



Foresta Veracruzana  
ISSN: 1405-7247  
Imendizabal@uv.mx  
Recursos Genéticos Forestales  
México

# CRECIMIENTO DE UNA PLANTACIÓN DE *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. BAILEY EN CERRO DE LEÓN, VERACRUZ, MÉXICO

RAMÍREZ-GARCÍA, ELBA OLIVIA; MÁRQUEZ RAMÍREZ, JUAN; ALBA-LANDA, JUAN; MENDIZÁBAL-HERNÁNDEZ, LILIA DEL CARMEN; CRUZ-JIMÉNEZ, HÉCTOR; DÍAZ RODRÍGUEZ, TANIA ELIZABETH  
CRECIMIENTO DE UNA PLANTACIÓN DE *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. BAILEY EN CERRO DE LEÓN, VERACRUZ, MÉXICO

Foresta Veracruzana, vol. 24, núm. 1, 2022

Recursos Genéticos Forestales, México

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49774123006>

# CRECIMIENTO DE UNA PLANTACIÓN DE *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. BAILEY EN CERRO DE LEÓN, VERACRUZ, MÉXICO

ELBA OLIVIA RAMÍREZ-GARCÍA elramírez@uv.mx

Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz., México

JUAN MÁRQUEZ RAMÍREZ

Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz., México

JUAN ALBA-LANDA

Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz., México

LILIA DEL CARMEN MENDIZÁBAL-HERNÁNDEZ

Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz., México

HÉCTOR CRUZ-JIMÉNEZ

Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz., México

TANIA ELIZABETH DÍAZ RODRÍGUEZ

tania.diaz.r@hotmail.com

Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz., México

Foresta Veracruzana, vol. 24, núm. 1,  
2022

Recursos Genéticos Forestales, México

Redalyc: [https://www.redalyc.org/  
articulo.oa?id=49774123006](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49774123006)

**Resumen:** El presente trabajo muestra la variabilidad fenotípica de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*, de una plantación ubicada en Cerro de León, municipio de Villa Aldama, Veracruz, evaluando las diferencias en características de crecimiento entre una muestra de árboles seleccionados de forma aleatoria, en dos periodos, la primera en diciembre del 2020 y la segunda en abril del 2021. Utilizando cinco parámetros morfométricos: altura total del árbol, diámetro de fuste, altura de copa, diámetro de copa, forma de copa, así como el color de follaje, se realizó un análisis exploratorio a través de estadísticas descriptivas y gráficos comparativos, además de la Prueba T de muestras independientes, para determinar diferencias entre las medias de las dos evaluaciones de cada parámetro, utilizando el paquete estadístico Statistics, como resultado se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) en altura total del árbol, diámetro de fuste, altura de copa y diámetro de copa. En este sentido, los individuos que se destacan por su crecimiento son: 2, 15 y 17, alcanzando valores superiores a la media en las dos evaluaciones. La forma de copa predominante fue la piramidal, en el 95% de los individuos de la primera evaluación y 100% en la segunda; y el color de follaje verde claro lo presentó el 100% de la población en ambas evaluaciones.

**Palabras clave:** variación, progenie, plantación, *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*.

**Abstract:** To know the phenotypic variability of *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*, from a plantation located in Cerro de León, municipality of Villa Aldama, Veracruz, the differences in growth characteristics between a sample of selected trees were analyzed in two evaluation periods, the first in December 2020 and the second in April 2021. randomly. Using five morphometric parameters: total tree height, stem diameter, crown height, crown diameter, crown shape, as well as foliage color, an exploratory analysis was carried out through descriptive statistics and comparative graphs, in addition to the T-test of independent samples, using the statistical package Statistics, to determine differences between the means of the two evaluations of each parameter, as a result there were significant statistical differences ( $P < 0.05$ ) in total tree height, stem diameter, height of cup and cup diameter. In this sense, the individuals that stand out for their growth are:

2, 15 and 17, reaching values above the average in the two evaluations. The predominant cup shape was pyramidal (P), in 95% of the individuals in the first evaluation and 100% in the second; and the light green foliage color (VC) was presented by 100% of the population in both evaluations.

**Keywords:** variation, progeny, plantation, *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*.

## Introducción

México posee una elevada riqueza de taxones de pinos, alberga alrededor del 40% de las 120 especies conocidas, con un total de 49 especies, de las cuales 35 presentan distribución restringida al territorio mexicano, es decir, 74% de ellas son endémicas. Dentro de estos endemismos se concentra la subsección *Cembroides* (Farjon y Styles, 1997; Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014); conocidos como piñoneros, que se caracterizan por la liberación tardía de polen, conos pequeños y resinosos y semilla llamadas comúnmente Piñon.

Sus poblaciones forman bosques extensos en ambas cadenas montañosas de la parte norte del país (Fuentes-Amaro *et al.*, 2019): *P. cembroides* Zucc. subsp. *cembroides*, el taxón más extendido, se encuentra desde el norte de Chihuahua y el oeste de Texas a lo largo de la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental hasta el centro de México, incluyendo Hidalgo y el norte de Veracruz; la subsp. *orizabensis* Bailey, endémica local y motivo de investigación del presente estudio, se ubica en los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz (Zavarín y Snajberk, 1985; Bailey y Hawksworth, 1992).

*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* es de alta importancia tanto ecológica, al ofrecer servicios ambientales que influyen en el clima y la fauna regional, como económica y social, ya que a menudo la población que habita en las zonas aledañas a los bosques vive y depende de los bienes y servicios que les proporcionan, especialmente la colecta de semilla para venta (Perry, 1991; Pavék, 1994; Hernández *et al.*, 2011). No obstante, la perturbación de sus hábitats, principalmente causada por la actividad humana e inadecuado manejo de recursos, ha repercutido la pérdida y deterioro continuo del bosque y, en consecuencia, sus poblaciones naturales se han visto amenazadas (Carrillo, 2009; Hernández *et al.*, 2011; Alva-Rodríguez *et al.*, 2019). Lo anterior expone la necesidad de la implementación de planes de manejo del pino piñonero, al igual que la creación de plantaciones altamente productivas. Sin embargo, será posible sólo si se realizan evaluaciones que fundamenten los programas de mejora genética, que además de elevar los rendimientos y la resistencia a factores adversos, contribuya a la ampliación y conservación de la base genética de la especie (Sotolongo *et al.*, 2011 y Mendizábal-Hernández *et al.*, 2016).

Las plantaciones forestales son una opción para incrementar la productividad y reducir la presión en el uso de bosques naturales conservando la integridad del ecosistema forestal, dentro de éstas se encuentran los Ensayos de Progenie, que consisten básicamente en producir planta en vivero y establecerlas en campo, para comparar la variación en el crecimiento de las progenies de árboles seleccionados,

bajo un diseño experimental determinado. La aplicación de técnicas estadísticas permite determinar diferencias de variables evaluadas, por lo tanto, es posible calificar objetivamente a los progenitores y/o a la progenie misma, distinguiendo la superioridad entre individuos. Una vez hecha esta evaluación, su progenie puede pasar a formar parte de un huerto semillero, sexual si se propagaron por semilla o asexual si son clonados (Alba-Landa *et al* 2018 y Sáenz y Plancarte, 1991).

En este contexto, el propósito del presente estudio radica en analizar las diferencias en los caracteres fenotípicos de fuste y copa en la progenie de una plantación establecida en Cerro de León, municipio de Villa Aldama, Veracruz, de *P. cembroides* subsp. *orizabensis*.

## Material y métodos

El presente trabajo se realizó en el ensayo de progenie de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*, ubicado en La Gravera, en Cerro de León, municipio de Villa Aldama, Cerro de León se localiza en la parte alta de la región central del estado de Veracruz, está a 2380 metros de altitud, entre las coordenadas: Latitud: 19.630544, Longitud: -97.208535. Las coordenadas GPS son 19° 37' N, 79° 12' W. El clima es seco, la temperatura media anual es 21°C y la precipitación media anual es 599.8 mm (SMN-CNA, 2021). El suelo es de tipo andosol.

La semilla con la cual se produjeron las plantas procede de la población natural ubicada en la localidad de Guadalupe Victoria, municipio de Perote, Veracruz, esta se colectó en forma masiva sin selección de fenotipos ni identificación de familias. El ensayo en campo se estableció el 4 de noviembre de 2014, mediante siembra directa, cuando las plantas tenían un año nueve meses de edad, con un total de 680 plantas.

A 7 años del establecimiento de la plantación, se realizó la evaluación fenotípica de 20 árboles seleccionados de forma aleatoria, mismos que se etiquetaron para su identificación, en las dos evaluaciones realizadas: la primera en diciembre del 2020 y la segunda en abril del 2021. De cada árbol seleccionado se registraron las siguientes variables: altura del árbol, diámetro del fuste, altura de la copa, diámetro de la copa, forma de la copa y color de follaje, siguiendo la metodología propuesta por Vallejo (1997).

**Altura del árbol:** Se midió con aproximación al milímetro, con una vara graduada, desde la base del árbol hasta el ápice de la copa.

**Diámetro del fuste:** Se midió en la base del tallo a nivel del suelo, con aproximación al milímetro con una cinta diamétrica marca Forestry Suppliers.

**Altura de la copa:** Fue obtenida desde la base de la copa hasta el ápice de esta con una cinta métrica.

**Diámetro de la copa:** Se tomó la medida en dos direcciones: la dirección Norte-Sur y la dirección Este-Oeste, tomando como referencia la proyección del sol, siendo la medida final del diámetro de la copa el promedio de las dos medidas tomadas. Para ello se utilizó una cinta diamétrica marca Forestry Suppliers.

**Forma de la copa:** Con base a observaciones preliminares de los individuos, se hizo una clasificación adaptada de Vallejo (1997) que incluye dos categorías de forma de copa: Globosa (G) y Piramidal (P).

**Color de follaje:** El color del follaje de los árboles se clasificó en tres categorías: verde oscuro (VO), verde claro (VC) y amarillo (A).

Los datos obtenidos se analizaron empleando el paquete Statistica (Stat-Soft, 2010), para la estimación de las estadísticas descriptivas y la realización de gráficos comparativos.

Posteriormente, se aplicó la prueba T de muestras independientes, calculado con una confiabilidad del 95%, para probar si las medias de las dos evaluaciones son diferentes, estadísticamente significativas, utilizando la fórmula siguiente:

$$t = \frac{\bar{x}_D}{\frac{SD}{\sqrt{n}}}$$

Dónde:

x#D = diferencias de medias de las dos evaluaciones

SD =desviación estándar de las medias

n= número de observaciones.

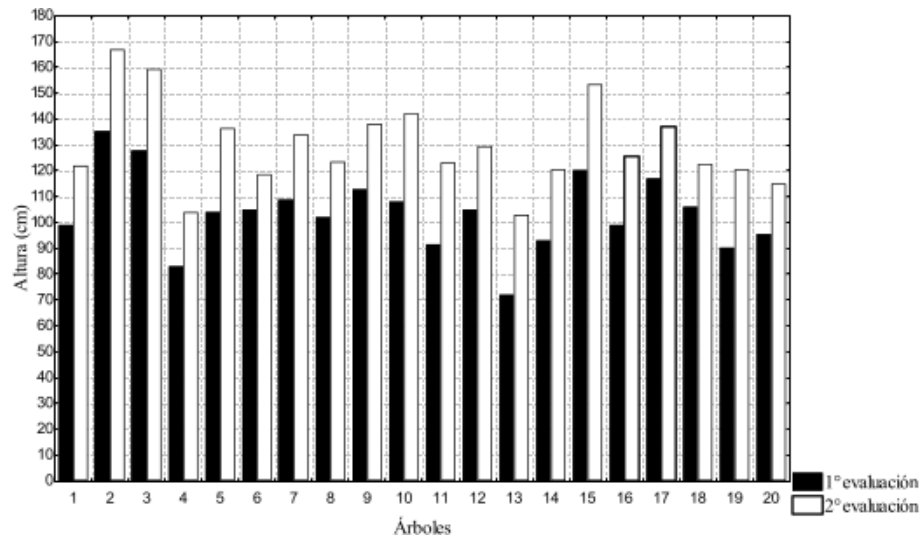
## Resultados

*Altura Total* . En la tabla 1 se muestran las estadísticas descriptivas de la altura total de ambas evaluaciones. Estos resultados indican una considerable variabilidad (expresada como desviación estándar) para la característica estudiada.

**Tabla 1.**

Evalua-ción	Media (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Desv. Estd.
1	103.71	72	135	14.72
2	129.79	103	167	16.66

Descriptivas de altura total para ambas evaluaciones de *P. cembroides* subsp. *orizabensis*



**Figura 1.**

Altura total de árboles de *P. cembroides* subsp. *orizabensis* para los dos periodos de evaluación.

La comparación del crecimiento, de los árboles en altura total, de las dos evaluaciones se muestra en la figura 1. En la primera evaluación los individuos que superaron al promedio fueron 11, estos son los árboles número 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 15, 17 y 18, con alturas de 104 a 135 cm. El árbol número 13 fue el más pequeño con 72 cm, y el número 2 el más alto con 124.72 cm.

En la segunda evaluación los individuos que sobresalieron con altura mayor al promedio fueron 8, estos son los árboles número 2, 3, 5, 7, 9, 10, 15 y 17, alcanzando alturas entre 134.1 a 167 cm. El árbol número 13 presentó la menor altura con 103 cm y el árbol 2 la mayor altura con 167 cm.

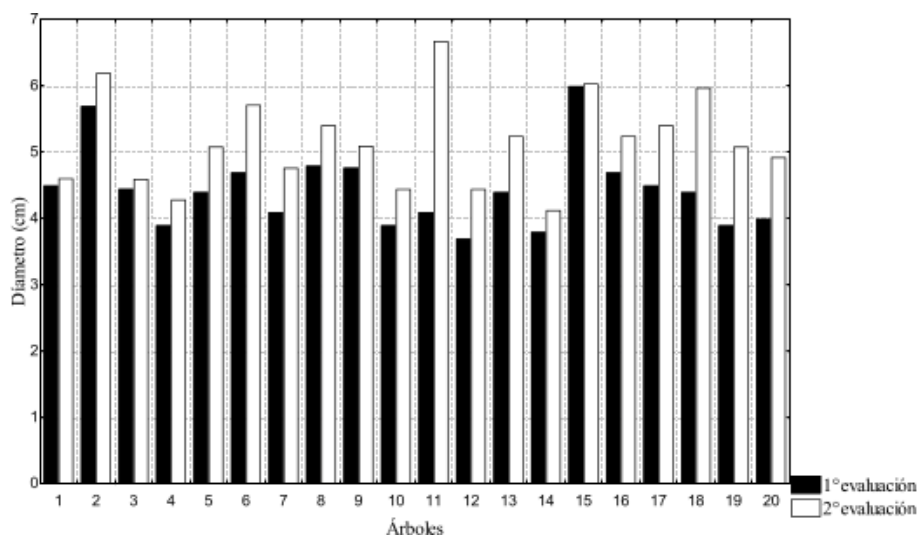
En lo que respecta a la prueba de comparación de medias, entre las dos evaluaciones se mostraron diferencias estadísticas significativas ( $P=0.0000$ ).

*Diámetro de fuste*. Las estadísticas descriptivas del diámetro de fuste de ambas evaluaciones denotan una menor variación en comparación con la altura total, evidenciada en la dispersión de los datos (tabla 2).

**Tabla 2.**

Evalua-ción	Media (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Desv. Estd.
1	4.43	3.7	6	0.59
2	5.17	4.1	6.68	0.68

Descriptivas del diámetro de fuste para ambas evaluaciones de *P. cembroides* subsp. *orizabensis*.



**Figura 2**

Diámetro de fuste de árboles de *P. cembroides* subsp. *orizabensis* para los dos periodos de evaluación.

En la figura 2 se observa la comparación de los diámetros de fuste de las dos evaluaciones. En la primera evaluación, los individuos que superaron el promedio fueron los árboles 1, 2, 3, 6, 8, 9, 15, 16 y 17. El árbol 15 fue el de mayor diámetro, en tanto que el árbol 12 presentó el menor valor.

En la segunda evaluación, los individuos que sobresalieron al promedio fueron los árboles 2, 6, 8, 11, 13, 15, 16, 17 y 18. Los árboles con mayor y menor diámetro fueron el 11 y 14 respectivamente. La diferencia entre evaluaciones es significativa con  $P = 0.0008$ .

*Altura de la copa*. Los valores de las estadísticas descriptivas de la altura de la copa de ambas evaluaciones se observan en la tabla 3 y la comparación de altura de las copas de las dos evaluaciones se muestra en la figura 3, en la que se encontró en la primera evaluación los individuos: 2, 3, 6, 7, 9, 10, 12, 15, 17 y 18 con altura de copa entre 99.5 a 130 cm. El árbol 2 fue el de mayor altura, en tanto que el árbol 13 fue el de menor altura con 72 cm.

En la segunda evaluación los individuos que sobresalieron por presentar altura de copa mayor al promedio fueron: 2, 3, 5, 7, 9, 10, 12, 15 y 17. Los árboles número 2 y 13 son los de mayor y menor altura, respectivamente, con 161 cm y 96 cm.

**Tabla 3.**

Evalua ción	Media (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Desv. Estd.
1	97.97	66	130	15.06
2	124.04	96	161	17.09

Descriptivas de altura de la copa para ambas evaluaciones de *P. cembroides* subsp. *Orizabensis*.

La prueba T de muestras independientes de altura de copa mostró diferencias estadísticas significativas ( $P=0.0000$ ).

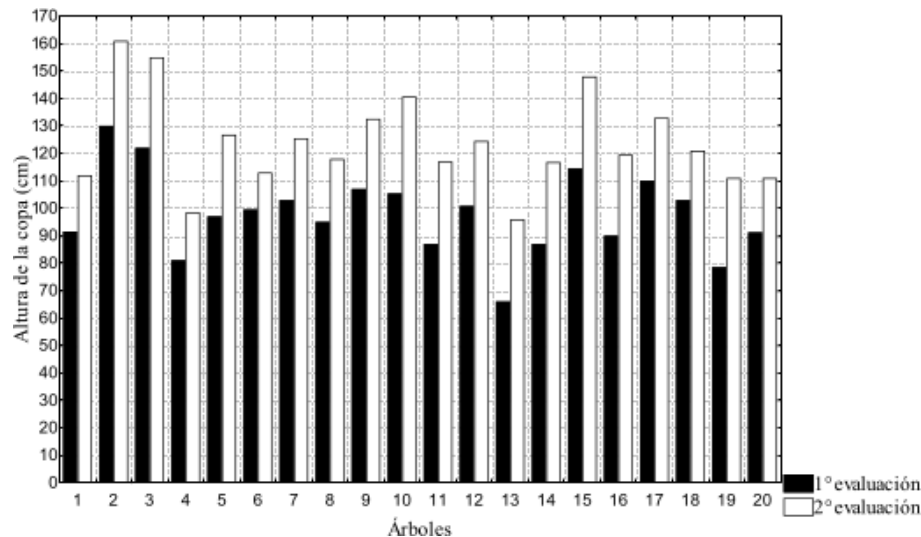


Figura 3.

Altura de la copa de la progenie de *P. cembroides* subsp. *orizabensis* para los dos periodos de evaluación.

*Diámetro de la copa.* Las estadísticas descriptivas del diámetro de la copa de ambas evaluaciones denotan que la distribución de los datos de ambas evaluaciones es similar (tabla 4).

Tabla 4.

Evaluación	Media (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Desv. Estd.
1	90.92	69.50	109.10	13.26
2	100.10	79.41	121.59	13.81

Estadísticas descriptivas del diámetro de la copa para ambas evaluaciones de *P. cembroides* subsp. *orizabensis*

La comparación del crecimiento en diámetro de copa de las dos evaluaciones se muestra en la figura 4. En la primera evaluación, los árboles que superaron los diámetros de copa promedio fueron: 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 15, 17 y 18. El árbol 6 fue el de mayor diámetro, en tanto que el árbol 1 fue el de menor diámetro de copa.

En la segunda evaluación, los diámetros de copa que superan el promedio fueron los árboles: 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 15, 17, 18 y 20. El árbol 15 fue el de mayor valor para esta característica, en tanto que el árbol 4 fue el de menor valor para esta característica.

Se detectó diferencias estadísticas significativas ( $P=0.038$ ), entre los promedios de cada evaluación para esta característica.

*Forma de la copa.* En ambas evaluaciones la forma de copa predominante fue la piramidal; en la primera evaluación el 95% de los árboles presentaron esta forma, mientras que en la segunda evaluación el 100%. La forma globosa lo presentó únicamente el árbol número 18 en la primera evaluación, lo que refiere sólo 5% de los individuos.

*Color de follaje.* El verde claro lo presentó el 100% de la población en ambas evaluaciones.

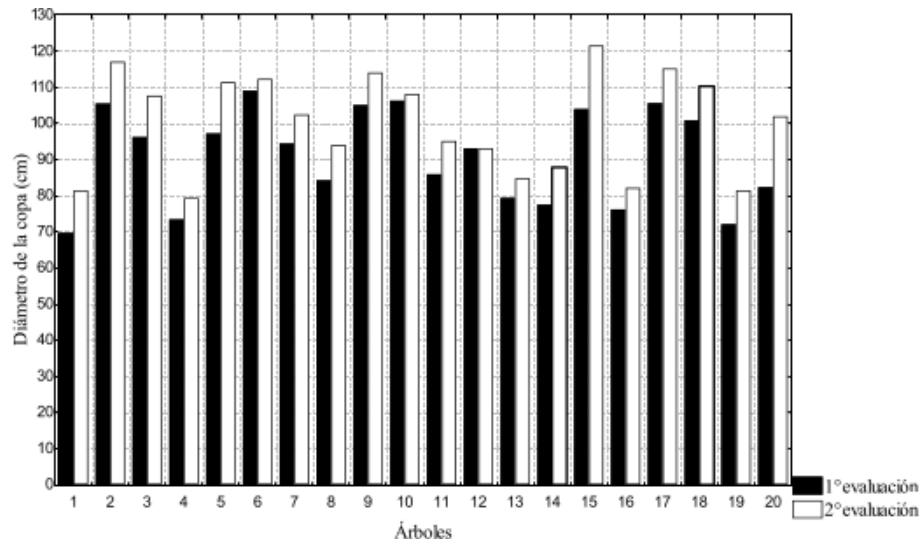


Figura 4.

Diámetro de la copa de la progenie de *P. cembroides* subsp. *orizabensis* para los dos periodos de evaluación.

## Discusión

Aunque no existen referencias de estudios en donde se evalúa la variación de características fenotípicas de *P. cembroides* subsp. *orizabensis*, sí se ha reportado variación significativa en el crecimiento en altura y diámetro de otros ensayos de *Pinus*. Los resultados mostrados concuerdan con lo obtenido por Bulfe *et al.*, (2016), en *P. taeda*, para altura y diámetro, igualmente Huaraca-Mejía (2020), en *P. tecunumanii*, Muñoz *et al.*, 2012 y Ramírez-García *et al.*, 2018 en *P. greggii*. Las características de crecimiento de los pinos se ve influenciado mayormente por factores físicos y climáticos de los sitios donde se desarrollan (Zobel y Talbert, 1988). No obstante, ya que las características climáticas de la plantación de estudio son semejantes para los individuos evaluados, por lo que dicha variabilidad se debe más al componente genético que al ambiental. Además, en el presente estudio se encontró que en *P. cembroides* subsp. *orizabensis* existen diferencias estadísticas para altura de la copa y diámetro de copa lo que coincide con Loewe *et al.*, (2016), quienes encontraron diferencias significativas para el altura y diámetro de copa en *P. pinea*; Viveros\_Viveros *et al.* (2005) en *P. pseudostrabus*, Gutiérrez *et al.* (2013) en *P. oocarpa* y Rodríguez-Luna (2008) para *Pinus greggii*. Estas diferencias podrían deberse a la relación de la fotosíntesis, ya que la función de la copa de los árboles es exponer las hojas para capturar más eficientemente la energía radiante, fotosintetizar más y promover la formación de nuevas hojas (Sterck y Bungers, 2001; Rodríguez-Laguna *et al.*, 2008). De esta manera, una mayor cobertura de copa podría aumentar la disponibilidad de recursos permitiendo un mayor crecimiento (Gordo, 2004).

En cuanto a la forma de la copa, la predominante en este estudio fue la piramidal, lo que concuerda con lo reportado por Pavék (1994), ya que la copa del árbol en individuos jóvenes es piramidal mientras

que en los árboles maduros es redondeada. Gordo (2004), menciona que se ha utilizado el valor de características de copa como criterio de la selección fenotípica para programas de mejoramiento genético. Esta selección, elige los candidatos por encima de la media correspondiente al valor de la variable de ponderación (Michel *et al.*, 1998). Alba Landa, (2018). Márquez (2019), proponen que las características fenotípicas de un árbol superior deben contar con altura sobresaliente, diámetro normal mayor a la media poblacional, copa abundante y libre de daños plagas y enfermedades.

Para el color de follaje, los resultados mostraron árboles color verde claro, Bailey y Hawksworth (1992) mencionan que este color es característico a la especie de *P. cembroides* subsp. *orizabensis*. Además, por medio se determina que el color corresponde a árboles de buena calidad, ya que esta variable se asocia con deficiencias de nutrientes y/o con ataques de enfermedades y/o plagas. Las características de la copa pueden funcionar como un reflejo del vigor de la plantación, definido como es el estado de salud que presentan los individuos a simple vista, es decir sin basarse en ningún tipo de análisis más que la apariencia del árbol (Vallejo, 1997). Así mismo, el vigor puede influir en el nivel del crecimiento de los individuos.

## Conclusiones

Se encontró variación estadísticamente significativa entre las medias de las dos evaluaciones en altura total, diámetro de fuste, altura de la copa y diámetro de la copa, en la progenie de *P. cembroides* subsp. *orizabensis* de una plantación ubicada en Cerro de León, municipio de Villa Aldama, Veracruz, México. Con base a las características fenotípicas evaluadas, los individuos que sobresalen en el presente estudio son los árboles 2, 15 y 17, ya que alcanzaron valores superiores a la media en las dos evaluaciones. Estos árboles podrían utilizarse como candidatos en futuros trabajos, con los cuales se podrán establecer plantaciones semilleras para el establecimiento de bosques vigorosos, sanos y bien conformados y poner a disposición semillas de origen conocido para sitios similares y satisfacer ciertas exigencias de calidad.

## Literatura citada

- ALBA-LANDA, J.; MENDIZÁBAL-HERNÁNDEZ, L. DEL C.; CRUZ-JIMÉNEZ, H.; MÁRQUEZ-RAMÍREZ, J.; RAMÍREZ-GARCÍA, E.O. 2018. Prueba de progenie de *Cedrela odorata* L. de segunda generación de selección en Emiliano Zapata, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana* 20 (1): 31-34.
- ALVA-RODRÍGUEZ, S.; LÓPEZ-UPTON, J.; VARGAS-HERNÁNDEZ, J. y RUIZ-POSADAS, L. 2019. Biomasa y crecimiento de *Pinus cembroides* Zucc. y *Pinus orizabensis* D. K. Bailey & Hawksworth en respuesta al déficit hídrico. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 26(1): 71-83.

- BAIEY, D. y HAWKSWORTH, F. 1992. Change in status of *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* (Pinaceae) from central Mexico. *Novon* 2(4): 306–307.
- BULFEL, N.; FAUSTINO, L.; PINAZO, M.; GRACIANO, C. y FERNÁNDEZ, M.E. 2016. Bases fisiológicas del crecimiento diferencial en la fase inicial del desarrollo de dos progenies de *Pinus taeda* bajo condiciones de campo. Misiones Argentina. Bosque. 37(2): 273-284.
- CARRILLO, J. 2009. Estructura y regeneración de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey en Santa María las Cuevas, Tlaxcala. Tesis de maestría. 77p. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México.
- FARJON, A. y STYLES, B.T. 1997. *Pinus* (Pinaceae). Flora Neotropica Monograph 75. New York, NY: The New York Botanical Garden.
- FUENTES-AMARO, S.L.; LEGARIA-SOLANO, J.P. y RAMÍREZ-HERRERA, C. 2019. Estructura genética de poblaciones de *Pinus cembroides* de la región central de México. *Revista fitotecnia mexicana* 42(1): 57-65.
- GERNANDT, D. y PEREZ-DE LA ROSA, J. 2014. Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85(1): 126-133.
- GORDO, F. 2004. Selección de grandes productores de fruto de *Pinus pinea* L. en La Meseta Norte (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.
- GUTIÉRREZ, V.B.N.; GÓMEZ, C.M.; GUTIÉRREZ, V.M.H. y MALLÉN, R.C. 2013. Variación fenotípica de poblaciones naturales de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. en Chiapas. *Revista mexicana de ciencias forestales* 4(19): 46-61.
- HERNÁNDEZ, M.; ISLAS, G.J. y GUERRA, C.V. 2011. Márgenes de comercialización del piñón (*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*) en Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2(2): 265-279.
- HUARACA-MEJÍA, M.R. 2020. Caracterización de la calidad de plantones de dos procedencias de *Pinus tecunumanii* en fase de vivero-Oxapampa Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 70 p.
- LOEWE, M.V.; BALZARINI, M.; DELARD, R.C.; ÁLVAREZ, C.A. y NAVARRO-CERRILLO, R.M. 2016. Growth and cone production of Stone pine (*Pinus pinea* L.) European provenances in central Chile. En: Loewe, M. V. Characterization of variability, growth and production of Stone pine (*Pinus pinea* L.) in Chile according to climate and some silvicultural practices (Pp. 187-203). Universidad de Córdoba, UCOPress: Chile.
- MARQUES, A.C. 2019. Propuesta para establecimiento de un huerto semillero de *Pinus cembroides* Zucc. en El ejido Guadalupe, Municipio Guerrero, Chihuahua Tesis de Pregrado. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- MARTÍNEZ-MANERO, G. 2013. Diferenciación ecotípica entre rodales selectos de pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en la cuenca del Duero: ensayo de rodales selectos de la región de procedencia “Meseta Norte” Tesis de Maestría. Universidad de Valladolid. Palencia, España.
- MENDIZÁBAL- HERNÁNDEZ, L. DEL C.; ALBA-LANDA, J.; RAMÍREZ-GARCÍA, E.O.; CRUZ-JIMÉNEZ, H. y MÁRQUEZ-RAMÍREZ, J. 2016. Establecimiento y evaluación temprana de una

- prueba de procedencias/progenie de *Pinus greggii* engelm., en El Progreso, Perote, Veracruz, México. Foresta Veracruzana, 18(1):45-54
- MICHEL, M. y GIL, L. 1998. La selección de las poblaciones de mejora. En: Pardos (Ed.). Mejora genética de especies arbóreas forestales. 102-11 p. FUCOVASA. Madrid, España.
- MUÑOZ, F.H.J.; CORIA, A.V.M.; GARCÍA, S.J.J.; VELAZCO, B.E. y MARTINEZ, M.G. 2012. Evaluación de una plantación de *Pinus Greggii* Engelm. con dos espaciamientos. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. México. 3(11):57-70.
- PAVEK, D.S. 1994. *Pinus cembroides*. En: Fire Effects Information System. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). Disponible en: <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/pincem/all.html> [Consultado el 16 de abril, 2022].
- PERRY, J. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press. Estados Unidos. 231 p
- RAMÍREZ-GARCÍA, E.O.; CARMONA-VILLANUEVA, A.M.A.; MENDIZÁBAL-HERNÁNDEZ, L.DEL C.; ALBA-LANDA, J. y MÁRQUEZ-RAMÍREZ, J. 2018. Respuesta de *Pinus greggii* Engelm., a cinco años de su establecimiento en Villa Aldama, Veracruz, México. Foresta veracruzana. 20(1): 35-40.
- RODRÍGUEZ-LAGUNA, R.; MEZA-RANGEL, J.; VARGAS-HERNANDEZ, J. y JIMÉNEZ-PÉREZ, J. 2009. Variación en la cobertura de suelo en un ensayo de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en el cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León. Madera y bosques. 15(1): 47-59.
- RODRÍGUEZ-LAGUNA, R.; VALENCIA-MANZO, S.; MEZA-RANGEL, J.; CAPÓ-ARTEAGA, M.Á. y REYNOSO-PÉREZ, A. 2008. Crecimiento y características de la copa de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en Galeana, Nuevo León. Revista Fitotecnia Mexicana 31(1): 19-26.
- STAT SOFT, INC. 2015. Statistica 2010: User guides. (2325 Eat 13th Street, Tulsa Ok. 74104) USA.
- SÁENZ, R.C. y PLANCARTE, B.A. 1991. Metodología para el establecimiento y evaluación de ensayos de progenies en especies forestales. Serie de apoyo académico No. 46. División de Ciencias Forestales. Chapingo. México. 47 p.
- SOTOLONGO, R.; GEADA, G. y COBAS-LÓPEZ, M. 2011. Fomento Forestal. Plaza de la Revolución, Cuba: Empresa Editorial Poligráfica Félix Varela. 216 p.
- STERCK, F.J. and BONGERS, F. 2001. Crown development in tropical rain forest trees: patterns with tree height and light availability. *Journal of Ecology*. 89(1): 1-13.
- VALLEJO, G. 1997. Asociación de variables dasonómicas a diferentes niveles de producción de conos en pino piñonero *Pinus Cembroides* Zucc. en el sur de Nuevo León, México. Tesis de Maestría. 150 p. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México.
- VIVEROS-VIVEROS, H., SÁENZ-ROMERO, C.; LÓPEZ-UPTON, J. y VARGAS-HERNANDEZ, J.J. 2005. Variación genética altitudinal

en el crecimiento de plantas de *Pinuspseudostrobus* Lindl. en campo. *Agrociencia*. 39(5): 575-587.

ZAVARIN, E. 1987. Taxonomy of pinyon pines. In: II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros, Passini M.-F. et al. (Comps.). Centre d'Etudes Mexicaines et Centramericaines, Universidad Autonoma de Chapingo-Centro de Genética Forestal, A. C. México, D.F. 29-40 p.

ZAVARIN, E. y SNAJBERK, K. 1985. Monoterpenoid and morphological differentiation within *Pinus cembroides*. *Biochemical Systematics and Ecology* 13(2): 89-104.

ZOBEL, B. y TALBERT, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. México: LIMUSA. 548p.