

Dinámica espacio-temporal de la cobertura y uso del suelo en una cuenca hídrica

Temporal, espacial e uso de cobertura e terra em uma bacia hidrográfica

Areli González García Sancho

Universidad Autónoma de Nayarit, México

areliggs@hotmail.com

Oyolsi Nájera González

Universidad Autónoma de Nayarit, México

oyolsi92@gmail.com

Rafael M. Murray Núñez

Universidad Autónoma de Nayarit, México

ramurray_13@hotmail.com

Susana María Lorena Marcelaño Flores

Universidad Autónoma de Nayarit, México

smlmarcel@hotmail.com

Resumen

Este trabajo contribuye al conocimiento del cambio de cobertura y uso del suelo, su dinámica y proyección en una cuenca. Para ello se utilizó una combinación de herramientas de percepción remota, sistemas de información geográfica y técnicas de análisis de dinámica de cambio (tasa de cambio, procesos de transición, índice de permanencia y escenarios tendenciales).

Los resultados y su análisis sugieren que la dinámica espacio temporal de la cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Mololoa en Nayarit, México, puede definirse en cuatro procesos: degradación antrópica/deforestación, revegetación, conversión y permanencia,

con tasa de cambio anual (TCA) de -1.4 % para rasgos naturales y 0.9 % para rasgos antrópicos; disminución de 4162 ha de vegetación secundaria; porcentaje de permanencia arriba de 90 para las diferentes coberturas, excepto vegetación secundaria (56 %). Se concluye que la cuenca del río Mololoa presenta un proceso acelerado de transformación de la cobertura vegetal a usos del suelo antrópicos, que pone en riesgo los servicios ecosistémicos y, por lo tanto, la capacidad de abastecimiento.

Palabras clave: paisaje, cambio de cobertura, uso del suelo, dinámica espacial, cuenca, SIG.

Abstract

Este trabalho contribui para o conhecimento da mudança de cobertura e uso da terra dinâmica e de projecção em uma bacia. Isso requer uma combinação de ferramentas de sensoriamento remoto, foi utilizado sistemas de informação técnicas e dinâmicas de mudança (taxa de variação, processos de transição, a taxa de retenção e cenários de referência) geográficas de análise.

Os resultados e análises sugerem que a dinâmica espaço-temporais de cobertura e uso da terra na bacia do rio Mololoa em Nayarit, México, pode ser definida em quatro processos: antrópica degradação / desmatamento, revegetação, conversão e retenção, com taxa de câmbio anual (TCA) de -1,4% para os recursos naturais e recursos criados pelo homem 0,9%; 4162 diminuiu vegetação secundária; taxa de retenção acima de 90 para cobertura diferente, exceto crescimento secundário (56%). Conclui-se que a bacia do rio Mololoa apresenta uma transformação acelerada da cobertura vegetal do processo de uso do solo antropogénico, que ameaça os serviços dos ecossistemas e, portanto, a capacidade de fornecer.

Palavras-chave: paisagem, mudança de rosto, uso da terra, dinâmica espacial, bacias hidrográficas, SIG.

Fecha Recepción: Julio 2015 **Fecha Aceptación:** Diciembre 2015

Introdução

Mudanças na cobertura e uso da terra são conhecidos há mais de duas décadas como uma das principais causas das mudanças no ambiente global (Chen e Yang, 2008) faz, com diferentes implicações para praticamente todas as escalas (Garcia y Mas, de 2008; Rosete et al., 2009). No nível regional, provoca alterações no ciclo da água, mudanças nos regimes de temperatura e precipitação, promovendo, assim, o aquecimento global, a redução no sequestro de dióxido de carbono e perda de habitats e da biodiversidade. Localmente, induzir a deterioração e degradação, as mudanças no microclima e modificações no ciclo da água ao nível da bacia (Masis e Vargas, 2014).

No México, este problema tem aumentado nas últimas décadas; 52 milhões de hectares de florestas que tinham em 2000, teve uma taxa média de desmatamento de 631 mil ha / ano (FAO, 2005) (Velázquez et al., 2002); considerada uma das faixas extremas relatados para o México pelo Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (SEMARNAT) em 2006 (316-800 mil ha / ano).

A diminuição da cobertura vegetal tem implicações que afetam a disponibilidade e qualidade dos bens e serviços ambientais que oferecem. Entre outros, afeta a infiltração de água da chuva e de recarga dos lençóis freáticos e o equilíbrio no ciclo da água (Mendoza et al., 2010) e, conseqüentemente, a segurança social relacionadas com aceder a este recurso vital (Gomez et al., 2014), o que pode resultar em esgotamento da água (Loya-Carrillo et al., 2013). Os processos de mudança na cobertura e uso da terra tornaram-se uma questão central na pesquisa ambiental em vigor devido à sua importância no governo, áreas acadêmicas e sociais (Garcia y Mas, 2008). A sua análise nos permite compreender os mecanismos de deterioração (Hernandez e Valdez-Gomez Reyna, 2012) e é uma ferramenta útil para o uso da terra de tomada de decisão (Chen e Yang, 2008) orientação, particularmente em bacia como unidade territorial gestão básica dos recursos hídricos (Cotler e Caire, 2009).

Bacia do rio Mololoa em Nayarit, México, tem sido uma fonte de bens e serviços para os habitantes de 34 aldeias assentadas no lugar, que representam mais de 50% da população total do estado. Esta relação com a natureza foi realizado sem qualquer planejamento que leva em conta critérios ambientais, levando à degradação acelerada dos recursos naturais e incentivar um baixo padrão de vida.

Este trabalho tem como objetivo gerar linha de base de conhecimento para integrar o planejamento de gestão de ferramentas de uso e os recursos naturais e contribuir para a tomada de decisões no sector planejado. Para fazer a avaliação do uso espaço-temporal da cobertura e da terra na bacia do rio Mololoa em Nayarit, México, entre 2000- 2011 e 2021 tendência.

Metodologia

uma pesquisa que abrange o uso da terra foi realizada com imagens Landsat TM sensoriamento remoto datada de fevereiro de 2000 e fevereiro de 2011, obtido a partir do servidor United States Geological Survey. As imagens foram georreferidas usando coordenadas no mapa de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) (Zona 13 Norte) para a integração dentro do ambiente de Sistema de Informação Geográfica (GIS). foi determinado o nível de detalhe da pesquisa, o que corresponde ao reconhecimento (Tabela 1), que tem como objetivo estudar as lições do segundo nível hierárquico da classificação de cobertura e uso da terra de acordo com o sistema do Centro de Investigação e Desenvolvimento A informação geográfica (CIAF) (Melo e Camacho, 2005).

Para a análise de cada uma das coberturas e usos do solo no período de 2000-2011, foi utilizada a metodologia de classificação supervisionada máxima verossimilhança; em que os dados seguem uma distribuição normal função para atribuir a probabilidade de que um pixel pertence a cada classe. O pixel é, assim, atribuído à classe mais provável pertencem (Eastman, 2012).

Cuadro 1. Clasificación de la Cobertura y Uso del Suelo según el Sistema CIAF

Nivel 1 Exploratorio Gran Grupo	Nivel 2 Reconocimiento Grupo
Rasgos Naturales	Vegetación Natural Vegetación Secundaria Cultivos
Rasgos Antrópicos	Asentamientos e Infraestructura Tierras sin vegetación aparente

Campos de treinamento foram selecionados por análise visual usando o falsa compostos RGB (vermelho, verde, azul) 321, a verdadeira cor RGB 432 saliente vegetação e RGB 542 para distinguir solos e áreas urbanas (Melo e Camacho, 2005), com o apoio de ortofotos digitais da área sob estudo dados e de campo.

a equação proposta pela Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO), em 1996 (Ruiz et al., 2013), foi utilizado na análise e quantificação das alterações na cobertura e uso da terra e para calcular o variação anual (TCA):

$$Tasa = \left[\frac{S_2}{S_1} \right]^{1/n} - 1$$

Donde: S2 = superficie fecha 2, S1 = superficie en la fecha 1, n = es el número de años entre las dos fechas, multiplicado por 100 para expresarlo como porcentaje.

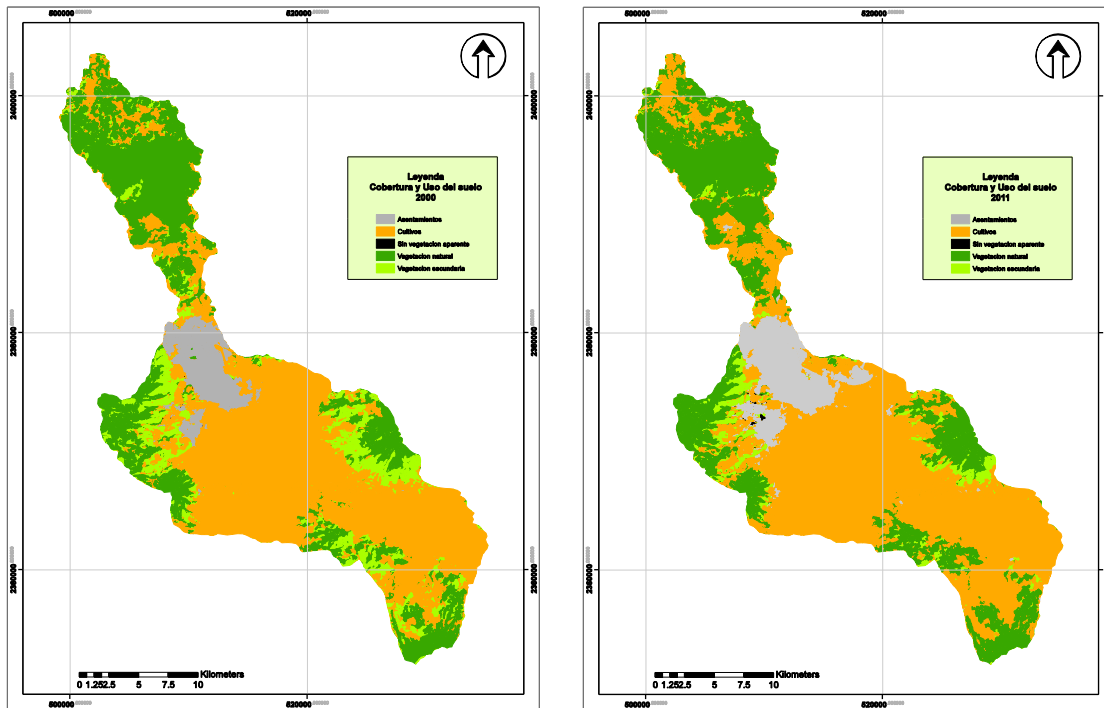
A dinâmica de mudanças na cobertura e uso da terra é determinado a partir do Modelo de Avaliação Mudança de Uso da Terra (LCM: Land Change Modeler para a Sustentabilidade Ecológica) integrada no GIS, assim a evolução das tendências foram avaliadas (Eastman, 2012) e o mapa das áreas de transição de cobertura de 2000- 2011 e as tabelas de perda, o ganho e as taxas de retenção (Braimoh de 2006) foi obtido. Para gerar uma projecção 20, o método de cadeias de Markov, que pressupõe que o uso da terra é um processo estocástico, onde a mudança de diferentes categorias de uso do solo depende do estado imediatamente antes da mudança (Balzter, foi usado 2,000).

Resultados

Taxa de câmbio

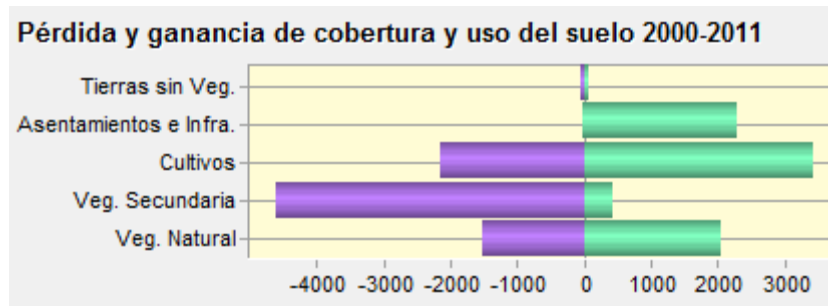
A análise do inquérito de cobertura e uso da terra mostra que as características naturais de vegetação contabilizados para 2000, 44,3% da área total da bacia; enquanto os recursos antropogênicos, 55,7%. Até 2011, esses percentuais alterado para diminuir para 37,9% recursos naturais e recursos criados pelo homem para aumentar 62,1% (Figura 1, Tabela 2).

Figura 1. Cobertura y uso del suelo para el año 2000 y 2011



Um nível de grande grupo uma taxa de variação homóloga (TCA) a recursos naturais de 1,4%, com vegetação secundária é o mais afetado (-4,6% TCA) com uma variação negativa líquida de 4.162 ha foi obtido (veja a Figura 1 e tabelas 2 e 3).

Grafica 1. Pérdida y ganancia de la Cobertura y uso del suelo del 2000-2011



Cuadro 2. Cobertura y uso del suelo con tasa de cambio anual (TCA) en el periodo 2000-2011

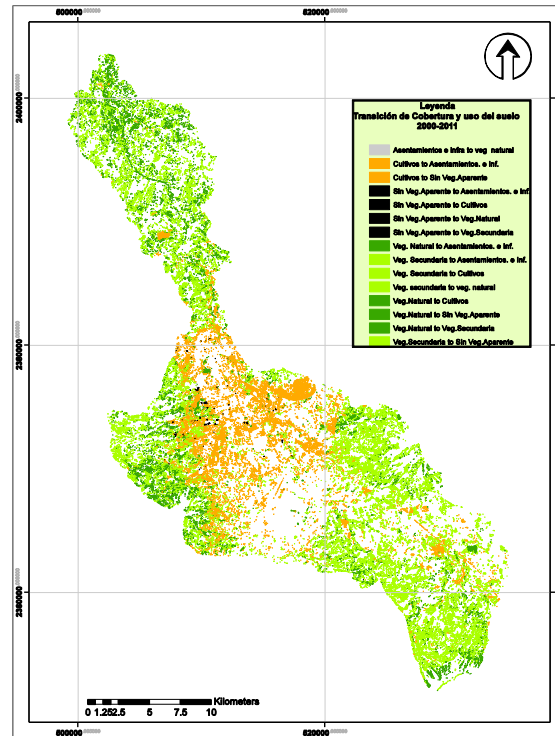
GRAN GRUPO	GRUPO	Superficie (ha) 2000	Porcentaje de Superficie %	Superficie (ha) 2011	Porcentaje de Superficie %	TCA
Rasgos Naturales	Vegetación Natural	15 017	26.3	15 550	27.3	0.3
	Vegetación Secundaria	10 215	17.9	6054	10.6	-4.6
	Subtotal	25 233	44.3	21 604	37.9	-1.4
Rasgos Antrópicos	Cultivos	28 107	49.3	29 372	51.6	0.4
	Asentamientos e Infraestructura	3574	6.2	5898	10.3	4.6
	Tierras sin Vegetación	46	0.1	86	0.1	5.8
	Subtotal	31 728	55.7	35 356	62.1	0.9
TOTAL		56 960	100	56 960	100	

Cuadro 3. Pérdida y ganancia de la Cobertura y uso del suelo del 2000- 2011

Coberturas y Uso del Suelo	Pérdida hectáreas	Ganancia hectáreas	Cambio neto hectáreas
Vegetación Natural	-1 511	2 044	533
Vegetación Secundaria	-4 596	434	-4 162
Cultivos	-2 155	3 420	1 265
Asentamientos e Infraestructura	0	2324	2324
Tierras sin Vegetación	39	79	40

Os resultados sobre a taxa de retenção de 91% de rendimento da vegetação natural de 56% e vegetação secundária são hedges que não apresentam qualquer tipo de transformação no período de análise. Do exposto resulta que a vegetação secundária foi mais impactado por mudanças no uso da terra no período de 2000 a 2011 (ver Figura 2 e Tabela 4).

Figura 2. Transición de Cobertura y uso del suelo del 2000-2011



Cuadro 4. Permanencia de Cobertura y uso del suelo del 2000-2011

Cobertura vegetal y uso del suelo	Hectáreas	Porcentaje de superficie de permanencia %
Vegetación Natural	13 725.8	91
Vegetación Secundaria	5 685.6	56
Cultivos	26 200.6	93
Asentamientos e Infraestructura	3 583.9	100
Sin Vegetación Aparente	7.4	16

No que diz respeito à cobertura de assentamentos e infra-estruturas, de retenção é 100%, de um grupo que, em 2011 aumentou 2324 a 2000. existente Enquanto isso, as culturas foram mantidas em 96% e em áreas sem vegetação aparente apenas 7,4 ha são permanentes, ou seja, o ganho de 40 ha em 2011 ocorreu principalmente na cobertura da terra, mudando para material de pedra mina (ver tabelas 3 e 4).

Mudanças na cobertura de transição e uso da terra

Os resultados indicam que a dinâmica da mudança é maior em hedges de plantas (naturais e secundárias), que mudam para outros usos da terra (culturas, liquidação e de infra-estrutura e mineração) (Tabela 5).

Cuadro 5. Transición de la Cobertura y uso del suelo de 2000-2011

Cobertura y Uso del Suelo	Cobertura y Uso del Suelo	Hectáreas
2000	2011	
Vegetación Secundaria	Vegetación Natural	2 044
Vegetación Natural	Vegetación Secundaria	433
Vegetación Natural	Cultivos	1 060
Vegetación Secundaria	Cultivos	2 335
Tierras sin Vegetación	Cultivos	25
Vegetación Natural	Asentamientos e Infraestructura	17
Vegetación Secundaria	Asentamientos e Infraestructura	191
Cultivos	Asentamientos e Infraestructura	2 104
Tierras sin Vegetación	Asentamientos e Infraestructura	13
Vegetación Secundaria	Tierras sin Vegetación	27
Cultivos	Tierras sin Vegetación	51
Total		8 299

Com a mudança do modelo de avaliação no uso da terra (LCM, por sua sigla em Inglês), obteve-se o uso lacuna de cobertura e da terra, isso mostra que, no período de análise vegetação natural é substituída por vegetação secundária (433 ha), culturas (1.060 ha), e assentamentos e infra-estrutura (17 ha) (tabela 5).

Projeção 2021-2041

A tendência de permanecer na cobertura natural diminui à medida que o progresso anos, ou seja, 2021 deverá manter-se 90% da vegetação natural de 2011, mas em 20 anos (2041), só continuam para 74% (ver tabelas 6 e 7). Esse mesmo comportamento ocorre em vegetação secundária, mas com maior impacto: a diminuição de 56% em 2011 para 18% em 2041; e diminuindo safra de 92% em 2021 para 79% em 2041, a superfície produzindo para assentamentos e infra-estrutura.

Cuadro 6. Tendencias de cobertura y uso del suelo para 2021 en la cuenca del río Mololoa

Cadena de Markov para 2021					
	Vegetación Natural	Vegetación Secundaria	Cultivos	Asentamientos e Infraestructura	Tierras sin vegetación
Vegetación Natural	0.9	0.0	0.1	0.0	0.0
Vegetación Secundaria	0.2	0.5	0.2	0.0	0.0
Cultivos	0.0	0.0	0.9	0.1	0.0
Asentamientos e Infraestructura	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
Tierras sin vegetación	0.0	0.0	0.5	0.3	0.2

Cuadro7. Tendencias de cobertura y uso del suelo para 2041 en la cuenca del río Mololoa.

Cadena de Markov para 2041					
	Vegetación Natural	Vegetación Secundaria	Cultivos	Asentamientos e Infraestructura	Tierras sin vegetación
Vegetación Natural	0.7	0.0	0.2	0.0	0.0
Vegetación Secundaria	0.3	0.2	0.4	0.1	0.0
Cultivos	0.0	0.0	0.8	0.2	0.0
Asentamientos e Infraestructura	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
Tierras sin vegetación	0.0	0.0	0.5	0.4	0.0

Discussão

Os resultados mostram uma diminuição da cobertura vegetal e maior cobertura de antropogênica tendência, global do desmatamento causado por alterações no uso agrícola e urbano (FAO, 2010). Eles também concordam em um trabalho semelhante para o período 1995-2005 relatado localmente (Najera et al., 2010); FAO (2010) para o período 1990-2010; Céspedes Moreno-Flores e Sanchez (2010) 2000-2005, e relatado por SEMARNAT (2012) para o período 2005-2010 o país.

A pressão dinâmica no hedges naturais e vegetação secundária, é explicada pelo índice de pressão econômica para o desmatamento (IPED) relatado pelo Instituto Nacional de Ecologia e Mudanças Climáticas (INECC, 2011); Este índice é baseado em modelos tipo Von Thünen, onde a motivação de mudança de uso da terra é dedicar a terra para atividades que geram maior renda para seus proprietários. A este respeito e como a vegetação secundária natural e existente na bacia está localizada em áreas próximas às áreas agrícolas e urbanas, tem um muito elevado IPED, tornando-se rentável, alterando o uso da terra e, portanto, com maior probabilidade de desmatamento .

Enquanto isso, o aumento da cobertura de assentamentos e infra-estrutura está relacionada com o crescimento da população na área mostra uma tendência de aceleração a partir de 1940, que na época tinha uma população de 23,901 habitantes, em seguida, aumentou para 429 351 habitantes em 2010. Ele também mostra uma tendência de migração acentuada da população rural para as cidades (Marceleño et al., 2014).

Conclusões

Dinâmica espaço-temporal da cobertura e uso da terra na bacia do rio Mololoa definido em quatro processos. antropogênica degradação / desmatamento: em 38% da área da bacia em 2011, com uma taxa negativa de 1,4% anual de desmatamento maior que a média nacional relatado em 2005. Os agentes de mudança estão ligadas a esse processo de urbanização, serviços de construção e mineração do material de pedra, bem como a expansão das áreas agrícolas. Revegetação: este processo está associado com políticas de conservação ao declarar esta área como uma área protegida e implementar o programa de gestão, para

recuperar cerca de 1% da área florestal em 10 anos. Permanência: todos (100%) dos assentamentos e infra-estrutura são constantes, enquanto que 93% das culturas permanecem; 91% da vegetação natural está localizada na parte mais alta da bacia é a continuidade, enquanto a vegetação secundária persiste em 56%.

Conversão entre sebes antrópicas (mudanças no uso do solo antropogénico) culturas são o grupo que apresentou maior dinamismo a perder e ganhar 2155 tem 3420 ha no período de análise com um lucro líquido de 1 265 ha.

Finalmente, Mololoa Bacia do Rio, onde 56% da população do Estado de Nayarit senta apresenta uma transformação acelerada da cobertura vegetal de uso do solo antropogénico, pondo em perigo os bens e os serviços ecossistémicos para o processo de preenchimento.

Bibliografía

- Balzter, H. Markov (2000). Chain models for vegetation dynamics. *Ecological Modelling* 126: 139-154.
- Braimoh, A.K.(2006). Random and systematic land-cover transitions in northern Ghana. *Agriculture, Ecosystems and Environmen.* 113: 254-263.
- Campos, R. M., y Picado, H. V. (2014). Incremento de áreas impermeables por cambios de usos de la tierra en la microcuenca del río Burío. *Revista Reflexiones*, 93 (1) 33-46.
- Céspedes-Flores, S. E., y Moreno-Sánchez, E. (2010). Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. *Investigación Ambiental*, 2 (2), 5-13.
- Cotler, H., y Caire, G. (2009). Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Chen LY, Yang HCH. (2008). Scenario simulation and forecast of land use/cover in northern China. *Chines Science Bulletin.* 53: 1401-1412.
- Eastman Ronald J. IDRISI Selva, Guía para SIG y Procesamiento de Imágenes. Manual Versión 17. IDRISI Production. Clark University. Junio 2012.

- García, M. T., y Mas, J. F. (2008). Comparación de metodologías para el mapeo de la cobertura y uso del suelo en el sureste de México. *Investigaciones Geográficas*. 67: 7-19.
- Gómez, G. C., Santos, R. G., Cerrón, R. M., Capcha, T. M., & Villavicencio, C. O. (2014). Evaluación de la tasa de infiltración en tierras agrícolas, forestales y de pastoreo en la subcuenca del río Shullcas. *Apuntes de Ciencia y Sociedad*. 4 (1) 32-43.
- Hernández-Gómez, M. Á., y Valdés-Reyna, J. Á. V. Q. (2012). Análisis Multitemporal del Cambio de Uso de Suelo y Vegetación en las Áreas Naturales Protegidas con Perrito Llanero Mexicano (*Cynomys mexicanus* Merriam) en el Estado de Nuevo León, México. *Revista Agraria*, 9 (2), 63-71.
- Loya-Carrillo, J. O., Aguilar-Estrada, S. A., Bravo-Peña, L. C., y Sánchez-Flores, E. (2013). Evaluación espacio-temporal del impacto del crecimiento urbano sobre la cobertura vegetal en la región fronteriza Nogales, México y Arizona, Estados Unidos, durante el periodo 1995-2010. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 9 (1): 124-140.
- Marceleño Flores, S., Haro Mota, R., y Nájera González, O. (2014). Indicadores demográficos de la cuenca del río Mololoa. La cuenca del río Mololoa y su problemática socioambiental. Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, México. pp. 95-106.
- Mendoza, M. E., Bocco, G., Lopez-Granados, E. and Bravo-Espinoza, M. (2010). Hydrological implications of land use and land cover change: Spatial analytical approach at regional scale in the closed basin of the Cuitzeo Lake, Michoacan, Mexico. *Singapore Journal of Tropical Geography*. Volume 31, Issue 2, pages 197–214.
- Melo L.H., y Camacho M.A. (2005). Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la Tierra. Santa Fe de Bogotá: Centro de Investigación y Desarrollo de Información Geográfica, p.

138.

- Masís Campos, R., y Vargas Picado, H. (2014). Incremento de áreas impermeables por cambios de usos de la tierra en la microcuenca del río Burío. *Rev. Reflexiones* 93 (1): 33-46.
- Nájera-González, O., Bojórquez-Serrano, J. I., Cifuentes-Lemus, J. L., y Marcelleño-Flores, S. (2010). Cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Mololoa, Nayarit. *Revista Bio Ciencias*, 1 (1) 19-29.
- Ruiz, V., Savé, R., y Herrera, A. (2013). Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflor Moropotente Nicaragua, 1993-2011. *Ecosistemas* 22 (3):117-123.
- SEMARNAT (2006). *La gestión ambiental en México*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales México, D.F: SEMARNAT.
- SEMARNAT (2012). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales México, D.F: SEMARNAT.
- Velázquez, A., Mas, J. F., Gallegos, J. R. D., Mayorga-Saucedo, R., Alcántara, P. C., Castro, R., y Palacio, J. L. (2002). Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta ecológica*, (62), 21-37.
- FAO. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe principal*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Programa de Evaluación de los Recursos Forestales. Documento de Trabajo 52. 2010. Disponible en: <http://www.fao.org>. [consultado marzo 2014].
- FAO. *Forest Resource Assessment 2005*. Disponible en: <http://www.fao.org>. [consultado marzo 2014].
- INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Índice de Presión Económica (Riesgo) de la Deforestación (IRDef 2.0.1). <http://www.inecc.gob.mx/irdef-usos> [consultado marzo 2014].