 2010). Las causas de la sucesión vegetal son aquellas que producen un suelo nuevo o desnudo sobre el cual es posible el establecimiento de nuevas especies (Blanco-Valdéz, 2016). Sin embargo, las alteraciones al medio natural no siempre se dan por cuestiones naturales, otro factor que produce dichas modificaciones son las actividades antropogénicas y las necesidades humanas, debido a la creciente explosión demográfica, pobreza extrema, marginación e intereses económicos y políticos (Bonilla-Moheno *et al.*, 2012; Díaz-Caravantes *et al.*, 2014, Badii *et al.*, 2015, Ruiz-Rivera y Galicia, 2016).

Los estudios de CUSV constituyen un punto de partida para la determinación de los efectos de la deforestación, la degradación, la desertificación y pérdida de la biodiversidad en un lugar en específico (Lambin *et al.* 2001, Regil-García *et al.*, 2015, Leija-Loredo *et al.*, 2016). Los cambios que se visualizan en los ecosistemas normalmente obedecen al proceso de cambios en el uso de la cubierta vegetal y el uso intensivo (Lambin, 1997; García-Fayos, 2004; Leija-Loredo *et al.*, 2016; Nené-Preciado *et al.*, 2017). Estos procesos, que se engloban bajo el concepto de deforestación, forman parte a su vez de impactos ecológicos (Gómez-Orea y Gómez-Villarino, 2013; Hammond *et al.*, 2013; Muller *et al.*, 2014), teniendo como consecuencias la pérdida de los múltiples bienes y servicios ambientales, el calentamiento global (Amestoy-Alonso, 2010), la alteración de ciclos hidrológicos (Crespo *et al.*, 2014) y

biogeoquímicos (García *et al.*, 2012), el establecimiento de especies invasoras (CONABIO-CONANP, 2010), el desplazamiento de especies originales (Pavez *et al.*, 2010) y la degradación de hábitat (Velázquez *et al.*, 2002). La influencia de factores antropogénicos sobre diversos sistemas biológicos se define como antropización y el concepto es tratado de manera cualitativa o con base en indicadores. En Durango existe una amplia variedad de tipos de vegetación, esta diversidad da por resultado una flora relativamente rica (González-Elizondo, 1983; González-Elizondo *et al.*, 2007), sin embargo las investigaciones de CUSV en el estado son escasos, particularmente en la zona agrícola y

ganadera, en la que se lleva a cabo el aprovechamiento de la cubierta vegetal, por lo que este estudio tuvo como objetivo evaluar el CUSV en la Sierra de Gamón, Durango, México para el periodo de 1977 al 2013, con el supuesto de que está disminuyendo gran parte de la cobertura vegetal natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Sierra de Gamón se encuentra en el estado de Durango, su superficie es de 138,396 ha y comprende parte de los municipios de Peñón Blanco, Guadalupe Victoria, Panuco de Coronado y San Juan del Río. Su elevación va desde los 2,226 – 2,757 m, y se localiza entre las coordenadas 24° 25' 41" - 24° 47' 25" LN y 104° 21' 40" - 104° 8' 34" LW (Figura 1).

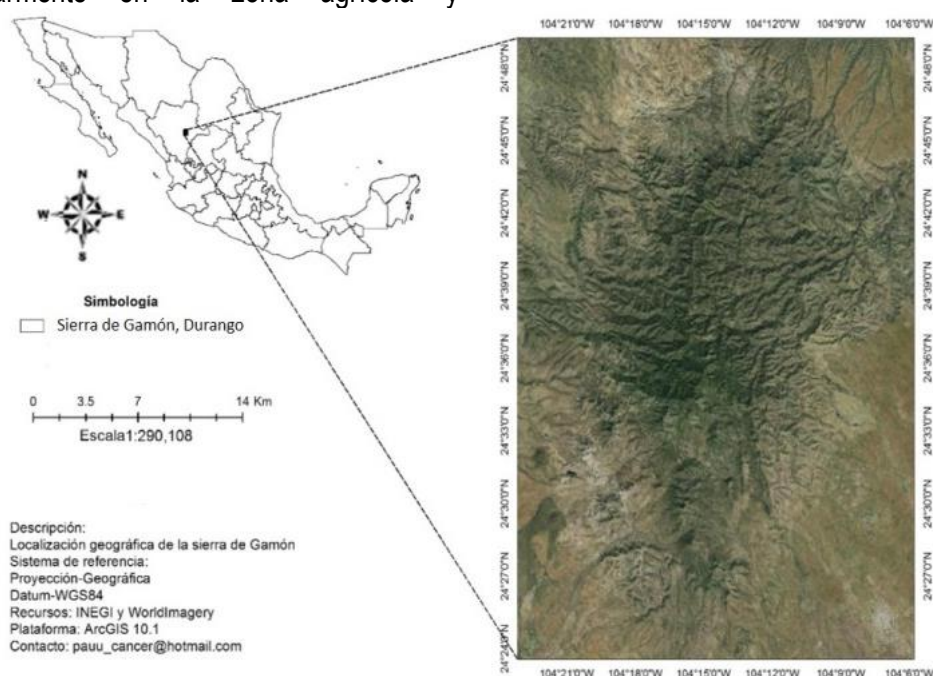


Figura 1. Área de estudio Sierra de Gamón, Durango, México.

La metodología utilizada para el análisis de CUSV fue mediante el análisis espacial, que consistió en identificar cambios en los componentes espacial y temático y en la representación de los procesos espacio-temporales, que se elaboraron partiendo de la conformación de un producto cartográfico que expresó los cambios de vegetación en un periodo determinado (1977-2013), que muestra las diferencias entre dos fechas en las coberturas del terreno según Gutiérrez y Gould (2000). Para ello, se utilizaron los datos de la cartografía de USV de la Carta G13-11, de la

serie I (1977) y la serie V (2013) del INEGI a una escala de 1:250,000 (INEGI 1977, 2013).

Análisis de CUSV. A partir de las capas obtenidas de las series I (1976) y serie V (2013) se determinó el CUSV en la Sierra de Gamón. Para llevar a cabo el proceso de transformación se obtuvo la superficie (ha) de cada comunidad vegetal y uso de suelo, así como el cambio en cada cobertura, resultando positivo cuando hubo un proceso de recuperación y negativo cuando el terreno

experimentó un proceso de transformación o degradación.

En el análisis de CUSV se utilizó el Modelador de Cambios en el Terreno para la Sostenibilidad Ecológica (Land Change Modeler) software integrado a IDRISI Selva® orientado al constante problema de conversión acelerada del terreno y a los requerimientos analíticos específicos para la preservación de la diversidad biológica (Eastman, 2012), además, se toma en cuenta la simulación prospectiva considerando el potencial de transición entre categorías (Camacho-Olmedo *et al.*, 2010). El cambio estimado por el LCM se obtuvo partiendo de una matriz markoviana calculando las superficies (expresadas en píxeles) y las probabilidades de transición de dos cartografías de ocupación y US.

Grado de antropización. En este índice se agregaron las coberturas en dos tipos de categorías: “Natural” y “Antrópica”. En “Natural” se incluyeron las formaciones vegetales de: bosque bajo abierto, bosque de encino, matorral crasicaule, desértico micrófilo y rosetófilo, pastizal natural, tular, cuerpo de agua y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino. En “Antrópica” se incluyeron: agricultura, pastizal inducido y zona urbana.

Formula: $GA = SCA/SCN$

Dónde:

GA= Grado de Antropización

SCN= Superficie cobertura natural

SCA= Superficie cobertura antrópica

Análisis estadístico

Se aplicó la prueba de bondad de ajuste con Ji-Cuadrada, para saber el grado de significancia del CUSV de 1977 al 2013. Esta prueba estadística es una prueba no paramétrica para datos nominales o categóricos independientes (mutuamente excluyentes), donde se desea saber si las frecuencias observadas se ajustan a frecuencias esperadas establecidas a priori por

el investigador con base en antecedentes del fenómeno en estudio (Gómez-Gómez *et al.*, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El área presentó un número considerable de tipos de vegetación vegetales y en menor grado de coberturas antropogénicas cuya extensión territorial es dominada principalmente por pastizales naturales y la agricultura, esta última conlleva a poner en evidencia la gran presión que se ha venido ejerciendo sobre los recursos naturales a lo largo del tiempo (Bonilla-Moheno *et al.*, 2012; Díaz-Caravantes *et al.*, 2014; Badii *et al.*, 2015; Ruiz-Rivera y Galicia, 2016). Las superficies (ha) de los USV correspondiente al año de 1977 y 2013 se presentan en la Cuadro 1.

Análisis de CUSV 1977-2013

El CUSV en un período de 36 años para en el área se presenta en el cuadro 1.

Las mayores transiciones en cuanto a superficie incrementada se observaron en la agricultura con un cambio de 3,691 ha, seguida por el pastizal inducido con un cambio de 1,095 hectáreas. Las mayores pérdidas de superficie se presentaron en el matorral crasicaule con un cambio neto de -4,717 hectáreas, seguido por el pastizal natural con -3,180 hectáreas (Figura 1). La diferencia entre 1977 y 2013 fue significativa ($\chi^2 = 4170.718$, g.l. = 8, $p < 0.001$) (Cuadro 2).

En cada USV se obtuvieron las comunidades vegetales y los tipos de usos de suelo que contribuyeron al agrandamiento y/o aminoración de superficie en cada USV (Cuadro 3).

Los tipos de vegetación que presentaron un cambio menor de acuerdo al cambio neto fueron, matorral desértico rosetófilo, tular y bosque bajo abierto (Figura 1). Una importante dinámica de cambio que se presentó fue la transformación de 10 hectáreas de pastizal natural a cuerpos de agua, que biológicamente es importante para la región por el aumento de la presión de la ganadería sobre el pastizal natural (Pavez *et al.*, 2010; Velázquez *et al.*, 2002) y la hidrología (Crespo *et al.*, 2014).

Pudo observarse una mayor recuperación en la transición de otros tipos de vegetación

principalmente pastizal natural y matorral crasicaule a superficie de agricultura, sin dejar de lado la conversión de agricultura a otros tipo de vegetación /o uso de suelo que en este caso fueron a zona urbana y bosque de encino como afirman Gómez-Orea y Gómez-Villarino (2013), Hammond *et al.*, (2013), Muller *et al.*, (2014).

El aporte de superficie más importante se dió por el pastizal natural, que aportó superficie a 7 tipos de USV siendo la agricultura y el pastizal inducido cuya superficie se incrementó con la disminución de cobertura de pastizal natural (Cuadro 3), según lo observado por Vitousek *et al.* (1997), Foley *et al.* (2005), Challenger y Dirzo *et al.* (2009).

Cuadro 1. Superficie (ha) de los USV en 1977 y 2013 en la Sierra de Gamón, Durango, México.

Comunidades vegetales y uso de suelo	1977		2013	
	Ha	%	Ha	%
Agricultura	32,704.21	23.6	36,408.89	26.3
Bosque bajo abierto	230.67	0.16	198.64	0.14
Bosque de encino	17,735.86	12.8	17,371.84	12.5
Matorral crasicaule	20,741.32	14.9	15,973.79	11.5
Matorral desértico micrófilo	5,607.44	4.0	5,035.14	3.6
Matorral desértico rosetófilo	56.48	0.04	44.67	0.03
Pastizal inducido	3,029.48	2.18	4,125.02	2.9
Pastizal natural	58,174.82	42.0	55,021.01	39.7
Tular	116.16	0.08	97.01	0.07
Cuerpo de agua*	-	-	10.22	0.008
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino*	-	-	3,371.53	2.4
Zona urbana*	-	-	750.40	0.5

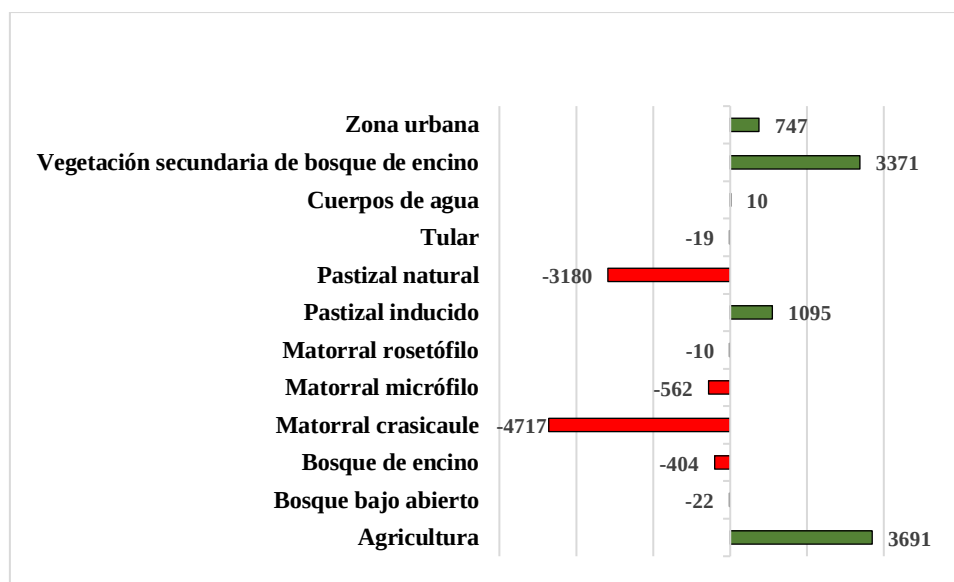


Figura 1. Superficie disminuída (rojo) e incrementada (verde) entre tipos de vegetación en la Sierra de Gamón, Durango, México en el período comprendido de 1977–2013 (ha).

Cuadro 2. Prueba de χ^2 para la tasa de cambio entre 1977 y 2013

Tipo de vegetación	N observada	N esperada	Residual
Agricultura	1	10.6	-9.6
Bosque bajo abierto	2	0.1	1.9
Bosque de encino	3	5.8	-2.8
Matorral crasicaule	4	6.7	-2.7
Matorral micrófilo	5	1.8	3.2
Matorral rosetófilo	6	0.0	6.0
Pastizal inducido	7	1.0	6.0
Pastizal natural	8	18.9	-10.9
Tular	9	0.0	9.0
Total	45		

Estadísticos de contraste

	Tipo de vegetación
χ^2	4170.718
g. l.	8
Sig. asintótica	0.000

Cuadro 3. Matriz de CUSV (Ha) en la Sierra de Gamón, Durango, México.

Clases	AGR	VSBE	PI	ZU	CA	MDR	PN	BE	MDM	T	BBA	MC
AGR			1,769	-34			1,097	-6	60	9		797
VSBE							97	3,268				6
PI	-1,769			648			2,793	3	711			6
ZU	34		648				16					48
CA							10					
MDR									-10			
PN	-1,097	-97	-2,793	-16	-10			-313	-198	10	43	1,291
BE	6	-3,268	-3				313				-21	2,569
MDM	-60		-711			10	198					
T	-9						-10					
BBA							-43	21				
MC	-797	-6	-6	-48			-1,291	-2,569				

Valores positivos: superficie ganada por la clase de USV (columna vertical) y tipo de vegetación antes de la transformación (columna horizontal).

* Valores negativos: superficie perdida por la clase de uso de suelo y vegetación (columna vertical) y a qué tipo de vegetación y/o uso de suelo se transformó (columna horizontal).

Agr:= Agricultura, VSBE= Vegetación secundaria de bosque de encino, PI= Pastizal inducido, ZU= Zona urbana, CA= Cuerpo de agua, MDR= Matorral desértico rosetófilo, PN= Pastizal natural, BE= Bosque de encino, MDM= Matorral desértico micrófilo, T= Tular, BBA= Bosque bajo abierto, MC= Matorral crasicaule.

Durango tiene una alta diversidad ecosistémica, se reconocieron 14 tipos de vegetación para el estado (González-Elizondo *et al.*, 2007) de los cuales el área de la Sierra de Gamón presentó 5 para el año 2013: pastizal, matorral, chaparral (en la homologación de las cartas se incluyó en la comunidad de bosque de encino), bosque bajo abierto y bosque de encino. González-Elizondo *et al.*, (2007) considera que el bosque bajo abierto y el matorral son dos de los tipos de vegetación con mayor riqueza endémica. Esto evidencia aún más la importancia de la Sierra de Gamón a nivel regional por su amplia diversidad de comunidades vegetales y su riqueza en especies endémicas.

El CUSV en la Sierra de Gamón se debió principalmente a la apertura de nuevas tierras agrícolas (agricultura), la aparición de áreas de pastizal inducido para el ganado además de la explosión demográfica (zona urbana), esta son 3 de las razones que Ramos *et al.* (2004), Bonilla-Moheno *et al.* (2012), Díaz-Caravantes *et al.* (2014), Badii *et al.* (2015), Ruiz-Rivera y Galicia (2016) consideran significativas para el CUSV en un área, además del desmonte y la construcción de aeropuertos y carreteras. Asimismo Vitousek *et al.* (1997), Foley *et al.* (2005), Challenger y Dirzo *et al.* (2009) afirman que las actividades antropogénicas son la causa más importante en la degradación de los ecosistemas, dicha transformación, se comprobó al hacer la comparación de las

áreas de cada tipo de USV de 1977 y 2013 en la Sierra de Gamón, donde todas las coberturas naturales presentaron pérdida de vegetación contrario a las coberturas antrópicas (agricultura, zona urbana y pastizal inducido) que mostraron un incremento en superficie. Si bien estas transformaciones de vegetación no llegaron a su total remoción conservándose solo algunas especies o comunidades vegetales, el impacto podría ser no muy alto en comparación si hubiese habido una pérdida total, aun así se producen cambios biológicos y ecológicos que afectan la estructura de los ecosistemas y los servicios ambientales que la vegetación ofrece (Vitousek *et al.* 1997; Foley *et al.*, 2005, Challenger y Dirzo *et al.*, 2009).

El análisis de CUSV generado en este estudio, no es el único es su método, en México se han desarrollado estudios acerca de las transiciones del suelo y de las comunidades vegetales en áreas de importancia, estudios que tienen mucha similitud en los resultados con los obtenidos en la Sierra de Gamón, como los estudios realizados por Trucíos-Caciano *et al.* (2007) y Saucedo-Rueda (2008).

Los tres tipos de matorral presentes en la Sierra de Gamón presentaron una disminución en su extensión territorial, siendo el matorral crasicaule el de mayor impacto por un decremento en cobertura de 4,768 has, situación que se observó a nivel nacional en el periodo de 1993-2002 donde se perdieron cerca de 953 mil hectáreas de acuerdo al informe de la Situación del Medio Ambiente en México (SEMARNAT, 2016).

La agricultura presentó un aumento considerable a lo largo de los 36 años transcurridos de 1977 al 2013, con un incremento de 3,704 ha; un incremento similar en la cubierta antropogénica de cultivos fue reportado por Saucedo-Rueda (2008) en Durango en el periodo de 1970 a 2006.

Trucíos-Caciano *et al.* (2007) encontró que en la cuenca del río Sextin en Durango, que en el periodo de 1976 a 1993 hubo un impacto negativo sobre la cobertura de pastizal natural

disminuyendo 2,325 ha, que es semejante al registrado en la Sierra de Gamón donde el pastizal natural disminuyó 3,153 ha. González-Elizondo *et al.*, (2007) refiere que esta excesiva pérdida de pastizal causa un desequilibrio en la competencia entre las especies vegetales presentes, pues la excesiva remoción del follaje de las plantas palatables reducen su capacidad fotosintética y disminuye sus reservas por lo que van siendo eliminadas, mientras que las plantas no palatables se incrementan (Yepes y Villa, 2010 y Blanco-Valdéz, 2016), lo que poco a poco reducen el potencial de los pastizales, además de que se favorece la introducción de especies exóticas para la ganadería (CONABIO-CONANP, 2010).

González Elizondo *et al.*, (2007) encontró que la región de los llanos de Guadalupe Victoria y Pánuco de Coronado es la principal área productora de frijol en México, que es una de las causas del incremento de la superficie agrícola en la Sierra de Gamón, puesto que una porción del área de estudio forma parte de la extensión territorial de estos dos municipios.

Muchas áreas que previamente estuvieron cubiertas por pastizales en la actualidad son áreas agrícolas ya que su topografía es adecuada para éstas actividades que la topografía de otros tipos de vegetación. Debido a las características del clima, principalmente la distribución de la precipitación durante el año (González-Elizondo *et al.*, 2007), lo que explica en parte el alto grado de transición de pastizal natural a zonas agrícolas en la Sierra de Gamón en el periodo de 1977-2013.

Grado de antropización

En 1977 se observó una superficie con cobertura antrópica de 35,700 ha y una superficie de 102,400 ha de superficie natural, que representaban el 25.8 % y 74.1 % respectivamente del área total de la Sierra de Gamón. Para este año el grado de antropización fue de 348 m², es decir, por cada 100 ha de cobertura natural existían 348 m² de cobertura antrópica (Figura 2).

Cobertura antropica y natural en 1977

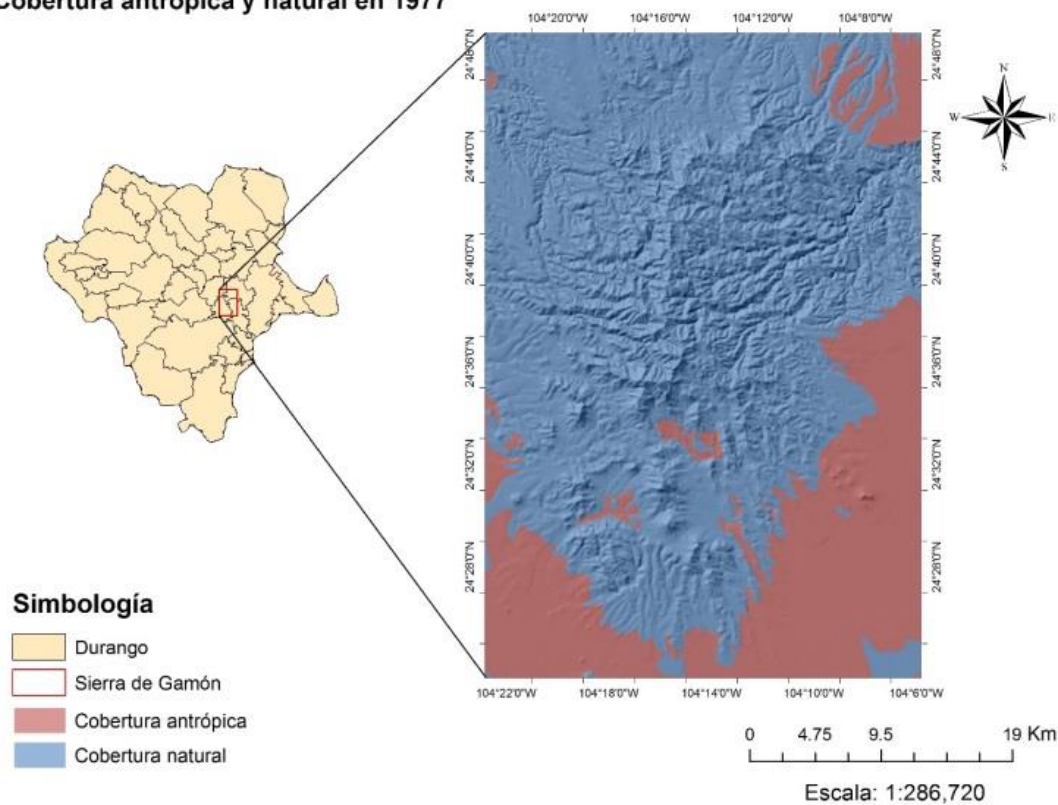


Figura 2. Cobertura natural y antrópica en 1977 en la Sierra de Gamón, Durango, México.

En 2013 se observó un incremento en la cobertura antrópica pues de 35,700 ha que había en 1977 aumento a 41,200 ha (29.8% del área total), como consecuencia a esto, en la superficie de cobertura natural se dio un

decremento de 102,400 ha a 96,800 ha (70.14% del área total). Para este año el grado de antropización fue de 425 m², es decir por cada 100 ha de cobertura natural existían 425 m² de superficie antropogénica (Figura 3).

Cobertura antropica y natural en 2013

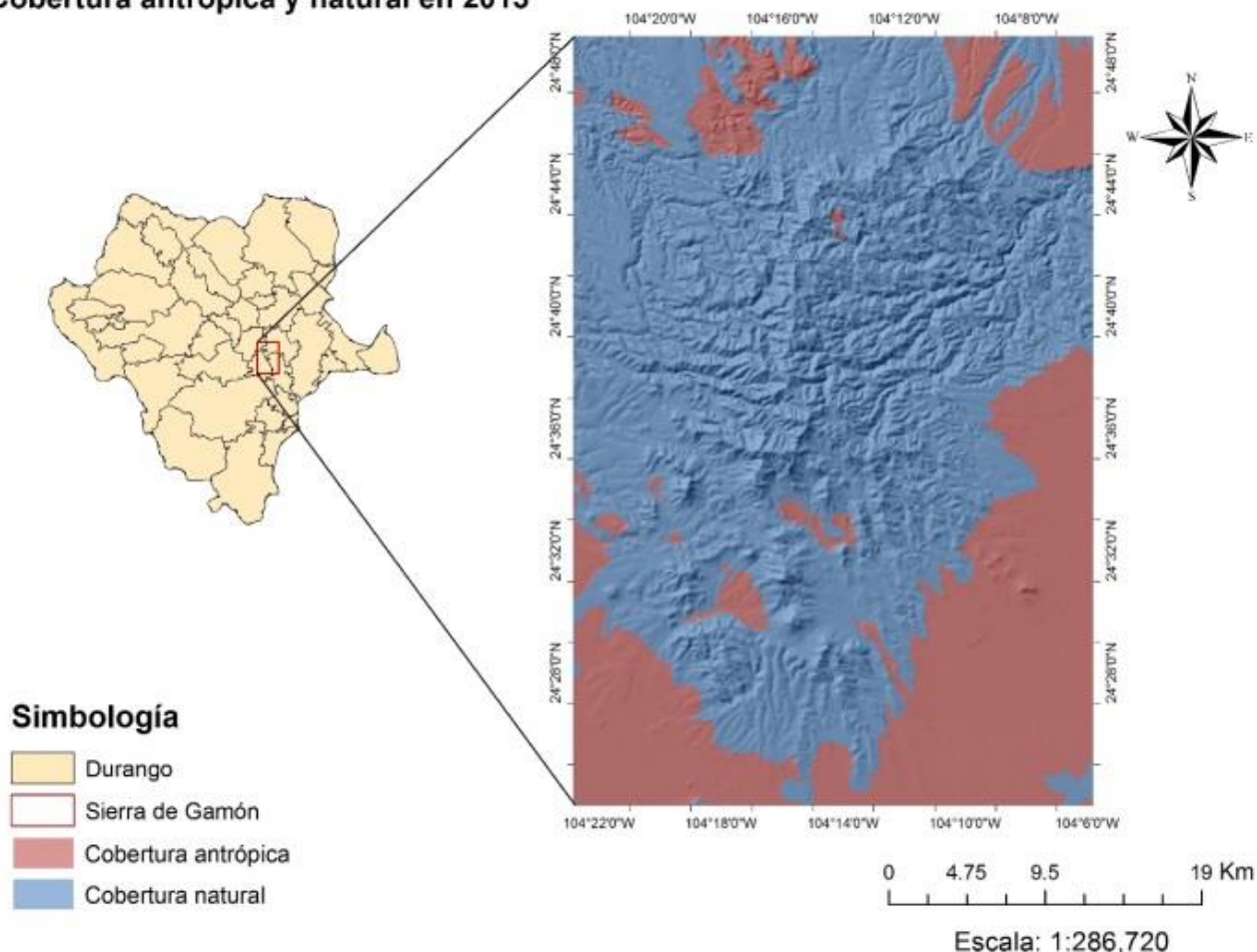


Figura 3. Cobertura antrópica y natural en 2013 en la Sierra de Gamón, Durango, México.

CONCLUSIONES

Los USV con mayor superficie fueron el pastizal natural, la agricultura y el matorral crasicaule, las superficies menores fueron: cuerpos de agua el matorral desértico rosetófilo y la vegetación de tular. Las superficies con mayor pérdida de superficie, fueron el matorral crasicaule seguido por el pastizal natural.

El proceso de recuperación más visible se presentó en la transición de otros tipos de vegetación principalmente pastizal natural y

matorral crasicaule a superficie de agricultura, sin dejar de lado la conversión de agricultura a otros USV que en este caso fueron a zona urbana y bosque de encino.

El proceso de recuperación de vegetación fue prácticamente nulo, ya que todas las cubiertas de vegetación natural presentaron pérdida de superficie, que en su mayoría se convirtió a tierras agrícolas y pastizal inducido, este último utilizado para la ganadería extensiva.



De acuerdo al modelo utilizado la agricultura, la ganadería y el crecimiento demográfico fueron los factores que más influyeron para el CUSV en la Sierra de Gamón en Durango.

El cambio de uso de suelo y vegetación en México en tiempos actuales está muy mesurado esto por la sobreexplotación ejercida sobre los recursos naturales, los cuales están sometidos a una alta presión por el uso inapropiado e irracional que el hombre aplica sobre ellos. Es importante tomar en cuenta la importancia que representa para México.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Universidad Juárez del Estado de Durango por el financiamiento otorgado a través del proyecto "Recursos Etnobiológicos de la Sierra de Gamón en Durango México" a través del Programa PROMEP. Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología el soporte económico para los estudios de postgrado de la Biól. Sonia Paulina Barraza Morán. Asimismo, se agradece el invaluable apoyo de las autoridades de los municipios de Guadalupe Victoria, Pánuco de Coronado y San Juan del Río por las facilidades otorgadas para la realización de la presente investigación y a las Sras. Julia Núñez Contreras y Eugenia Valenzuela Nuñez por su apoyo durante las estancias en el área de estudio.

LITERATURA CITADA

Amestoy-Alonso, J. 2010. El planeta Tierra en peligro (Calentamiento global, Cambio climático, Soluciones). Editorial Club Universitario, Madrid, España. 348 p.

Arozena-Concepción, M. E., E. Beltrán-Yanes, J. A. Cadiñanos-Aguirre, C. Ferreras-Chasco, P. Lozano-Valencia, G. Meaza-Rodríguez, P. Molina-Holgado, J. M. Panareda-Clopés; J. Pintó-Fusalba. 2000. Metodología y práctica de la Biogeografía; 1ª Edición, España.

Badii, M. H., A. Guillen, C. E. Rodríguez, O. Lugo, J. Aguilar, M. Acuña. 2015. Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos. International Journal of Good Conscience 10(2):156-174.

Beato-Bergua, S., J. Marino-Alfonso, M. Poblete-Piedrabuena. 2017. El paisaje vegetal y los hábitats forestales de interés comunitario en la Montaña Central Asturiana. Cuadernos Geográficos 56 (1): 26-52.

Blanco-Valdes, Y. 2016. El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. Cultivos Tropicales 37(4): 34-56.

Bonilla-Moheno, M., T. M. Aide, M. L. Clark. 2012. El efecto del cambio poblacional en el uso del suelo en paisajes rurales de México: un análisis a nivel estatal. Investigación Ambiental 4(2):87-100

Camacho-Olmedo, M.T., E. Molero-Melgarejo, M. Paegelow. 2010. Modelos geomáticos aplicados a la simulación de cambios de usos del suelo. Evaluación del potencial de cambio. En: Ojeda, J., M.F. Pita, I. Vallejo (Eds.), Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos. Pp. 658-678. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla, España.

Challenger, A., R. Dirzo. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En: Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio. México.

CONABIO-CONANP. 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 91 p.

Crespo, P., R. Céleri, W. Buytaert, B. Ochoa, I. Cárdenas, V. Iñiguez, P. Borja, B. De Bièvre. 2014. Impactos del cambio de uso de la tierra sobre la hidrología de los páramos húmedos andinos. En: Cuesta, F., J. Sevink, L. D. Llambí, B. De Bièvre, J. Posner, (Eds.) Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos. Pág 287-304. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN). Guayaquil, Ecuador.



- Díaz-Caravantes, R. E., L. C. Bravo-Peña, L. C. Alatorre-Cejudo, E. Sánchez-Flores. 2014. Análisis geoespacial de la interacción entre el uso de suelo y de agua en el área peri-urbana de Cuauhtémoc, Chihuahua. Un estudio socioambiental en el norte de México. *Investigaciones Geográficas* 83: 116-130.
- Eastman, J. 2012. IDRISI Selva. Guía para SIG y Procesamiento de Imágenes. Clark Labs. Clark University. Worcester, United States.
- Gutiérrez, J., M. Gould. 2000. SIG: Sistemas de Información Geográfica. Editorial Síntesis, Madrid, España.
- González-Elizondo, S. 1983. La vegetación de Durango. Cuadernos de Investigación Tecnológica. CIIDIR-IPN Unidad Durango. 114 pág.
- González-Elizondo, M. S., M. González-Elizondo, M. A. Márquez-Linares. 2007. Vegetación y Ecorregiones de Durango. Ed. Plaza y Valdez Editores D. F., México. 219 p.
- Fernández-Álvarez, R. 2013. Metodología para la caracterización y diferenciación de las unidades de paisaje de un espacio de montaña: las sierras de Béjar y Candelario. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 62(2013):101-127
- Foley, J. A., R. Defries, G. P. Asner, C. Barford, G. Bonan. 2005. Global consequences of land use. *Science* 309:570-574.
- García-Fayos P. 2004. Interacciones entre la vegetación y la erosión hídrica. In: Valladares, F. (Ed.) *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Pág. 309-334. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S. A., Madrid, España.
- García-Romero, A, J. Muñoz-Jiménez. 2002. Métodos y Técnicas para el estudio del territorio: El paisaje en el ámbito de la geografía. UNAM Instituto de Geografía. México, D. F. 131 p.
- García, Y., W. Ramírez, S. Sánchez. 2012. Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes* 35(2): 125-138.
- Gómez-Gómez, M., C. Danglot-Banck, L. Vega-Franco. 2013. Cómo seleccionar una prueba estadística (Segunda parte). *Revista Mexicana de Pediatría* 80(2): 81-85
- Gómez-Orea, D., M. T. Gómez-Villarino. 2013. Evaluación de Impacto Ambiental. 3ª Ed. Editorial MundiPrensa, Madrid, España. 747 pág.
- Hammond, D. S., J. Rosales, P. E. Ouboter. 2013. Gestión del impacto de la explotación minera a cielo abierto sobre el agua dulce en América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo. Nota técnica # IDB-TN-520. 33 pág.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1977. Carta de Uso de Suelo y Vegetación del Estado de Durango. Escala 1:250 000. México, D. F
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2013. Carta de Uso de Suelo y Vegetación del Estado de Durango. Escala 1:250 000. México, D. F.
- Lambin, E. F. 1997. Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in Phisycal Geography*. 21(3): 375-393.
- Lambin, E. F., B. L. Turner, H. J. Geist, S. B. Agbola, A. Angelsen, J. W. Bruce, O. T. Coomes, R. Dirzo, G. Fischer, C. Folke, P. S. George, K. Homewood, J. Imbernon, R. Leemans, X. Li, E. F. Moran, M. Mortimore, P. S. Ramakrishnan, J. F. Richards, H. Skânes, W. Steffen, G. D. Stone, U. Svedin, T.A. Veldkamp, C. Vogel, J. Xu. 2001. The causes of land-use and land-cover change: Moving beyond the myths. *Global Environmental Change* 11(4): 261-269.
- Leija-Loredo, E. G., H. Reyes-Hernández, O. Reyes-Pérez, J. L. Flores-Flores, F. J. Sahagún-Sánchez. 2016. Cambios en la cubierta vegetal, usos de la tierra y escenarios futuros en la región costera del estado de Oaxaca, México. *Madera y Bosques* 22(1): 125-140.



- Marino-Alfonso, J. L., S., Beato-Bergua, M. Á. Poblete-Piedrabuena. 2017. El patrimonio vegetal en los Arribes del Duero zamoranos: las formaciones de enebro *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *badia* (H. Gay) Debeaux. Cuadernos Geográficos 56(3): 90-115.
- Martínez-Dueñas, W. A. 2010. INRA - Índice Integrado Relativo de Antropización: propuesta técnica-conceptual y aplicación. Revista Intropica 5:45-54
- Muller, R., P. Pacheco, J. C. Montero. 2014. El contexto de la deforestación y degradación de los bosques en Bolivia: causas, actores e instituciones. Documentos Ocasionales 100. Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Bogor, Indonesia. 90 pág.
- Nené-Preciado, A. J., G. González-Sansón, M. E. Mendoza, F. A. Silva-Bátiz. 2017. Cambio de cobertura y uso de suelo en cuencas tropicales costeras del Pacífico central mexicano. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía 94: 64-81
- Pavez, E. F., G. A. Lobos, F. M. Jaksic. 2010. Cambios de largo plazo en el paisaje y los ensambles de micromamíferos y rapaces en Chile central. Revista Chilena de Historia Natural 83(1): 99-111.
- Ramos, R. R., L. D. J. Palma, C. A. Ortiz S., C. F. Ortiz G., G. Díaz P. 2004. Cambio de uso de suelo mediante técnicas de sistemas de información geográfica en una región cacaotera. Terra Latinoamericana 22(3): 267-278.
- Regil-García, H. H., S. Franco-Maass, G. E. Nava-Bernal, J. A. B. Ordóñez-Díaz. 2015. Evaluación de las técnicas para el estudio del cambio de ocupación de suelo y propuesta metodológica para solventar algunas de sus inconsistencias: el Parque Nacional Nevado de Toluca, México. GeoFocus 16: 61-86
- Ruiz-Rivera, N., L. Galicia. 2016. La escala geográfica como concepto integrador en la comprensión de problemas socio-ambientales. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. 89: 137-153.
- Saucedo-Rueda, N. 2008. Cambio de uso de suelo del Valle de Villa Juárez Durango de 1970 a 2006. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco. México.
- SEMARNAT. 2016. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. 470 pág
- Silva-Pérez, R. 2014. Caracterización de paisajes en pequeñas y medianas ciudades. Propuesta metodológica aplicada a Constantina (Sierra Norte de Sevilla). Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles 64(2014): 297-319
- Trucios-Caciano R., J. L. González-Barrios, A. S. Mojica-Guerrero, L. M. Valenzuela-Núñez. 2009. Cambio en el uso de suelo en la cuenca del río Sextín. Tecnociencia 3: 121-130.
- Urquijo, P. S., Bocco G. (2011). Los estudios de paisaje y su importancia en México, 1970-2010. Journal of Latin American Geography 10(2): 37-63.
- Velázquez, J. F., J. R. Mas, R. Díaz-Gallegos, P. C. Mayorga-Saucedo, R. Alcántara, T. Castro, G. Fernández, E. Bocco, E. Ezcurra, J. L. Palacio. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso de suelo en México. Gaceta Ecológica 62(2002): 21-37
- Vitousek, M. P., H. A. Mooney, J. Lubchenco, J. M. Melillo. 1997. Human Domination of Earth's Ecosystems, Science, 277(5325): 494-499
- Vivaldo, G., E. Masi, C. Pandolfi, S. Mancuso, G. Caldarelli. 2016. Networks of plants: how

to measure similarity in vegetable species.
Scientific Reports (6): 27077 .

Yepes, A., J. Villa. 2010. Sucesión vegetal luego de un proceso de restauración ecológica en un fragmento de bosque seco tropical (La Pintada, Antioquia). Revista Lasallista de Investigación 7(2): 24-34.