

Uso de suelo en un bosque de *Pinus cembroides* Zucc. en Durango, México

Soil use in a forest of *Pinus cembroides* Zucc. in Durango, Mexico

Luis Manuel Valenzuela-Núñez^{1*}, Julio César Ríos-Saucedo², José de Jesús Graciano-Luna³, Antonio Cano-Pineda⁴, Adrián Hernández-Ramos⁴, Lorena Hernández -López⁵

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Biología y Ecología Forestal. Av. Universidad S/N, Fracc. Filadelfia. Gómez Palacio, Dgo. México. C. P. 35020.

² INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170.

³ Tecnológico Nacional de México – Campus Instituto Tecnológico de El Salto. Mesa del Tecnológico S/N, Forestal, 34942 El Salto, Dgo.

⁴ INIFAP – Campo Experimental Saltillo Carretera Saltillo - Zacatecas km. 342 Hacienda de Buena Vista 25315 Saltillo, Coahuila-

⁵ Universidad Politécnica de Durango. México 45, Los Encinos, 34306 Durango, Dgo.

*Autor para correspondencia: luisvn70@hotmail.com

RESUMEN

Para generar planes de manejo y conservación los bosques de pino piñonero se requiere conocer aspectos básicos sobre la estructura y los factores ambientales que están relacionados con la distribución de estas comunidades, además es importante conocer cuáles son las actividades relacionadas con la pérdida de cobertura vegetal de los sitios de interés. El presente trabajo tuvo como objetivo de contribuir al conocimiento ecológico del bosque de pino piñonero ubicado en la Sierra el Astillero, en el municipio de Cuencamé, Durango, mediante el análisis de cambio de Uso de suelo y Vegetación. Se utilizó un análisis espacial para el determinar de cambio de uso del suelo y vegetación, basado en la identificación de los cambios en los componentes espacial y temático, empleando capas en formato vectorial de las Cartas de Uso de Suelo y Vegetación correspondiente al área de estudio, la Serie I (1997) y la Serie V (2013) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el análisis se realizó en los software IDRISI SELVA y QGIS versión 2.14. Los resultados mostraron que en un periodo de 16 años la Agricultura es la cobertura con mayor crecimiento en superficie, dicha ganancia proviene mayormente de la pérdida de Pastizal Natural, el Bosque conserva casi el total de su superficie y presenta una ganancia de menos proveniente también de Pastizal Natural y Pastizal Inducido.

Palabras clave: bosque, uso de suelo, pino piñonero, IDRISI, QGIS.

ABSTRACT

To generate management and conservation plans for stone pine forests, it is necessary to know basic aspects about the structure and environmental factors that are related to the distribution of these communities, it is also important to know what are the activities related to the loss of plant cover of the sites of interest. The objective of this work was to contribute to the ecological knowledge of the stone pine forest located in the Sierra el Astillero, in the municipality of



Cuencamé, Durango, through the analysis of changes in land use and vegetation. A spatial analysis was used to determine the change in land use and vegetation, based on the identification of changes in the spatial and thematic components, using layers in vector format of the Land Use and Vegetation Charts corresponding to the study area, Series I (1997) and Series V (2013) of the National Institute of Statistics and Geography, the analysis was carried out in the IDRISI SELVA and QGIS version 2.14 software. The results showed that in a period of 16 years, Agriculture is the coverage with the highest growth in surface, said gain comes mainly from the loss of Natural Pasture, the Forest conserves almost the total of its surface and presents a gain of less also from Natural Pasture and Induced Pasture.

Keywords: forest, land use, pine, IDRISI, QGIS.

INTRODUCCIÓN

Las comunidades de piñoneros, a pesar de su limitada capacidad productiva, aportan varios tipos de materiales y servicios ambientales que tienen impacto decisivo en la supervivencia de las comunidades rurales. De éstas comunidades se obtienen semillas comestibles o piñones, leña, postes, madera para construcción de vivienda y muebles rústicos, árboles de navidad, resina, además de servir de abrigo a la fauna silvestre y en algunos casos como áreas de recreo. Las superficies de estas comunidades se han reducido notablemente en los últimos años y varias de ellas se encuentran amenazadas o en peligro de desaparecer debido a perturbaciones antropogénicas y naturales (Caballero y Ávila, 1989).

Debido a la escasez de recursos forestales en las zonas áridas y semiáridas, los bosques de piño piñonero han sido afectados durante siglos por las actividades humanas: incendios forestales, sobre-explotación, cambio de uso de suelo, depredación natural y la recolección excesiva de piñones, entre otros (Carrillo, 2009). Por lo anterior se hace indispensable generar planes de manejo y conservación de la vegetación endémica de estas zonas para generar planes de manejo y conservación de la vegetación endémica se requiere conocer aspectos básicos sobre la composición florística, la estructura y los factores ambientales que están relacionados con la distribución de los bosques de pino piñonero (Granados, 2015).

El concepto de cobertura describe los objetos que se distribuyen sobre un territorio determinado. Uso del suelo, se refiere al

resultado de las actividades socioeconómicas que se desarrollan (o desarrollaron) sobre una cobertura (Anderson et al., 2005). Durante los últimos 30 años muchas superficies forestales de varias regiones del país se han transformado en áreas de uso agropecuario o urbano de manera acelerada (Landa et al., 1998; Velásquez et al., 2002). El cambio del uso del suelo se ha constituido como uno de los factores plenamente implicados en el cambio global en las últimas décadas, alterando procesos y ciclos. Lambin (1997), menciona que los principales cambios ocurridos en los ecosistemas se deben a la conversión de la cobertura, intensificación en el uso y degradación del terreno. Estos procesos se engloban usualmente conoce como deforestación y degradación forestal (Bocco, 2001). La destrucción de la biodiversidad y los bosques tropicales y templados puede perturbar el clima global y poner en riesgo una fuente importante de captura de carbono, regionalmente afecta en el funcionamiento de cuencas hidrográficas y de asentamientos humanos, (Bocco, 2001, Pineda, et al., 2008).

Los estudios sobre el cambio en la cobertura y uso del suelo proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada (Lambin et al., 2001 citado por Velázquez et al., 2002).

Una forma de evaluación de los cambios en el uso del suelo es a partir de la medición de los cambios en la cobertura vegetal y no vegetal del mismo. Tradicionalmente, la medición de cambios de cobertura vegetal y uso del suelo se realiza sobre documentos generados mediante



percepción remota (usualmente, fotografías aéreas e imágenes de satélite) o cartografía temática de cobertura (Anderson et al., 1976).

Para Pontius et al., (2004) la manera más pragmática de analizar el cambio de uso de suelo es obteniendo mapas de un dos tiempos determinados, examinar los cambios con una matriz de transición para identificar las transiciones más importantes y entonces investigar sobre el proceso que genera esta transición.

El presente trabajo tiene la intención de contribuir al conocimiento ecológico del bosque ubicado en la Sierra el Astillero, Cuencamé, Durango, ya que por lo anteriormente mencionado resulta importante ya que por la vulnerabilidad de estos bosques antes mencionada y considerando que no ha sido estudiada, es necesario analizar los cambios en cobertura vegetal y usos del suelo, con la finalidad de detectar áreas de afectación y pérdida de biodiversidad vegetal para evaluar la magnitud de dichos cambio en el área de estudio, que se espera sirva como base fundamental para programas de manejo integral que considere la estructura y el funcionamiento del ecosistema, en su totalidad para un mejor aprovechamiento y conservación en pro de la biodiversidad de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Area de estudio. La Sierra del Astillero se encuentra ubicada en los estados de Durango y Zacatecas, comprendiendo los municipios de Cuencamé en el estado de Durango y los municipios de Juan Aldama, Miguel Auza y Sombrerete en el estado de Zacatecas. El área de estudio es el polígono de la Sierra correspondiente al municipio de Cuencamé Durango, cuya superficie es de 65,490.45 ha, (Figura 1) posee una elevación que va de los 2,200 a los 2,710 m, con coordenadas de 103°46'35.18" LW y 24°9'5.9" LN.

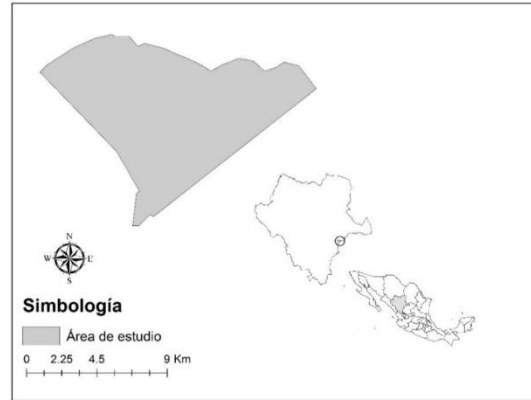


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio, sierra del Astillero, Durango, México.

El método que se utilizó para el análisis de cambio de la vegetación y el uso del suelo fue el del análisis espacial utilizado por Barraza (2015) para analizar el Cambio de Uso de Suelo y Vegetación en la Sierra de Gamón, en Durango, dicho métodos está basado en la identificación de los cambios en las componentes espacial y temática, y en la representación de los procesos espacio-temporales, llevados a cabo a partir de la elaboración de un producto cartográfico que expresará los cambios de la vegetación en el tiempo (1997-2013); es decir, se trata de expresar las diferencias entre dos momentos temporales para las distintas unidades de observación.

Para evidenciar el cambio de uso de suelo se emplearon las capas de Uso de Suelo y Vegetación de la carta correspondiente al área de estudio, de la Serie I (1997) y la Serie V (2013) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, ambas series fueron elaboradas bajo la misma metodología, sin embargo, se detectaron diferencias entre algunas categorías de uso de suelo y vegetación, lo cual dificultaba la comparación de ambos mapas cartográficos. Debido esto, se hizo necesario reclasificar los tipos de vegetación en base a la clasificación del INEGI.

La homologación de las cartas se llevó a cabo utilizando el software Global Mapper 15.0 y su

herramienta “Search by Attributes, Name and Description”. Esta reclasificación de los usos de suelo y vegetación permitirá el correcto cruce de los mapas y que las estadísticas sean equivalentes y comparables para el estudio escala de 1:250,000 (INEGI 1997, 2013).

Con base en los datos obtenidos de las series I (1997) y serie V (2013) se determinó el cambio de usos de suelo y vegetación para un polígono la Sierra del Astillero correspondiente al municipio de Cuencamé, para el proceso de transformación se obtuvo la superficie (ha) de cada comunidad vegetal y uso de suelo, así como el cambio neto para cada una de las categorías analizadas, siendo positivo cuando hay un proceso de recuperación y negativo cuando el terreno experimenta un proceso de transformación o degradación.

Para el análisis de cambio de uso de suelo y vegetación se utilizó la herramienta Land Change Modeler (LCM) del software IDRISI Selva, la cual integra el análisis de los datos, especialmente la noción de cambios de ocupación / usos del suelo (Pontius et al., 2004), LCM describe, caracteriza y modeliza las transiciones entre las categorías (Camacho et al., 2010). Este modelador evalúa el cambio entre el momento 1 y el momento 2 de dos mapas de cobertura de suelo e identifica las transiciones de un estado de la superficie a otro.

Este modelador evalúa el cambio entre el momento 1 y el momento 2 de dos mapas de cobertura de suelo e identifica las transiciones de un estado de la superficie a otro. Los archivos de salida fueron de tres tipos: 1) Gráficos de pérdidas y ganancias por categoría; 2) Gráficos del cambio neto, es decir, el resultado de

tomar las áreas de superficies terrestres anteriores, agregar las ganancias y luego restar las pérdidas y 3) Gráficos donde se detallan las contribuciones a los cambios experimentados por una sola categoría (Eastman, 2012).

Una vez realizado el análisis de cambio de uso de suelo, se aplicó la prueba estadística de Homogeneidad con Ji-Cuadrada, para saber el grado de significancia del cambio de uso de suelo y vegetación de 1997 al 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se reconocieron 6 clases de usos de suelo y vegetación para el polígono de la Sierra del Astillero, de las cuales 4 fueron de origen antropogénico; Agricultura, Pastizal Inducido, Zona Urbana y Cuerpos de Agua, y 2 de origen natural, Bosque de Pino - Encino y Pastizal Natural. En 1997 resultaron 4 tipos de usos de suelo y vegetación, de los cuales 2 eran cubiertas antropogénicas 2 eran cubiertas de vegetación natural; las 4 clases fueron: Agricultura, Bosque de Pino – Encino, Pastizal Natural y Pastizal Inducido. Para el año 2013 se presentaron las 4 clases anteriormente mencionadas y 2 clases más que no existían en el año de 1997, estas fueron: Cuerpo de Agua, y Zona Urbana.

Los tipos de vegetación con mayor extensión en superficie en 1997 fueron el bosque de pino – encino 36,131.08 ha seguido por agricultura con 22,773.66 ha. Para el año 2013 ambas se conservaron como las dos de mayor extensión y ambas presentaron un aumento en su superficie.

Las comunidades vegetales de menor superficie en 1997 fueron pastizal natural y pastizal inducido con 16,968.79 y 1,190.42 ha respectivamente, para el 2013 estas dos comunidades vegetales también presentaron disminución en superficie (Tabla 1).

Tabla 1. Superficie (ha) de las comunidades vegetales y usos de suelo para 1997 y 2013 en la Sierra del Astillero, Durango, México.

Comunidades vegetales y uso de suelo	1997		2013	
	Ha	%	Ha	%
Agricultura	20522.970	27.542	22773.660	30.562
Bosque de Pino Encino	35833.470	48.089	36131.080	48.488
Pastizal Natural	16968.790	22.772	14632.190	19.636
Pastizal Inducido	1190.420	1.598	748.150	1.004
Cuerpo de agua	***	***	32.540	0.044
Zona urbana	***	***	198.050	0.266

La Sierra del Astillero posee como vegetación principal el bosque de pino-encino de acuerdo a la nomenclatura utilizada por INEGI en su clasificación de la vegetación, es importante resaltar que en ésta comunidad vegetal se presenta como dominante la especie *Pinus cembroides* en asociación con diversas especies del género *Quercus*, dicha clase presenta una ganancia neta de 297.62 ha, dicha ganancia proviene de la pérdida de superficie de pastizal inducido y pastizal natural, como segundo lugar en extensión territorial se encuentra la agricultura, la cual presenta la mayor ganancia de superficie de relación con la pérdida de pastizal natural y bosque de pino-encino dicha ganancia se cuantificó en 2,250.69 ha.

Las mayores pérdidas de superficie se presentaron en pastizal natural con un cambio neto de 2,336.6 ha, seguido por el pastizal inducido con 442.27 ha. La diferencia entre la tasa de cambio de 1997 y 2013 fue estadísticamente significativa ($\chi^2 = 622.899$, g.l. = 5 $P < 0.001$).

Para cada clase de uso de suelo y vegetación se obtuvieron las comunidades vegetales y los tipos de usos de suelo que contribuyeron al agrandamiento y/o aminoración de superficie en cada una de los tipos de vegetación y uso de suelo.

En los años transcurridos entre los 1997 y 2013 (16 años) aparecieron 2 clases de uso de suelo y vegetación, que fueron: cuerpo de agua (32.54 ha) y zona urbana (198.01 ha) éstas 2 clases no se encontraban en los mapas de 1997. Uno de los cambios de vegetación más notable fue la pérdida de cobertura de pastizal natural, al cambiar 2,021.75 ha a agricultura y 178.04 ha a

zona urbana. La comunidad de bosque también presento una ganancia proveniente de pastizal inducido (308.29 ha) y pastizal natural (140.28 ha).

A lo largo del territorio nacional se han llevado cabo diversos estudios para analizar los cambios en la cobertura vegetal y uso de suelo, dichos estudios muestran que los métodos utilizados en general son diferentes; indefinidos en cuanto a los parámetros y variables que se incluyen; Palacio et al., (2000) y Velázquez et al., (2002) mencionan que en algunos casos resultan incomparables en términos de las categorías y escalas de trabajo utilizadas, sin embargo a pesar de estas diferencias, sí es posible comparar y analizar los cambios en términos de superficie para determinar la influencia e impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas.

En el presente estudio la cobertura vegetal con cambios más significativos es la del pastizal natural con una pérdida de 2,336.61 ha durante un periodo de 16 años, sumando ésta superficie a agricultura, similar a lo reportado por Barraza (2015) en su estudio realizado en la Sierra de Gamón, Durango, donde el pastizal natural fue la segunda cobertura con mayor pérdida de superficie con una transición neta de 3,180 ha. Por otro lado, Pineda (2008) reporta que el pastizal natural tuvo un descenso de 44,303 ha, en ambos estudios casi el total de la superficie perdida se transformó en zonas agrícolas, lo que evidencia la pérdida de vegetación natural por expansión de cultivos.

El pastizal inducido también mostró una disminución notable al perder 62% de su superficie, contrario a lo evidenciado por Ibarra-Montoya et al. (2011) en cuyo estudio el pastizal inducido incrementó 3,302.6 ha por año, menciona que éste resultados muestran una dinámica típica de este tipo de coberturas, ya que los pastizales inducidos tienen tendencia a incrementarse. Para el bosque, la dinámica de cambio en el periodo analizado fue favorable, pues a pesar de presentar una pérdida de



150.96 ha ante la agricultura, obtuvo una ganancia de 448.57 ha proveniente de pastizal inducido y pastizal natural.

Lo anterior concuerda a lo reportado por Pineda et al. (2008) en cuyo análisis, cuando el bosque gana, reemplaza al pastizal, caso contrario a los resultados reportados por Camacho-Sanabria et al. (2015) e Ibarra-Montoya et al. (2011), en ambos estudios, aunque la categoría de bosque experimentó un proceso de recuperación o revegetación, la superficie deforestada es mucho mayor.

Este cambio favorable puede deberse a dos razones mencionadas por Osuna-Osuna et al. (2015); el periodo temporal del estudio es corto (16 años) ya que para detectar cambios se requiere de periodos mayores a 20 años, y, que la altitud y accesibilidad pueden ser factores que restringen el desarrollo de actividades agropecuarias, reduciendo o limitando el cambio de áreas forestales a estas actividades.

CONCLUSIONES

Se determinó el cambio de uso de suelo y vegetación de la Sierra del Astillero para el periodo de tiempo de 1997 al 2013 en el que el pastizal natural presenta la mayor disminución, esta superficie pasó a agricultura lo que evidencia la presión ejercida por las actividades antropogénicas sobre las comunidades vegetales. El bosque presentó incrementos en su superficie sustituyendo a los pastizales, lo que puede inferirse como un proceso de sucesión natural.

LITERATURA CITADA

Anderson, S., M. Taylor, P. Sutton, and M. Steinberg. 2005. Assessment of urban land use cover changes. In. 3rd International Symposium Remote Sensing and Data Fusion Over Urban Areas.

Camacho Sanabria, J. M., J. Pérez, J. Isabel, N.B. Pineda Jaimes, E. Cadena Vargas, G. Bravo, L.C. Peña, y M. Sánchez López. 2015. Cambios de cobertura/uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. *Madera y bosques*, 21(1): 93-112.

Barraza, S. 2015. Cambio de uso de suelo y vegetación en la Sierra de Gamón, Durango. México. Tesis Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Ecología. Universidad Juárez del Estado de Durango. México.

Bocco, G., M. Mendoza y O. Masera. 2001. La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas Instituto de Geografía, UNAM*, 44: 18–38.

Caballero, M., y R. Ávila. 1989. Importancia actual y potencial de los piñoneros en México. In Flores, JD, LJ Flores, ME García y RH Lira (comp.). *Memorias del III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Saltillo, Coah (pp. 18-22).

Camacho Sanabria, J. M., J. Pérez, J. Isabel, N.B. Pineda Jaimes, E. Cadena Vargas, G. Bravo, L.C. Peña, y M. Sánchez López. 2015. Cambios de cobertura/uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. *Madera y bosques*, 21(1): 93-112.

Carrillo, J. 2009. Estructura y regeneración de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey en Santa María las Cuevas, Tlaxcala. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 64 p.

- Eastman, J. 2012. IDRISI Selva. Guía para SIG y Procesamiento de Imágenes. Clark Labs. Clark University. Worcester, Estados Unidos de América.
- Granados V., R. L., D. Granados y A. Sánchez González. 2015. Caracterización y ordenación de los bosques de pino piñonero (*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*) de la Cuenca Oriental (Puebla, Tlaxcala y Veracruz). *Madera Bosques*, 21(2): 23– 42.
- Ibarra Montoya, J. L., R. Román, K. Gutiérrez, J. Gaxiola, V. Arias y M. Bautista. 2011. Cambio en la cobertura y uso de suelo en el norte de Jalisco, México: Un análisis del futuro, en un contexto de cambio climático. *Ambiente & Agua An Interdisciplinary Journal of Applied Science* (en línea). Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92819767008>> 22 de febrero 2017.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).1977. Carta de Uso de Suelo y Vegetación del Estado de Durango. Escala 1:250 000. México, D. F.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 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 Physical Geography*. 21(3): 375-393.
- Landa, R., J. Meave, y J. Carabias. 1998. Environmental deterioration in rural Mexico: an examination of the concept. *Ecological Applications*, 7(1)
- Osuna - Osuna, A. K., J. De Jesús Díaz - Torres, J. De Anda - Sánchez, E. Villegas -
- García, J. Gallardo – Valdez, G. Davila – Vazquez. 2015. Evaluación de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo en la cuenca del río Tecolutla, Veracruz, México; periodo 1994 - 2010. *Ambiente & Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 10(2): 350-362 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=928/92838238011>
- Palacio J.L., G. Bocco, A. Velásquez, J. F. Mas, F. Takaki, A. Victoria, L. Luna, G. Gómez, J. López, M. Palma, I. Trejo, A. Peralta, J. Prado, A. Rodríguez, R. Mayorga y F. González. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del inventario forestal nacional 2000. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 43: 183-203.
- Pineda, J., J. Bosque., M. Gómez, y W. Plata. 2008. Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 69: 33-52.
- Pontius, R. G., D. Huffaker, and K. Denman. 2004. Useful techniques of validation for spatially explicit land-change models. *Ecological Modelling*, 179(4): 445-461
- Velázquez, A., J. F Mas, J.R. Díaz Gallegos, R. Mayorga Saucedo, P.C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J.L. Palacio. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica en línea*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906202>