

## Caracterización estructural del bosque de pino piñonero y cambio de uso de suelo y vegetación en la Sierra del Astillero, Cuencame, Durango

### Structural characterization of the pine forest and change of land use and vegetation in the montains from Astillero, Cuencame, Durango

Luis Manuel Valenzuela-Núñez<sup>1\*</sup>, Julio César Ríos-Saucedo<sup>2</sup>, E. Edith Villavicencio-Gutiérrez<sup>3</sup>, Antonio Cano-Pineda<sup>3</sup>, Martín Aquino-Ramírez<sup>4</sup> y María del Carmen Senitez-Salazar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango, Av. Universidad SN. Fracc. Filadelfia. Gómez Palacio, Durango

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Valle de Guadiana.

<sup>3</sup>INIFAP-Campo Experimental Saltillo.

<sup>4</sup>INIFAP-Campo Experimental Edzná. Carretera, Campeche-Pocuyaxum km 15.15.

\*Autor para correspondencia: luisvn70@hotmail.com

### RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo de contribuir al conocimiento ecológico del bosque de pino piñonero ubicado en la Sierra el Astillero, en el municipio de Cuencame, Durango, mediante el análisis estructural de la vegetación y un el análisis de cambio de Uso de suelo y Vegetación. La estructura de un bosque es resultado de los hábitos de crecimiento de las especies vegetales, además de sus condiciones ambientales y prácticas de manejo que se han desarrollado a través del tiempo. 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 la especie *Pinus cembroides* presenta los valores más altos para todas las características analizadas.. Por otra parte, en un periodo de 16 años la Agricultura es la cobertura con mayor crecimiento en superficie, dicha ganancia proviene mayormente de la perdida 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:** Vegetación, Deforestación, Cambio de Uso de Suelo.

### ABSTRACT

The objective of this work is to contribute to the ecological knowledge of the stone pine forest located in the Sierra el Astillero, in the municipality of Cuencame, Durango, through the structural analysis of the vegetation and an analysis of land use and vegetation change. The structure of a forest is the result of the growth habits of plant species, in addition to their environmental conditions and management practices that have developed over time. A spatial analysis was used to determine changes in land use and vegetation, based on the identification of changes in 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 software version 2.14. The results showed that the species *Pinus cembroides* presents the highest values for all the characteristics analyzed. On the other hand, in a period of 16 years, Agriculture is the coverage with the greatest growth in surface area, this gain comes mainly from the loss of Natural Grassland, the Forest conserves almost all of its surface and presents a less gain also coming from Natural Grassland and Induced Grassland.

**Key words.** Vegetation, Deforestation, Land Use Change.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques representan el segundo lugar a nivel nacional de los recursos renovables después de los ecosistemas marinos, el 73% del territorio nacional es de vocación forestal y está constituido por arbolado de clima de templado frío y por especies tropicales y de zonas áridas (Díaz y Plascencia 1997). La ecología vegetal se subdivide a su vez en autoecología, la cual se refiere a las relaciones recíprocas entre los individuos y su medio ambiente, y la sinecología, es decir, el estudio de la estructura, el desarrollo, la función y las causas de la distribución de las comunidades vegetales (Gauch, 1982). Las corrientes fisonómicas y florística, a pesar de tener unidades de clasificación diferente, no pueden aplicarse separadamente al analizar la vegetación (Braun, 2015). Los bosques templados ocupan actualmente el 16% del territorio mexicano (3,233 km<sup>2</sup>) (CONABIO, 2016). México es considerado, debido a sus características ecológicas, un centro de diversificación de pinos piñoneros; sus comunidades poseen características monoespecíficas o asociadas que reciben el nombre de piñonares. Estas especies forman bosques de poca extensión, con árboles que miden de cinco a quince metros de altura o menos, en zonas con altitudes que van de 700 a 2500 metros sobre el nivel del mar y se presentan intercalados en tipos de vegetación conocidos como pastizales o sabanas de encinos o chaparrales, matorrales de encinos y bosques mixtos de pinos y encinos (Fonseca, 2003). 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 estas 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). El presente trabajo tiene la intención de contribuir al conocimiento ecológico y definir la estructura de la vegetación presente, además analizar los cambios en cobertura vegetal y usos

del suelo, para detectar áreas de afectación y pérdida de biodiversidad vegetal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra en la sierra del astillero municipio de Cuencamé Durango, cuya superficie es de 65,490.45 ha, posee una elevación que va de los 2,200 a los 2,710 metros sobre el nivel medio del mar, con coordenadas para un punto centroide de 103°46'35.18" Longitud Oeste y 24°9'5.9" Latitud Norte (Figura 1).

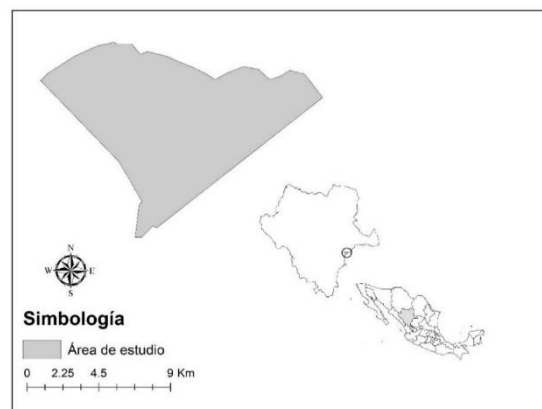


**Figura 1.** Ubicación geográfica del área de estudio, sierra del Astillero, Durango, México.

### Caracterización estructural de la vegetación

Abundancia, dominancia y frecuencia de las especies arbóreas. Para evaluar la importancia de las especies arbóreas en la población se utiliza la abundancia dominancia y frecuencia como medida de valoración (Mueller y Ellenberg, 1974). Se distingue entre abundancia absoluta al número de individuos por especie y la abundancia relativa como la porción porcentual de cada especie en el número total de individuos (Lamprecht, 1990). Como medida de dominancia Lamprech (Op. cit), establece que la cobertura de copas de todos los individuos de una especie determina su dominancia, en algunos casos resulta complicado determinar las proyecciones de las copas, en cuyo caso se emplea el área basal como sustituto del verdadero valor de dominancia. Como dominancia absoluta de una especie es definida la suma del área basal individual, expresada en m<sup>2</sup>. La dominancia relativa se calcula como la porción de una especie en el área basal total evaluada (Jiménez, 1998). Brower et al., (1990) se refiere a la frecuencia como el número de eventos ocurridos en un determinado tiempo. En diversos estudios, la frecuencia indica el número de

muestreos, en la cual una especie es encontrada. Esta es expresada como la porción del número total de muestras que contiene la especie en cuestión. La frecuencia absoluta se expresa en porcentaje (el 100% se refiere a la presencia de las especies en todas las subparcelas) y la frecuencia relativa de una especie se calcula como un porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies. Esta variable ofrece una medida de homogeneidad de un bosque.

### Análisis estructural

Con los datos obtenidos con la técnica mencionada se llevó a cabo el análisis de la estructura del estrato arbóreo y arbustivo, se utilizaron dos índices de valor estructural; el índice de valor de importancia (IVI) y el índice de valor forestal (IVF) para lo cual se estimarán las siguientes variables: dominancia relativa, dominancia absoluta, densidad relativa, densidad absoluta, frecuencia relativa, frecuencia absoluta, diámetro relativo, diámetro absoluto, altura relativa, altura absoluta, cobertura relativa y cobertura absoluta.

### Muestreo

Para la caracterización de la vegetación se empleó el método de punto cuadrante (Cottam & Curtis, 1956) Este método no depende de un área, consiste en seleccionar un punto al azar y los puntos subsecuentes pueden ser al azar o sistemáticos. En cada uno de los puntos se marca una cruz, con lo que se forman cuatro cuadrantes por punto. En cada uno de los cuadrantes se tomó la distancia del centro al árbol más cercano, se identificó la especie y el diámetro a la altura del pecho (DAP). Con estas variables se calculó la densidad, frecuencia y área basal del bosque. Este método es ágil, fácil, rápido de implementar, da información comparable con muestreos de área, y además, es ideal para zonas áridas (Abelleira-Martínez & Colón-González, 2006).

### Determinación de cambio de uso de suelo

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 el estado de 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.

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).

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 LCM, 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).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El bosque estudiado está constituido por una vegetación arbórea de *Pinus cembroides*, *Pinus sp*, *Quercus saltillensis*, *Q. striatula*, *Q. pungens*, *Q. vaseyana*, *Acacia schaffneri*, *Juniperus sp*. Y *Yucca filifera*. Por otra parte *Pinus cembroides* presenta un 81.6% del total de individuos de la población, mientras que su diámetro promedio es de 22 cm, es decir 61% del área basal total. La especie más dominante en los tres transectos es *Pinus cembroides*, los valores de densidad y frecuencia más altos también son para ésta

especie. El género *Quercus* presenta valores altos de dominancia, frecuencia y densidad en el transecto 1. En los últimos dos transectos se presentó con una baja densidad dentro de la población. La abundancia, dominancia y frecuencia de las especies se utiliza, por lo general, para analizar la relación existente entre las especies de una población. En la tabla 1 se muestran los valores absolutos y relativos de dominancia, densidad y frecuencia y el Índice de Valor de Importancia (DOA, DOR, DEA, DER, FEA, FER, IVI) de las especies arbóreas en cuestión, la relación anterior se basa en los sitios de muestreo (Tabla 1). Olvera *et al.*, (2012) mencionan que la fisonomía de una comunidad forestal se determina con base en la distribución y dominancia espacial de las especies presentes en ella, y depende en gran medida de la asociación florística con la que se encuentren coexistiendo las especies forestales.

**Tabla 1.** Características estructurales e Índice de Valor de Importancia por especie y sitios de muestreo.

|             |                          | AB (m <sup>2</sup> ) | DOA    | DOR     | DEA    | DER   | FEA  | FRR   | IVI    |
|-------------|--------------------------|----------------------|--------|---------|--------|-------|------|-------|--------|
| TRANSECTO 1 | <i>Pinus cembroides</i>  | 12.158               | 0.0060 | 59.9743 | 0.028  | 70    | 0.95 | 61.29 | 191.26 |
|             | <i>Quercus</i>           | 7.623                | 0.0038 | 37.6042 | 0.011  | 27.5  | 0.55 | 35.48 | 100.58 |
|             | <i>Acacia</i>            | 0.490                | 0.0002 | 2.4214  | 0.001  | 2.5   | 0.05 | 3.24  | 8.14   |
|             | <i>Pinus cembroides</i>  | 2.453                | 0.0012 | 89.0034 | 0.0365 | 91.25 | 0.95 | 79.16 | 259.42 |
|             | <i>Quercus striatula</i> | 0.038                | 1.9007 | 1.3792  | 0.0005 | 1.25  | 0.05 | 4.16  | 6.79   |
| TRANSECTO 2 | <i>Quercus vaseyana</i>  | 0.001                | 9.8175 | 0.0712  | 0.0005 | 1.25  | 0.05 | 4.16  | 5.48   |
|             | <i>Quercus</i>           | 0.090                | 4.5396 | 3.2941  | 0.0005 | 1.25  | 0.05 | 4.16  | 8.71   |
|             | <i>Pinus sp.</i>         | 0.013                | 6.6366 | 0.4815  | 0.0015 | 3.75  | 0.05 | 4.16  | 8.39   |
|             | <i>Juniperus sp.</i>     | 0.159                | 7.9522 | 5.7704  | 0.0005 | 1.25  | 0.05 | 4.16  | 11.18  |
|             | <i>Pinus cembroides</i>  | 0.053                | 2.6547 | 57.2065 | 0.0375 | 93.75 | 1.00 | 80.0  | 230.95 |
| TRANSECTO 3 | <i>Yucca filifera</i>    | 0.608                | 0.0003 | 29.9495 | 0.0005 | 1.25  | 0.05 | 4.00  | 35.19  |
|             | <i>Quercus pungens</i>   | 0.085                | 4.2765 | 4.2116  | 0.0005 | 1.25  | 0.05 | 4.00  | 9.46   |
|             | <i>Quercus</i>           | 0.138                | 6.9272 | 6.8221  | 0.0005 | 1.25  | 0.05 | 4.00  | 12.07  |
|             | <i>Quercus vaseyana</i>  | 0.025                | 1.2723 | 1.2530  | 0.0005 | 1.25  | 0.05 | 4.00  | 6.50   |
|             | <i>Juniperus sp. 6</i>   | 0.011                | 5.6549 | 0.5569  | 0.0005 | 1.25  | 0.05 | 4.00  | 5.80   |

AB=Área Basal; DOA=Dominancia absoluta; DOR=Dominancia relativa; DEA=Densidad absoluta; DER=Densidad relativa; FEA=Frecuencia absoluta; FRR=Frecuencia relativa; IVI= Índice de Valor.

En la homocación, 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 (Mapa 2). 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 (Figura 2).

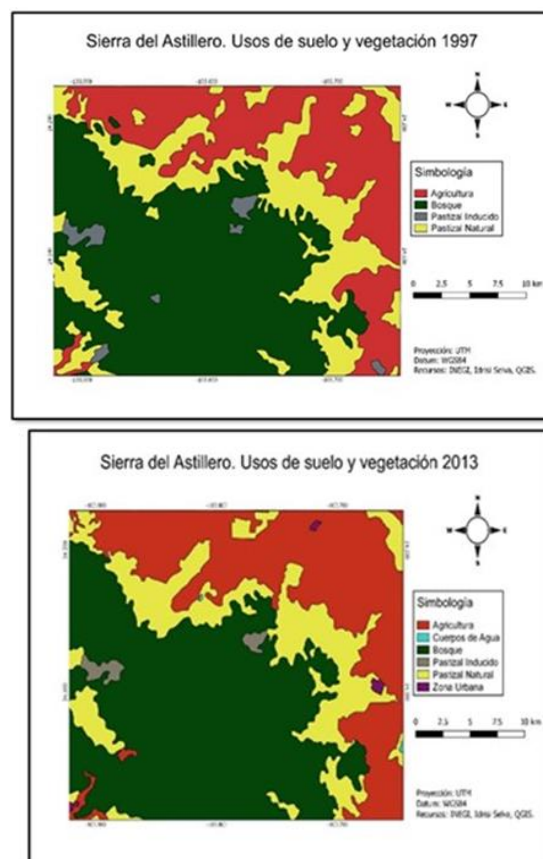


**Figura 2.** Comunidades vegetales y tipos de usos de suelo presentes en 1997-2013 en la Sierra del Astillero, Cuencamé, Durango.

### Pérdida / ganancia de superficie

Los tipos de vegetación con mayor extensión en superficie en 1997 fueron la Bosque de Pino - Encino 36131.08 ha seguido por Agricultura con 22773.66 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 16968.79 y 1190.42 ha respectivamente, para el 2013 estas dos comunidades vegetales también presentaron disminución en superficie (Tabla 2).

**Tabla 2.** Superficie (ha) de cada una de las comunidades vegetales y usos de suelo para 1997 y 2013.

| Atributos         | 1997     |        | 2013     |        |
|-------------------|----------|--------|----------|--------|
|                   | ha       | %      | ha       | %      |
| Agricultura       | 20522.97 | 27.542 | 22773.66 | 30.562 |
| Bosque de Pino    | 35833.47 | 48.089 | 36131.08 | 48.488 |
| Pastizal Natural  | 16968.79 | 22.772 | 14632.19 | 19.636 |
| Pastizal Inducido | 1190.42  | 1.598  | 748.15   | 1.004  |
| Cuerpo de agua    | ***      | ***    | 32.54    | 0.044  |
| Zona urbana       | ***      | ***    | 198.05   | 0.266  |

\*\*\*: Tipos de vegetación que no existían en 1997.

Las mayores pérdidas de superficie se presentaron para Pastizal Natural con un cambio neto de -2,336.6 Ha, seguido por el pastizal inducido con -442.27 Ha (Figura 2). La diferencia entre la tasa de cambio de 1997 y 2013 fue estadísticamente significativa ( $\chi^2 = 622.899$ ,  $gl = 5$ ,  $P < .001$ ) (Tabla 3).

**Tabla 3:** Prueba estadística de Ji-Cuadrada de la tasa de cambio entre 1997.

## Pruebas de chi-cuadrado

|                              | Valor                | gl | Sig. asintótica (bilateral) |
|------------------------------|----------------------|----|-----------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson      | 622.899 <sup>a</sup> | 5  | .0001                       |
| Razón de verosimilitudes     | 713.236              | 5  | .0001                       |
| Asociación lineal por lineal | 37.806               | 1  | .0001                       |
| N de casos válidos           | 149031               |    |                             |

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 (Tabla 4).

**Tabla 4.** Clases contribuyeron al cambio neto en cada uno de los usos de suelo y vegetación (superficie en ha).

| Clase | Clase que contribuyeron al cambio neto |         |         |        |         |        |
|-------|----------------------------------------|---------|---------|--------|---------|--------|
|       | A                                      | PZ      | B       | PZI    | ZU      | H2O    |
| A     |                                        | 2021.75 | 150.96  | 97.98  | -19.97  |        |
| PZ    | -221.75                                |         | -140.28 | 36     | -178.04 | -32.54 |
| B     | -150.96                                | 140.28  |         | 308.29 |         |        |
| PZI   | -97.98                                 | -36     | -308.29 |        |         |        |
| ZU    | 19.97                                  | 178.04  |         |        |         |        |
| H2O   |                                        | 32.54   |         |        |         |        |

Donde: A = agricultura, PZ= pastizal, B= Bosque, PZI= pastizal inducido, ZU= zona urbana, H2O = cuerpo de agua. \*Valores positivos: superficie ganada por la clase

de uso de suelo y vegetación\* Valores negativos: superficie perdida por la clase de uso de suelo y vegetación.

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 (32.54 ha) y 5Zona 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 2021.75 ha a Agricultura y 178.04 Ha a Zona Urbana. La comunidad de bosque también presentó una ganancia proveniente de Pastizal Inducido (308.29 ha) y Pastizal Natural (140.28 ha).

En la pérdida y ganancia de uso de suelo y vegetación para la agricultura presentó en el año de 1997 una superficie 20,522.97 ha para el año 2013 una superficie 22,773.66 ha con un cambio neto de 2,250.69 ha (Figura 2). Dicha superficie ganada, resultó de la transformación de 150.96 ha de Bosque y 97.98 ha de pastizal inducido. La superficie de bosque que se cambió a agricultura se presentó en las partes bajas de la Sierra del Astillero con orientación noroeste esto podría deberse a que las partes bajas son de fácil acceso lo que aventaja la colocación de cultivos, de igual manera la superficie de pastizal inducido que paso a agricultura se encuentra en las áreas cercanas a zonas de cultivo.

En el presente estudio todos los transectos se ubicaron a más de 2000 m.s.n.m. lo cual es común para éste tipo de comunidades vegetales ya que se ha demostrado que uno de los elementos más importantes en los bosques de Pino piñonero es la altitud, la cual tiene una fuerte influencia en la estructura de la vegetación, debido a que, a medida que la altitud se incrementa, la temperatura y la evapotranspiración en las laderas disminuyen, es por ello que los piñonares se encuentran restringidos a las zonas más templadas de las zonas áridas y semiáridas (Rzedowski, 2006, Huerta et al., 2015, Romero-Manzanares et al., 2016).

Para el área de estudio climate-data.org (2016) reporta una precipitación media anual de 619 mm, característica de las zonas templadas, hecho que refuerza la importancia de la disponibilidad de agua como determinante en la distribución de las especies (Toledo et al., 2012).

*Pinus cembroides* presenta un 81.6% del total de individuos de la población, mientras que su diámetro promedio es de 22 cm, es decir 61% del área basal total. La altura, el DAP y las distancias promedio varían en función del número de árboles juveniles (Granados, et al., 2015). La especie más dominante en los tres transectos es *Pinus cembroides*, los valores de densidad y frecuencia más altos también son para esta especie. En el caso particular del transecto 1 *Pinus cembroides* presenta una menor densidad, sin embargo, su dominancia sigue siendo alta debido a que presenta la mayor área basal.

### CONCLUSIONES

Se determinaron las características estructurales de la vegetación arbustiva y arbórea presente en la Sierra el Astillero, Cuencamé, Durango. *Pinus cembroides* es la especie con mayor presencia, representa el 81.6% del total de individuos de la población, y el 61% del área basal total. Posee valores más altos de Dominancia, Frecuencia y Densidad y por lo tanto el Índice de Valor de Importancia más alto. Lo que define a esta comunidad vegetal como de Bosque *Pinus cembroides* sin asociaciones, bosque de pino piñonero ó piñonar.

### LITERATURA CITADA

- Abelleira Martínez, O.J. y D. Y. Colón González. 2006. Comparación de método de muestreo en bosques secundarios aluviales: parcela vs. punto-cuadrante. *Acta Científica* 20(1-3):63-66.
- Barraza, S. 2015. Cambio de uso de suelo y vegetación en la Sierra de Gamón, Durango. México. Tesis Maestría. Universidad Juárez del Estado de Durango. México.
- Braun-Blanquet, J., de Bolòs, O., & Jo, J. L. (1979). *Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales* (Vol. 820). Madrid: Blume.
- Brower, E., H. Zar and N. Von Ende. 1990. *General Ecology: Field and laboratory methods*. Wm. C. Brown Publisher. Third Edition.
- 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.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, MX). 2016. Cobertura del suelo de México, Serie V. Catálogo de metadatos geográficos. Consultado 10 dic. 2016. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.
- Cottam, G. and J. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 32(2): 172-229.
- Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Iztacala. Los Reyes Iztacala, Estado de México. México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/198573>.
- 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): 23–24.
- 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.
- Jaksic, F. 2007. *Ecología de comunidades*. Ediciones UC.
- 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. Jaksic, F. 2007. Ecología de comunidades. Ediciones UC.

Jiménez, J., Aguirre, O. and Kramer, H. 1998. Bestandes Strukturanalyse in ungleichaltrigen Kiefern-Wacholder-Eichen-Mischwald Nordostenmexikos. Forstachiv, 69 (6): 227-234.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Ed. Gtz Alemania.

Mueller Dombois, D., and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, Co. New York, NY, USA. 547 p.

Olvera V. M., y B. Figueroa. 2012. Caracterización estructural de bosques montanos dominados por encino en el centro-occidente de México. Ecosistemas, 12(21): 74-84.

Toledo, M., C. Peña, F. Bongers, A. Alarcón, J. Balcázar, J. Chuviña, C. Leño, J. C. Licona and L. Poorter. 2012. Distribution patterns of tropical woody species in response to climatic and edaphic gradients. Journal of Ecology, 100: 253–263.

Uso de Suelo y Vegetación del Estado de Durango. Escala 1:250 000. México, D. F.