

ANÁLISIS DE CAMBIOS DE USO DEL SUELO EN EL MUNICIPIO COSTERO DE COMALCALCO, TABASCO, MÉXICO

Analysis of land use changes in the municipality coastal Comalcalco, Tabasco, Mexico

Rodimiro Ramos-Reyes^{1,2*}, Rufo Sánchez-Hernández³, Lilia María Gama-Campillo²

^{1*} El Colegio de la Frontera Sur, LAIGE, Carretera Villahermosa-Reforma Km 15.5 s/n. Ranchería Guineo, 2 Sección, C.P. 86280, Villahermosa, Tabasco, México.

² División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Cárdenas Km. 0.5 s/n, Entronque a Bosques de Saloya, CP. 86150, Villahermosa, Tabasco, México.

³ División de Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Villahermosa-Teapa Km 25, C.P. 86800, Villahermosa, Tabasco, México
Autor de correspondencia: rreyes73@hotmail.com

Artículo recibido: 24 de febrero de 2015, **aceptado:** 28 de octubre de 2015

RESUMEN. El objetivo fue identificar la dinámica del cambio de uso de suelo del 2000 al 2010 en el municipio de Comalcalco, Tabasco, México. Se observa disminución del pastizal en 4.06 %, al disminuir de 36 595 a 33 448 ha, para uso agrícola y urbano. El incremento en el uso agrícola, fue alentado por programas gubernamentales, mientras que el uso urbano responde al incremento del 23.33 % de la población en los 10 años de estudio. Por causas antrópicas, se observó la pérdida de vegetación hidrófila en un 0.81 %, la cual fue sustituida por pastizales; mientras que por causas naturales, la superficie del manglar creció en 1.32 %. Los suelos Vertisoles, Gleysols y Solonchacks tienen propiedades físico y químicas deficientes, pero representan el 87.6 % de la superficie; lo contrario son los Fluvisoles y Cambisoles los cuales tienen buena fertilidad y representan el 12.4 % de la superficie. Los cambios de uso del suelo ocurridos no se recomiendan, ya que podría afectar de forma negativa la fertilidad de los suelos.

Palabras clave: Agricultura, manglar, pastizal, Trópico húmedo, uso urbano, vegetación hidrófila

ABSTRACT. The objective was to identify the dynamic of the changes in land use from 2000 to 2010 in the municipality of Comalcalco, Tabasco, Mexico. There was a 4.06 % decrease in pastures for agricultural and urban use, decreasing from 36,595 to 33,448 ha. The increase in agricultural use was encouraged by governmental programs, whereas the urban use responded to the 23.33 % increase in population in the 10 year study. Due to anthropogenic causes, a 0.81 % loss of hydrophytic vegetation was observed, which was substituted by grasslands; whereas the mangrove surface grew by 1.32 % due to natural causes. Vertisol, Gleysol, and Solonchak soils have deficient physical and chemical properties, but represent 87.6 % of the surface; on the other hand, Fluvisol and Cambisol soils have good fertility and represent 12.4 % of the surface. The changes in land use that occurred are not recommended, given that they could negatively affect the fertility of the soil.

Key words: Agriculture, mangrove, pasture, humid tropics, urban use, hydrophytic vegetation

INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento poblacional, aunado a las crecientes expectativas de desarrollo, constituye una enorme presión de uso sobre los recursos naturales. Esto no solo se traduce en una intensificación de cultivos en zonas agrícolas, sino que además estimula el sobrepastoreo, la extrac-

ción de leña y la deforestación (Goudie 2013). De acuerdo con Klanderud *et al.* (2010), la agricultura es una de las principales causas de deforestación y de la pérdida biodiversidad en países tropicales (Day-Rubenstein *et al.* 2000). Al respecto Mitchell *et al.* (2013) mencionan que no existe un vínculo universal de causa y efecto en el fenómeno de la deforestación tropical y el cambio de uso de suelo.

Aunque a nivel mundial, las principales causas apuntan al crecimiento de la población y al aumento de la frontera agrícola; sin dejar de considerar, otros factores locales, decisiones de política ambiental, así como los modos particulares de la expansión agrícola, extracción de madera y la ampliación de la infraestructura. Mientras que Pielke *et al.* (2002) mencionan que el análisis del cambio de uso de suelo puede ofrecer información importante, para generar un modelo más incluyente en el estudio del cambio climático global (CCG), ya que, en la actualidad no se ha considerado el efecto protector de la vegetación, contra la tasa de radiación que llega a la superficie terrestre, la cual causa un efecto similar a las emisiones de gases de efecto invernadero, sumándose las denominadas islas de calor sobre el CCG (Fuentes 2015). Lo que ha provocado que, hasta ahora, los análisis de este fenómeno se centren en la composición de los gases en la atmósfera. Al respecto, Foley *et al.* (2005) mencionan que en el cambio de uso de suelo se considera como un problema ambiental local. Sin embargo, en la actualidad es un tema de importancia mundial, por la creciente demanda de alimentos, fibras, agua y refugio, lo que provoca múltiples transformaciones a los bosques, tierras de cultivo, cursos de agua y el aire. Como resultado se ha observado una expansión en las áreas cultivadas y urbanas, acompañada de un aumento en el consumo de energía, agua, fertilizantes y pérdida de biodiversidad (De la Fuente y Suarez 2008).

Una forma de evaluación del cambio en el uso del suelo, es por medio de la medición de los cambios en la cobertura vegetal y no vegetal; tradicionalmente, dicha medición y uso del suelo, se realizan sobre documentos generados por percepción remota o cartografía temática de cobertura (Bocco *et al.* 2001). En forma pragmática, el concepto de cobertura describe los objetos que se distribuyen sobre un territorio determinado; mientras que el concepto de uso del suelo, se refiere al resultado de las actividades socioeconómicas que se desarrollan sobre una cobertura (Anderson *et al.* 1976). Con este enfoque, Goldewijk *et al.* (2010) reportó un cambio de uso de suelo a nivel mundial de 136 a 658 millones

de ha del 1700 al 2000, destacando la conversión a pasturas de 418 millones de hectáreas.

En el ámbito específico de la teledetección, los equipos de observación disponible han mejorado, con los satélites LANDSAT, SPOT, Meteosat o NOAA, además de las misiones con enfoque ambiental, debido al interés en la investigación sobre temas de CCG (Chuvienco 2007). Antes los métodos tradicionales de evaluación de los recursos naturales, eran caros y consumían grandes cantidades de tiempo, debido al alto número de observaciones. Sin embargo, los avances en computación y tecnologías de la información, han introducido un nuevo grupo de herramientas, métodos, instrumentos y sistemas (Ordoñez y Martínez-Alegría 2003), como los sensores remotos y los sistemas de información geográfica (SIG), para satisfacer la demanda de recursos para modelación. Los SIG proporcionan el medio para la integración y brindan una poderosa herramienta para el análisis cuantitativo de los cambios de uso de suelo (Treitz y Rogan 2004). Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue identificar la dinámica del cambio de uso de suelo del 2000 al 2010 en el municipio de Comalcalco, Tabasco, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el municipio de Comalcalco, Tabasco; ubicado entre las coordenadas 18° 09' LN y 92° 32' LO; con superficie de 723.19 km²; clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano; temperatura media anual entre 24 y 28 °C; y precipitación media anual entre 1500 y 3000 mm (INEGI, 2006).

Como fuente digital de información, se utilizaron mapas del Inventario Nacional Forestal del 2000 y del Plan de Ordenamiento Territorial del Estado de Tabasco, México del 2007. Con los programas Quantum GIS, ArcView 3.2 y ArcGIS 9.2, se delimitó el polígono del área de estudio. El mapa del 2000 se generó con imagen de satélite LANDSAT 5 TM (Thematic Mapper) del mismo año, con un despliegue del falso color (RGB 4,3,2); mientras que el mapa del 2010 se creó con imagen SPOT

Tabla 1. Superficie de suelo según su uso, en el municipio de Comalcalco Tabasco de 2000 a 2010.

Uso del Suelo	2000		2010		Variación (%)
	has	(%)	has	(%)	
Pastizales	36,595	47.18	33,448	43.13	-4.06
Agricultura	23,622	30.46	26,122	33.68	+3.22
Manglar	3,786	4.88	4,811	6.20	+1.32
Vegetación hidrófila	5,706	7.36	5,074	6.54	-0.81
Cuerpos de agua	7,040	9.08	6,585	8.49	-0.59
Urbano	808	1.04	1,518	1.96	+0.92
Total	77, 557	100	77, 557	100	-

del 2010, con un falso color (RGB 1, 2, 3). En ambos años la identificación de los usos del suelo se llevó a cabo por interpretación visual en pantalla (Ordoñez y Martínez-Alegría 2003), aplicando los criterios de tono, forma, tamaño y textura (Chuvieco 2008), además de recorridos de verificación en campo en el 2012, con GPS. Los usos del suelo se poligonizaron, para obtener las superficies para realizar las bases de datos compatibles con los SIG para su análisis geográfico.

En relación al mapa base de suelos, se consideró el elaborado por Palma-López *et al.* (2007), el cual fue actualizado mediante herramientas de SIG. Dicho mapa clasifica los suelos del área de estudio, de acuerdo al sistema WRB (IUSS Grupo de Trabajo WRB 2007). Este sistema genera un mapa, a partir de la realización de descripciones de perfiles de suelo, del relieve, cobertura/uso y actualización de los topónimos en puntos de muestreos seleccionados. A cada punto, se asocia la coordenada geográfica y la información de las descripciones realizadas. Con dicha información se ubica a los suelos dentro de sus correspondientes grupos de acuerdo al sistema WRB, y mediante SIG, se aplica el método de interpolación para generar isolíneas, de acuerdo a los rasgos característicos determinados por teledetección. Para agregar o corregir grupos de suelos en el mapa resultante, se realizan perforaciones con barreno para determinar horizontes y propiedades de diagnóstico, que permitan redefinir los linderos de cada grupo de suelo en el mapa.

RESULTADOS

En el 2000, se identificaron seis usos de suelo: pastizales, agrícola, vegetación hidrófila, manglares, cuerpos de agua y áreas urbanas. Fisiográficamente las áreas más bajas del municipio se localizan en la parte norte; donde se hallan los usos más tolerantes a condiciones de inundación prolongada, específicamente manglares y cuerpos lagunares, en la parte noreste se distribuye una pequeña porción de vegetación hidrófila, en tanto que uso agrícola y pastizales se ubican en menor superficie. La porción central y sur es la menos diversa en cuantos usos de suelo, se restringe a pastizales, agrícola y áreas urbanas. Los usos que figuran con la mayor extensión son el de pastizal y agrícola (Figura 1).

En el 2010, se identificaron los mismos seis usos de suelos del 2000 y un mayor número de núcleos urbanos, destacando la ampliación de la cabecera municipal en lugares correspondían a uso agrícola y ganadero. También se observa un crecimiento de núcleos urbanos en los límites de los municipios de Cárdenas y Jalpa de Méndez. En el 2000, se observaron cinco núcleos poblacionales compactos (Figura 1), en tanto que en el 2010 se identificaron 10 núcleos poblacionales (Figura 2). Además, de un incremento de las áreas agrícolas, y reducción de las áreas de pastizal y vegetación hidrófila (Figura 2). La suma de los distintos usos de suelo en el municipio, es de 77 557 ha. De ésta, el pastizal figura como la de mayor cobertura en ambos años de evaluación (Tabla 1).

En la Figura 3 se observa de manera general,

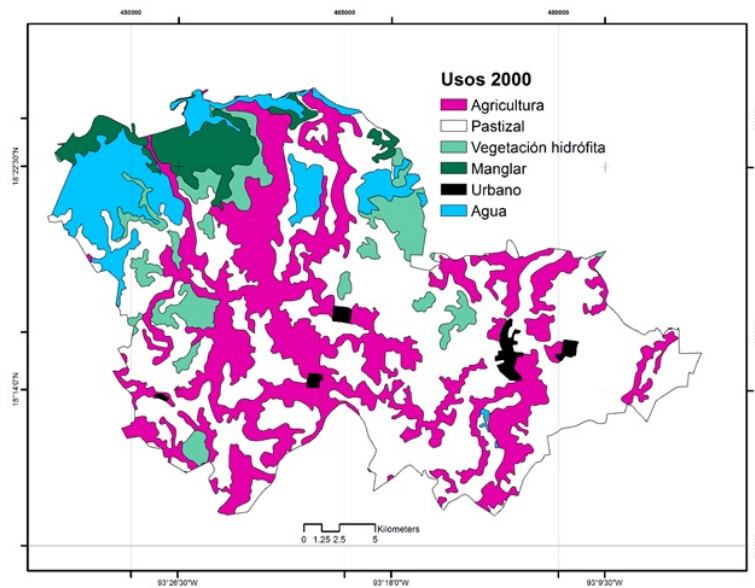


Figura 1. Usos de suelo, identificados en el municipio de Comalcalco, Tabasco en el 2000.

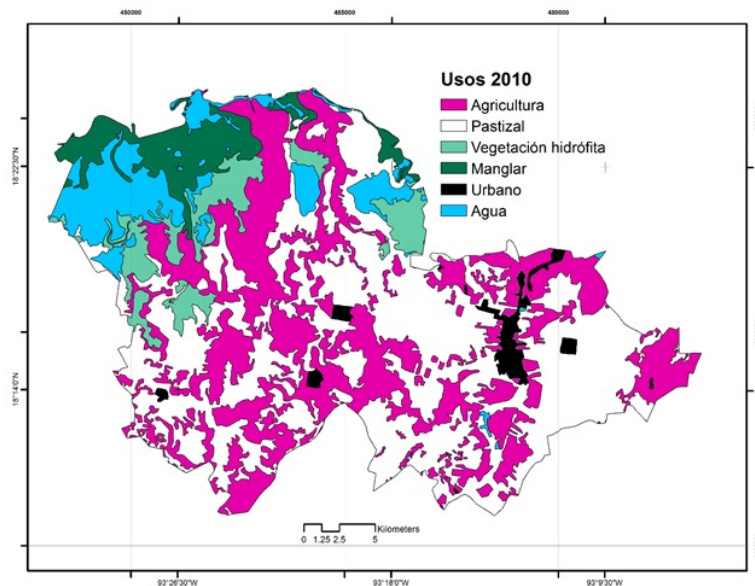


Figura 2. Usos de suelo, identificados en el municipio de Comalcalco, Tabasco en el 2010.

que los principales usos de suelo se conservaron, tanto en número como en superficie, aunque destaca el cambio de uso de pastizales en agricultura y zonas urbanas, y de vegetación hidrófila a pastizales. Cabe

señalar que en la parte sur del municipio, se han dado la mayoría de los cambios de uso, debido a intervenciones antrópicas, mientras que en menor medida en la parte norte, por causas naturales, como

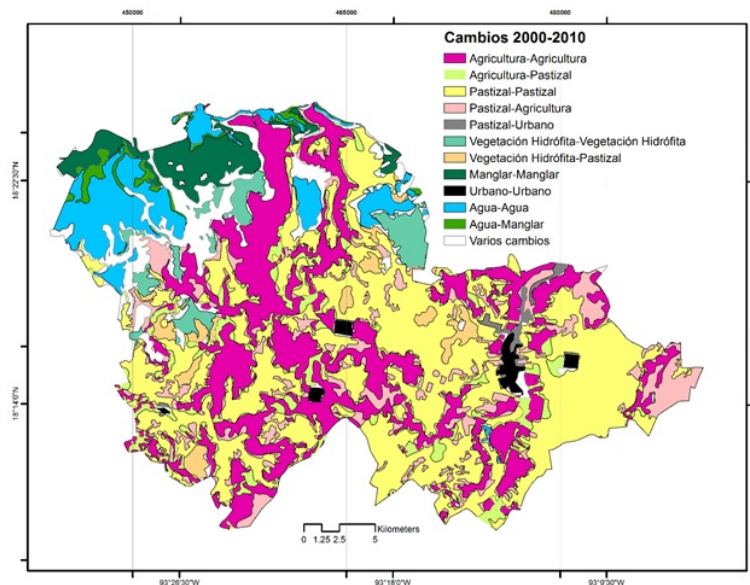


Figura 3. Cambios de usos de suelo registrados del 2000 al 2010 en el municipio de Comalcalco, Tabasco.

la recuperación de áreas de manglares en cuerpos de agua.

En cuanto a la distribución de los suelos, se identificaron cinco grupos. En orden de importancia se encuentran los Vertisoles eútricos, Gleysoles mólicos, Fluvisoles eutricos, Cambisoles gléyicos y Solonchaks gléyicos. Presentando la mayor superficie los Vertisoles eútricos con 55 058 ha, lo que equivale al 71 % del total de la superficie del municipio. Mientras que los suelos con menores área fueron los Cambisoles gléyicos y Solonchacks gléyicos, con 3 456 y 3 036 ha, con porcentajes de cambio de 30 y 22 %, respectivamente (Figura 4).

Por su amplia distribución, los Vertisoles eútricos son los suelos con más cambios de uso, ya que 15 428.96 ha (29 %) de estos suelos, han tenido cambios de uso, particularmente de tipo agrícola. Otros suelos que también presentan cambios de uso fueron los Gleysoles mólicos de los que cambiaron de uso 3 018.52 ha, lo que equivale al 31 % de su superficie total, seguido de los Fluvisoles eútricos cuyo cambio ocurrió en 1 856.72 ha, que equivalen al 30 % del total de la superficie.

DISCUSIÓN

En las últimas décadas las áreas forestales del sur de México, cedieron sus espacios para ser ocupadas por pastizales; las causas que provocaron este crecimiento de la superficie del pastizal, fue el aumento de la demanda de carne a nivel mundial y el bajo nivel tecnológico de los sistemas de producción, por lo que se requerían grandes superficies de terreno, para sostener el hato ganadero de forma extensiva (Castro *et al.* 2002). A esta situación, el municipio de Comalcalco no fue ajeno, ya que en el 2000, el pastizal era el uso de suelo de mayor cobertura en el municipio con 36 595 ha. No obstante, la superficie destinada a la actividad pecuaria se ha tenido que ajustar a las realidades económicas del país, así como a las políticas de gobierno en materia de apoyos al sector agropecuario. A pesar de que el pastizal tuvo una ligera disminución a principio de los 70, en la siguiente década recuperó su superficie, por lo que fue el uso de suelo más importante (Ramos *et al.* 2004).

En el caso del municipio de Comalcalco, la dinámica de cambio de uso de suelo, es un reflejo de

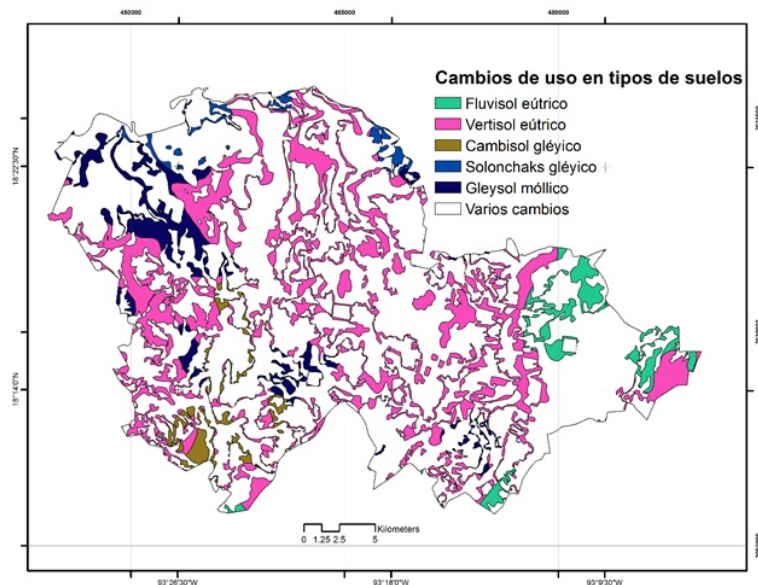


Figura 4. Cambios de uso según grupos de suelo identificados en el municipio de Comalcalco, Tabasco.

lo acontecido en otras regiones del estado (Ramos *et al.* 2004, Geissen *et al.* 2009) y del país (Rosete *et al.* 2008). La superficie de los pastizales, paso de 36 595 000 a 33 448 ha del 2000 al 2010, lo que representa una reducción del 4.06 % (Tabla 1). Esta reducción de la superficie es una muestra de la contracción de la actividad en el estado de Tabasco, debido a múltiples factores entre los que destacan la ganadería extensiva, bajo nivel de tecnificación, estacionalidad, impacto del estiaje; que en conjunto provocan una baja rentabilidad, afectando a los pequeños productores (Castro *et al.* 2002). La reducción de los canales de comercialización de la carne en el estado y de la apertura del mercado de ganado en pie hacia el norte del país y los Estados Unidos (Ramos *et al.* 2004).

La disminución de la actividad ganadera en el área de estudio, explica el incremento observado en la superficie agrícola del municipio de Comalcalco en el 2010, donde en un lapso de 10 años, recuperó una superficie equivalente al 3.22 %, al pasar de 23 622 ha en el 2000 a 26 122 ha en el 2010, lo que coincide con Ramírez-Martínez (2007), debido entre otros factores a la creación de programas de Apoyo a la

Cadena Productiva de Productores de Maíz y Frijol (PROMAF), y al Proyecto Estratégico de seguridad Alimentaria (PESA), los cuales impulsaron la producción de cultivos de maíz y frijol (Cuéllar 2011, Baca del Moral 2014). En el municipio de Comalcalco, Tabasco, se siembra cacao, naranja, mango, coco, plátano, papaya, caña de azúcar, maíz y otros de ciclo corto como frijol, pepino y calabaza; de los cuales el cacao y el maíz se establecen en áreas compactas, mientras que los demás cultivos se distribuyen de forma dispersa en huertos familiares o en asociación con otros usos como el pastizal (Ramos *et al.* 2004). Cabe destacar que el cacao es el principal cultivo y la fuente de ingreso más importante del sector agrícola, por lo que a pesar de los múltiples problemas que enfrenta el sector, la dinámica de uso de suelo que se observa se explica por el comportamiento de este cultivo, el cual en el 2000 representaba el 30 % de la superficie de la región en la que se ubica el municipio de Comalcalco (Ramos *et al.* 2004). Al respecto, José *et al.* (2013) reportaron que del 2000 al 2011, el cultivo de cacao en México tuvo una disminución de 43.7 %, debido a problemas fitosanitarios. Pese a la importancia

que juega el cultivo de cacao para el municipio, la siembra que mayor crecimiento registró en superficie cultivada fue el maíz, ya que de 962 ha reportadas para la región de la Chontalpa en el 2000 (Ramos *et al.* 2004), incrementó a 15 572 ha en el 2010 (SIAP 2014).

Destaca el crecimiento del uso urbano en el municipio de Comalcalco en el 2010, aunque dicho crecimiento fue del 0.92 % con respecto a la superficie del municipio, por lo que la superficie urbana se duplicó al pasar de 808 a 1 518 ha del 2000 al 2010, por el incremento de la población en un 23.33 %. Al respecto, Bonilla *et al.* (2012) mencionan que a mediados de la última década en México, tanto las políticas como de las instituciones orientadas al fomento de la vivienda tuvieron reestructuraciones que han permitido incrementar el acceso al crédito. Cabe señalar que de acuerdo a los resultados obtenidos, el uso de suelo de pastizal fue el que mayor cambió a uso urbano, lo que explica la reducción del área de pastizal en el área de estudio. Al respecto, Galindo y Delgado (2006) señalan que los conceptos urbanos y rural, han empezado a presentar un agotamiento y se ha empezado a explorar nuevos paradigmas emergentes de interfase rural-urbana. Mientras que Ávila (2004) reconoce que desde el punto de vista geográfico, es necesario generar nuevas metodologías para la comprensión de una nueva realidad, en la que el espacio rural se transforma a espacios urbanos, cuyo valor no solo consiste en la creación de núcleos urbanos, sino que, además continúan ofreciendo importantes servicios ambientales, e inclusive siguen siendo espacios productivos. No obstante que el cambio de uso de suelo a urbano genera fragmentación de los hábitats, es necesario reconocer que estas nuevas áreas periurbanas, continúan manteniendo una gran riqueza de la biodiversidad (Pineda-López *et al.* 2010).

La vegetación hidrófila tuvo otro uso, que durante el periodo de estudio se redujo en superficie, que en 2010 se transformo en pastizales, esta situación se relaciona con la implementación de obras de infraestructura de drenaje parcelario, así como en aprovechamiento temporal del pastizal en épocas de secas. Al respecto Maimone-Celorio *et*

al. (2006) señalan que el aprovechamiento como pastizales de las áreas de humedales, es una práctica común en Tabasco. En lo referente al área de manglares se observa un incremento, lo que se puede considerar como un cambio de uso de suelo favorable desde el punto de vista ambiental, ya que este ecosistema se caracteriza por su gran riqueza en biodiversidad, además que sirve como protección para evitar la intrusión salina a los suelos aledaños a la costa y protege a la población de los embates de tormentas y huracanes (Calderón *et al.* 2009). Al respecto Moreno *et al.* (2002) señalan que la vegetación de manglar está distribuida en la parte posterior del cordón litoral tabasqueño, bordeando las lagunas que se extienden paralelas a la costa y que tienen conexión con el mar. Lo que influye en los procesos de acreción y los retrocesos de línea de costa que se han observado en la entidad durante los últimos años (Hernández *et al.* 2008), lo que puede ocasionar erosión, inundaciones, salinización de tierras, aguas superficiales y del manto freático cercano (Pannier 1992).

Los suelos que predominan en el área de estudio se caracterizan por ser de origen fluvial y altos contenidos de arcillas, los cuales están influenciados por el agua, en los casos de los Vertisoles y Gleysoles, aunque químicamente tienen vocación productiva, presentan serias dificultades de drenaje y anegamiento, por lo que su uso recomendado es pastizal. Por su parte, los Solonchack están demeritados químicamente debido al elevado contenido de sales, siendo recomendado para la vida silvestre o para alguna vegetación tolerante a la salinidad. Los suelos más fértiles del municipio, son los Fluvisoles y los Cambisoles, ambos considerados como suelos genéticamente jóvenes, formados por depósitos aluviales, de buena fertilidad y atractivos para cultivarse (IUSS Working Group WRB 2014). La suma de la superficie de suelos de buena fertilidad como Fluvisoles y Cambisoles representa el 12.4 %, mientras que los Vertisoles, Gleysoles y Solonchacks, en conjunto ocupan el 87.6 %. Esta situación hace evidente que el cambio de uso que se registró en el periodo de 2000 a 2010, va en sentido opuesto a la capacidad de uso de los Vertisoles, Gleysoles

y Solonchacks, ya que por sus restricciones físicas y químicas, el uso recomendado en general es para pastizales, y no hacía la agricultura como ha ocurrido en los últimos años. Se debe considerar que el cambio de uso de suelo provoca modificaciones de las propiedades químicas y físicas, particularmente en Potasio, Nitrógeno Total, Carbono Orgánico, Materia Orgánica, Fosforo, Textura, pH, Capacidad de Intercambio de Cationes, en la capa de 0 a 15 cm de profundidad (Worku *et al.* 2014), por lo que se requiere evaluar los impactos que ocurren sobre el recurso edáfico cuando se da un cambio de uso de suelo, como los que se presentaron en el municipio. Al respecto, Seto *et al.* (2012) menciona que el crecimiento de las áreas urbanas, amenaza la biodiversidad y la productividad de los ecosistemas, debido a la pérdida de hábitat, la biomasa y el almacenamiento de carbono. Sin embargo, algunas proyecciones señalan que es inminente que para el 2030, las poblaciones urbanas mundiales aumentarán a casi 5 mil millones, lo que representará emisiones de carbono (C) de 1.38 Pg C (0.05 Pg C año⁻¹).

CONCLUSIONES

Los usos de suelo de agricultura, pastizal, vegetación hidrófita, manglar, urbano y cuerpos de agua que fueron observados en el año 2010 son idénticos a los encontrados en el 2000. Del 2000 al 2010, se observó una reconfiguración del uso de suelo, debido al crecimiento del uso agrícola, urbano y manglares; así como una reducción de la superficie de pastizales y vegetación hidrófita. En la parte norte del municipio de Comalcalco se encontraron cuerpos lagunares y manglares, los cuales se ubicaron sobre suelos inundables; mientras que en la parte sur se distribuyen las áreas agrícolas y pastizales. Se observa un proceso de desganaderización, sustituida por un crecimiento en el uso agrícola y urbano. Se identificaron repercusiones favorables del cambio de uso de suelo y crecimiento de las áreas de manglar, así como la reducción de áreas de vegetación hidrófita que recientemente se han abierto al uso de pastizal.

LITERATURA CITADA

- Anderson JR, Hardy EE, Roach JT, Witmer RE (1976) A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Geological Survey Professional Paper 964. Geological Survey Circular 671. US Government Printing Office, Washington. <http://landcover.usgs.gov/pdf/anderson.pdf>. Fecha de consulta 26 de enero de 2015.
- Ávila SH (2004) La agricultura en las ciudades y su periferia: un enfoque desde la Geografía. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM 53: 98-121.
- Baca del Moral J (2014) El Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA), nueva forma de extensionismo, en México. Spanish Journal of Rural Development 5: 33-42.
- Bocco G, Mendoza M, Masera OR (2001) La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de geografía, UNAM 44: 18-38
- Bonilla C, Villasana M, Cantú M (2012) El sector de la vivienda. Revista Estudiantil de Economía 4: 165-188.
- Calderón C, Aburto O, Escurra EE (2009) El valor de los manglares. Comisión Nacional para el uso de la Biodiversidad. Biodiversitas 82: 1-6.
- Castro HG, Tewolde AM, Toral JN (2002) Análisis de los sistemas ganaderos de doble propósito en el centro de Chiapas, México. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 10: 175-183.
- Chuvienco E (2007) Mirar desde el espacio o mirar hacia otro lado: tendencias en teledetección y su situación en la geografía española. Documents d'Anàlisi Geogràfica 50: 75-85.

- Chuvieco E. (2008) Teledetección ambiental: La observación de la Tierra desde el Espacio. 3ra. Edición. Ariel. Madrid, España. 594p.
- Cuéllar JA (2011) Programa de seguridad alimentaria: Experiencias en México y otros países. NU. CEPAL, Sede Subregional en México. México. 58p.
- Day-Rubenstein K, Stuart M, Frisvold GB (2000) Agricultural land use in tropical countries: Patterns, determinants, and implications for biodiversity loss. *Global Warming Science and Policy* 12: 621-650.
- De la Fuente EB, Suárez SA (2008) Problemas ambientales asociados a la actividad humana: la agricultura. *Ecología Austral* 18: 139-252.
- Foley JA, Defries R, Asner GP, Barford C, Bonan G, Carpenter SR, *et al.* (2005) Global consequences of land use. *Science* 309: 570-574.
- Fuentes PCA (2015) Islas de calor urbano en Tampico, México: Impacto del microclima a la calidad del hábitat. *Nova Scientia* 13: 495-515.
- Galindo C, Delgado J (2006) Los espacios emergentes de la dinámica rural-urbana. *Problemas del Desarrollo* 37: 187-216.
- Geissen V, Sánchez-Hernández R, Kampichler C, Ramos-Reyes R, Sepulveda-Lozada A, Ochoa-Goana S, *et al.* (2009) Effects of land-use change on some properties of tropical soils - An example from Southeast Mexico. *Geoderma* 151: 87-97.
- Goldewijk KK, Beusen A, Dreht GV, de Vos M (2011) The HYDE 3.1 spatially explicit database of human-induced global land-use change over the past 12,000 years. *Global Ecology and Biogeography* 20: 73-86.
- Goudie A (2013) The human impact on the natural environment. Past, present and future. Séptima edición. Wiley Blackwell and sons. Oxford, UK. 424p.
- Hernández S JR, Ortiz P MA, Méndez L AP, Gama CL (2008) Morfodinámica de la línea de costa del estado de Tabasco, México: tendencias desde la segunda mitad del siglo XX hasta el presente. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 65: 7-21.
- INEGI (2006) Síntesis Geográfica y anexo Cartográfico del Estado de Tabasco. Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática. Aguascalientes, México. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/productos/>. Fecha de consulta 24 de septiembre de 2014.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB (2007) Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma. 130p.
- José OD, Ávila JA, Medel RR, Cortés VHS (2013) Current state of and perspectives on cocoa production in Mexico. *Ciencia e Investigación Agraria* 40: 279-289.
- Klanderud K, Mbolatiana HZH, Vololomboahangy MN, Radimbison MA, Roger E, Totland O, Rajeriarison C (2010) Recovery of plant species richness and composition after slash-and-burn agriculture in a tropical rainforest in Madagascar. *Biodiversity and Conservation* 19: 187-204.
- Maimone-Celorio MR, Aliphath M, Martínez-Carrera D, Ramírez-Valverde B, Valdéz-Hernández JI, Macías-Laylle A (2006) Traditional management of tropical wetlands and its analysis using geographic information systems (GISs): the case of the Chontal-Maya community from Quintín Arauz, Centla, Tabasco. *Universidad y Ciencia* 22: 27-49.

- Mitchell AT, Matthew LC, Ricardo GH, López-Carr D, Levy AM, Redo D, *et al.* (2013) Deforestation and reforestation of Latin America and the Caribbean (2001-2010). *Biotropica* 45: 262-271.
- Moreno CE, Guerrero PA, Gutiérrez CMC, Ortiz S CA, Palma L DJ (2002) Los manglares de Tabasco, una reserva natural de carbono. *Madera y Bosques* 8: 115-128.
- Ordoñez GC, Martínez-Alegría LR (2003) *Sistemas de Información Geográfica*. Alfaomega. México. 227p.
- Palma-López DJ, Cisneros DF, Moreno CE, Rincón-Ramírez JA (2007) *Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable*. Villahermosa, Tabasco, México. Colegio de Postgraduados, ISPROTAB-FUPROTAB, México. 195p.
- Pannier F (1992) El ecosistema de manglar como indicador de cambios globales en la zona costera tropical. *Ciencia* 43:111-113.
- Pielke SRRA, Gregg M, Betts RA, Chase TN, Eastman JL, Niles JO, *et al.* (2002) The influence of land-use change and landscape dynamics on the climate system: relevance to climate-change policy beyond the radiative effect of greenhouse gases. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Academy* 360: 1705-1719.
- Pineda-López R, Febvre Nadia, Martínez Mahinda (2010) Importancia de proteger pequeñas áreas periurbanas por su riqueza avifaunística: el caso de Mompaní, Querétaro, México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología* 11: 69-80.
- Ramírez-Martínez MA (2007) Los productores de cacao de pequeña escala en el contexto de la globalización. *Hitos de Ciencias Económico Administrativas* 13: 103-112.
- Ramos RR, Palma-López DJ, Ortiz-Solorio CA, Ortiz-García CF, Padilla GD (2004) Change of land use by means of geographical information systems in a cacao region. *Terra Latinoamericana* 22: 267-278.
- Rosete VFA, Pérez DJL, Bocco G (2008). Cambio de uso del suelo y vegetación en la Península de Baja California, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 67: 39-58.
- Seto KC, Güneralp B, Hutyra LR (2012) Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 16083-16088.
- SIAP (2014) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.gob.mx/agricultura-produccion-anual/>. Fecha de consulta 24 de septiembre de 2014.
- Treitz P, Rogan J (2004) Remote-sensing for mapping and monitoring land-cover and land-use change-an introduction. *Progress in Planning* 61: 269-279.
- Worku G, Bantider A, Temesgen H (2014) Effects of land use/land cover change on some soil physical and chemical properties in ameleke micro-watershed, Gedeo and Borena zones, south Ethiopia. *Journal of Environment and Earth Science* 4: 13-24.