






Selección de árboles superiores de *Pinus pseudostrobus*, altamente productores de resina en Michoacán

Selection of superior trees of *Pinus pseudostrobus*, highly resin producing in Michoacan

Hipólito Jesús Muñoz-Flores¹ ,
J. Trinidad Sáenz-Reyes¹ ,
Rubén Barrera-Ramírez^{1*} ,
Martín Gómez-Cárdenas¹ ,
Jonathan Hernández-Ramos² 

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Uruapan. Av. Latinoamericana No.1110. Col. Revolución, CP. 60150. Uruapan, Michoacán, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Chetumal, Carretera Chetumal-Bacalar Km 25, Othón, CP. 77964, P. Blanco, Quintana Roo, México.

*Autor de correspondencia:
ruben.barrera.ram@gmail.com

Nota científica

Recibida: 06 de abril 2022

Aceptada: 09 de agosto 2022

Como citar: Muñoz-Flores HJ, Sáenz-Reyes JT, Barrera-Ramírez R, Gómez-Cárdenas M, Hernández-Ramos J (2022) Selección de árboles superiores de *Pinus pseudostrobus*, altamente productores de resina en Michoacán. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 9(3): e3334. DOI: 10.19136/era.a9n3.3334

RESUMEN. Michoacán es el principal productor de resina de pino, con poco más de 90% de la producción nacional, pero en la actualidad los bosques no han recibido tratamientos, que garanticen un aprovechamiento sustentable, mayor productividad y calidad de la resina, mediante el mejoramiento genético. El objetivo fue realizar la selección de árboles altamente productores de resina de *Pinus pseudostrobus*, con el método de selección de regresión lineal en tres gradientes altitudinales en rodales naturales de la Comunidad Indígena Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. El análisis estadístico no mostró diferencias de la producción de resina entre gradientes y que la producción de resina tiene alta correlación con la edad y el diámetro normal. De los árboles preseleccionados, 9 árboles quedaron como superiores, con producción de resina de 6.1 a 7.3 kg árbol⁻¹ 9 meses⁻¹. Estos árboles pueden incluirse en plantaciones forestales comerciales o huertos semilleros para producción de resina.

Palabras clave: Mejoramiento genético, regresión lineal, resinación, gradientes altitudinales, San Juan Nuevo.

ABSTRACT. Michoacán is the main producer of pine resin, with little more than 90% of the national production, but at present, the forests have not received treatments that guarantee sustainable use, greater productivity, and quality of the resin, through genetic improvement. The objective was to select highly resin-producing trees of *Pinus pseudostrobus*, with the linear regression selection method in three altitudinal gradients in natural stands of the Nuevo San Juan Parangaricutiro Indigenous Community, Michoacán. Statistical analysis showed no differences in resin production between gradients and that resin production is highly correlated with age and normal diameter. Of the preselected trees, 9 trees were superior, with resin production of 6.1 to 7.3 kg tree⁻¹ 9 months⁻¹. These trees can be included in commercial forest plantations or seed orchards for resin production.

Key words: Genetic improvement, linear regression, resination, altitudinal gradients, San Juan Nuevo.

INTRODUCCIÓN

El 80% de la producción de resina a nivel mundial se concentra en tres especies: *P. massoniana* Lamb., *P. elliotii* Engelm. y *P. merkusii* Junghuhn & de Vriese (Cunningham 2009) y México ocupa el quinto lugar a nivel mundial en la producción y el estado de Michoacán es el principal productor con poco más de 90% de la producción nacional. Recientemente se ha propuesto incrementar su producción a través de la reincorporación de áreas, con reforestaciones y plantaciones forestales comerciales (PFC) (SEMARNAT-CONAFOR 2013).

La resina es un producto forestal no maderable que se obtiene de la exudación de especies de pino, de la cual se obtiene trementina, aguarrás y breá o colofonia, que son utilizados en la industria de pinturas y perfumería, principalmente (SEMARNAT-CONAFOR 2013, Gallo y Sarria 2014). Además, se ha probado su uso en briquetas como biocombustible, utilizando como aglutinante un residuo de la destilación de la resina (Díaz *et al.* 2020) y en la elaboración de adobes (García *et al.* 2021).

Los trabajos realizados en la selección de árboles superiores en México, son generalmente enfocados a la producción maderable como el realizado por Muñoz *et al.* (2012) en el estado de Michoacán, donde comparó el método de selección de árboles testigos o de comparación contra el de regresión lineal, en *Abies religiosa*. En la actualidad no existen trabajos relacionados a la selección de árboles superiores para productos forestales no maderables, como la resina, además, los bosques no han recibido ningún tipo de tratamiento que garantice una mayor producción y mejor calidad de la misma, mediante un programa de mejoramiento genético (Ordoñez 1999).

Los mejores árboles en producción de resina podrán reproducirse para su empleo en reforestaciones o PFC, con la finalidad de incrementar tanto la productividad, rendimiento y la producción de resina; por ello, la selección de árboles superiores para la obtención de semilla de alta calidad es un aspecto básico de los programas de mejoramiento genético, cuya finalidad es obtener un suministro seguro de plantas adaptadas y genéticamente deseables (Zobel

y Talbert 1992).

La resina de *Pinus pseudostrobus* en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP) se utiliza en la fabricación de ceras, pinturas, jabones, adhesivos y productos farmacéuticos, entre otros derivados de sus productos primarios, colofonia y trementina (SEMARNAT-CONAFOR 2013). Debido a lo anterior, se planteó como objetivo, realizar la selección de árboles altamente productores de resina de *P. pseudostrobus* Lindl., con el método de selección por regresión lineal en tres gradientes altitudinales contrastantes, en rodales naturales de la CINSJP.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

En enero 2018 se seleccionaron árboles de *P. pseudostrobus* en rodales naturales que estaban bajo aprovechamiento de resina en terrenos de la Comunidad Indígena Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP), que se localiza a 15 km al occidente de la ciudad de Uruapan en el estado de Michoacán. Entre las coordenadas 19° 29' 15.6" de latitud norte y 102° 11' 25.8" de longitud oeste. El clima es templado húmedo con lluvias en verano C (m) (w) big según la clasificación de Köppen modificada por García (2004). El suelo dominante es Andosol húmico (78.31%), Luvisol (12.79%) y Regozol (8.9%) y la vegetación está conformada por bosques mixtos de pino-encino (Bello *et al.* 2015).

Selección de rodales

Se eligieron los mejores rodales naturales bajo aprovechamiento de resina, considerando que el rango altitudinal óptimo para esta especie es 2 500 m con excepciones de 1 500 y 3 300 m (Barrera *et al.*, 2020) la selección del arbolado se realizó a lo largo de tres gradientes altitudinales contrastantes (2200-2400, 2401-2600 y 2601-2800 m). En cada uno de los gradientes se seleccionó un rodal que incluía los mejores cuarteles (parcelas) manejados para el aprovechamiento de resina, a través de recorridos de campo y visitas *in-situ*.

Selección de árboles candidato a superior

De febrero a septiembre de 2018 se seleccionaron árboles que presentaron mayor productividad que el rendimiento local de 0.5 a 2.5 kg mes⁻¹ (SEMARNAT-CONAFOR 2013) por pica y raspa (cada mes). En la primera fase se preseleccionaron 48 árboles, sin embargo, debido a que la pica y raspa del arbolado no fue constante, se descartaron algunos y solamente 18 árboles se consideraron como candidatos a superiores en producción de resina, en los tres gradientes altitudinales; estos árboles se encontraron libres de plagas, enfermedades, en resinación periódica y de los estratos dominantes y codominantes, de copa regular y producción abundante de conos. Durante la selección de los árboles candidatos, se aseguró que al menos existiera una distancia mínima de 100 m entre los árboles pre-seleccionados, con la finalidad de evitar endogamia (Zobel y Talbert 1992) y con base en la NMX-E-123-CNCP-2016.

Variables evaluadas

Las variables dasométricas registradas fueron: Diámetro normal (DN, cm) a 1.30 m del suelo con cinta diamétrica, Altura total (AT, m), Altura de fuste limpio (AFL, m), medidas con pistola Haga y Diámetro promedio de copa (DC, m) en dos proyecciones N-S y E-O, medidas con cinta métrica. Las variables productivas registradas fueron: Edad (E, años), mediante la extracción de virutas para el conteo de los anillos de crecimiento con taladro de Pressler, número de caras (NC) y producción de resina (PRES, kg).

Cada árbol candidato a superior se identificó, además, se eligieron aquellos que tenían solo dos caras de resinación, ya que existen árboles con una y hasta 3 caras de resinación, además que fueran del segundo golpe (cara de resinación a 45 cm del tocón y con longitud de 30 cm) que es considerado como el de mayor producción de resina (Sánchez et al. 2014). También se registraron sus coordenadas geográficas con GPS para ubicarlos cuando se realice la recolección de conos y yemas e incluirlos posteriormente en un huerto semillero.

Evaluación de la producción de resina

El método de resinación empleado en la localidad es el francés o Hughes y para la recolección de la resina se instalaron envases de plástico con capacidad de un litro; la colecta y pesaje se realizó durante nueve meses con una periodicidad de cada cinco semanas, excepto en la época de frío donde la evaluación se realizó a las 12 semanas (diciembre a febrero), debido al cese de la producción de resina como consecuencia de bajas temperaturas (SEMARNAT-CONAFOR 2013). El peso de la resina de dos caras de cada uno de los árboles candidatos a superiores, se determinó con el empleo de una báscula digital portátil con precisión de ± 1 g.

Análisis estadístico

Previo al análisis estadístico, se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Sánchez et al. 2014) donde todas las variables presentaron normalidad, ya que de acuerdo con los resultados se rechazó H1 debido a que el valor obtenido de $p \geq 0.75$ fue superior al valor establecido de $p \leq 0.05$, por lo tanto, todas las variables presentaron normalidad; con la finalidad de evitar la multicolinealidad se realizó una correlación de Pearson (Steel y Torrie 1980) mediante el procedimiento CORR, entre cada una de las variables evaluadas con respecto a la producción de resina (kg árbol⁻¹ 9 meses⁻¹) y se eliminaron aquellas que mostraron alta multicolinealidad y se conservaron solo aquellas variables que maximizaron la contribución al modelo.

Posteriormente, la base de datos se organizó de mayor a menor producción, con la finalidad de ajustar la misma, a través del procedimiento de media ponderada, donde se considera la desviación estándar o el error y se eliminan aquellos datos que presentaron una desviación estándar alta de acuerdo a la media (valores atípicos >10 kg resina por árbol y SD = ± 5.5 kg), dejando solo los datos que mejor se ajustaron al modelo de regresión; las variables que se utilizaron de acuerdo con el método de regresión (PRES = ax+b) o línea base fueron las propuestas por Zobel y Talbert (1992), que incluye a la producción de resina evaluada durante nueve meses como variable de respuesta y como variable fija o predictora la

Edad (r^2 ajustado = 0.50), la regresión se realizó con el procedimiento REG. El análisis de varianza se realizó (ANOVA) para los gradientes altitudinales (tres repeticiones) y los 18 árboles (seis unidades experimentales por gradiente) y cuando se presentaron diferencias significativas se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey ($p = 0.05$) y una regresión lineal múltiple para determinar la correlación existente entre las variables dasométricas y la producción de resina. Todos los análisis estadísticos y el cálculo de los estimadores a y b se realizó con el software SAS versión 9.4 (SAS 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de resina

Los datos del inventario de los 18 árboles candidatos a superiores mostraron que la edad promedio fue 65 años en un rango de 48 a 85 años, DN de 59.5 cm (48.0-87.0 cm), AT de 31.5 m (24.0-38.0 m), AFL de 12.4 m (6.0 -18.0 m) y DC de 10.6 m (6.8-14.4 m) (Tabla 1). El ANOVA indicó que no existen diferencias estadísticas ($p < 0.05$) de la producción de resina entre gradientes, con un promedio de 6.0 y en un rango de 5.5 a 6.5 kg árbol⁻¹ 9 meses⁻¹ (Tabla 1). Ya que *P. pseudostrobus* no es una especie resinera los resultados de productividad fueron menores a los reportados para otras especies de pino, como en *P. oocarpa* que fue de 10.6 kg árbol⁻¹ 5 meses⁻¹ (Reyes et al. 2019), que es una de las especies de mayor importancia ecológica y económica por la alta producción y calidad de resina, y su óptimo desarrollo comprende altitudes de 1200 a 1800 m (Reyes et al. 2019, Dvorak et al. 2000, Fabián et al. 2020).

La producción de resina se comportó de manera similar a lo reportado por Tadese et al. (2001) en *P. pinaster*, con valores estimados de 3.5 a 3.8 kg árbol⁻¹ año⁻¹ y con Bárcenas (1991) quien señala que en la época seca obtuvo una producción promedio de 0.5 kg árbol⁻¹ mes⁻¹ (6.0 kg árbol⁻¹ año⁻¹) en las especies *P. caribaea* var. *hondurensis* y *P. oocarpa*; pero fue inferior a lo reportado por Dvorak et al. (2002) en *P. tecunumanii*, con una producción promedio de 0.6 kg árbol⁻¹ mes⁻¹ (7.18 kg árbol⁻¹ año⁻¹).

Los resultados de la regresión lineal múltiple indicaron que la producción de resina presentó correlación moderada positiva con el DN ($r = 0.47$; $p \leq 0.002$) y alta positiva con la Edad ($r = 0.70$; $p \leq 0.0012$) y moderada negativa con AFL ($r = -0.50$; $p \leq 0.02$), que contrastan con Reyes et al. (2019) quienes determinaron que la correlación fue baja entre la producción de resina y la unidad climática ($r = 0.39$) y moderada positiva para el número de caras vivas ($r = 0.56$) cuando se preseleccionaron árboles superiores de *P. oocarpa*.

Selección de árboles superiores por regresión múltiple

Los resultados de la regresión lineal indicaron que solo nueve árboles se consideraron como superiores en producción de resina (Figura 1). Tal y como lo señala Zobel y Talbert (1992) estos árboles se ubicaron por arriba de la línea de regresión (mayor producción de resina), mientras que los que quedaron por debajo de esta línea, se eliminaron por ser de menor producción; a pesar de que los 18 árboles fueron candidatos a superior, la producción promedio de resina fue estadísticamente similar (Tabla 2). De los árboles seleccionados como superiores en el gradiente altitudinal uno (Pascuala 2 200-2 400 m) se encontraron dos que en promedio producen de 6.5 kg⁻¹ árbol⁻¹ de resina, en un rango de 6.4 a 6.5 kg⁻¹ árbol⁻¹; en el gradiente dos fueron seis árboles (Gómez 2 401-2 600 m) con 6.9 kg⁻¹ árbol⁻¹ en un rango de 6.2 a 7.3 kg⁻¹ árbol⁻¹ y en el gradiente tres fue solo un árbol (Pario 2 601-2 800 m) con 6.1 kg⁻¹ árbol⁻¹. Los árboles seleccionados presentaron edad de 48 a 85 años, DN de 51 a 87 cm, AT de 23 a 38, AFL de 6 a 12 m, DC de 7 a 13 m y PRES de 6.1 a 7.3 kg⁻¹ árbol⁻¹ (Tabla 3).

A nivel nacional la producción media anual de resina es de 2.0 kg árbol⁻¹ y para especies altamente resineras como *P. oocarpa* es de 3.5 kg árbol⁻¹ (Reyes et al. 2019), y se considera que los árboles de *P. pseudostrobus* seleccionados como superiores en este trabajo, pueden incluirse en la etapa inicial de un programa orientado al mejoramiento genético para la producción de resina, sin embargo, es importante aumentar el número de individuos como lo señalan

Tabla 1. Datos dasométricos y producción de resina promedio de los árboles candidatos a superiores de *Pinus pseudostrabus*, por gradiente altitudinal.

Gradiente altitudinal	Rango altitudinal (m)	Edad (años)	DN (cm)	AT (m)	AFL (m)	DC (m)	PRES (kg árbol ⁻¹ 9 meses ⁻¹)
1	2 200-2 400	60	58.3	34.7	13.0	9.8	5.5
2	2 401-2 600	69	59.9	29.0	12.0	10.7	6.5
3	2 601-2 800	64	56.0	34.5	13.0	12.6	5.9

Dónde: DN = Diámetro normal, AT = Altura total, AFL = Altura de fuste limpio, DC = Diámetro de copa, PRES = Producción de resina.

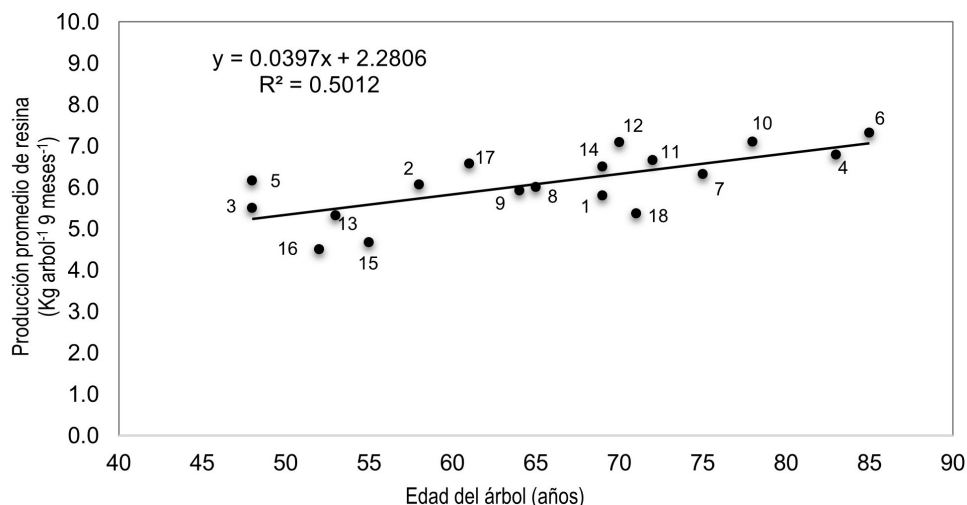


Figura 1. Regresión lineal para la selección de árboles de *Pinus pseudostrabus*, superiores en producción de resina.

Tabla 2. Árboles de *Pinus pseudostrabus* seleccionados como candidatos a superiores en producción de resina, por gradiente altitudinal.

Gradiente altitudinal	Rango altitudinal (msnm)	Rodal	Número de árboles candidatos a superior	Árboles superiores seleccionados
1	2 200-2 400	Pascuala	6	2 (14 y 17)
2	2 401-2 600	Gómez	10	6 (3, 5, 6, 10, 11 y 12)
3	2 601-2 800	Parío	2	1 (2)

Tabla 3. Datos dasométricos y producción de resina de los árboles superiores en producción de resina, por gradiente altitudinal.

Gradiente altitudinal	Rango altitudinal (m)	Edad (años)	DN (cm)	AT (m)	AFL (m)	DC (m)	PRES (kg árbol ⁻¹ 9 meses ⁻¹)
1	2 200-2 400	65	60.0	34.5	8.0	9.0	6.5
2	2 401-2 600	67	62.3	28.3	9.7	10.5	6.9
3	2 601-2 800	58	55.0	33.0	9.0	14.4	6.1

Dónde: DN = Diámetro normal, AT = Altura total, AFL = Altura de fuste limpio, DC = Diámetro de copa, PRES = Producción de resina.

Zobel y Talbert (1992).

En estudios relacionados con la selección de árboles superiores para productos forestales no maderables, se tiene la elección de rodales semilleros de especies prioritarias y amenazadas en el estado de Chiapas, que tomó en cuenta la conformación del

arbolado, su vigor y producción de semilla (Gutiérrez y Flores 2017), en la determinación de zonas geográficas potenciales productoras de semilla y de conservación para *P. montezumae* y *P. pseudostrabus*, se consideró los individuos con máximos valores de diámetro y altura (Manzanilla et al. 2018) y para el

establecimiento de un banco clonal de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze, la selección de árboles plus fue en base a la AT, altura al inicio de la copa, altura, superficie y simetría de copa, floración, producción de frutos y contenido de taninos en la vaina (Nuñez et al. 2017). Se ha comprobado que la selección en campo y su posterior evaluación en ensayo de progenies, procedencias o en conjunto, ha sido efectiva para disponer de árboles genéticamente superiores, que son la base de los programas de mejoramiento genético (Tadesse et al. 1999, 2001).

En la producción de resina entre gradientes no hay diferencia estadística y existe una alta correlación con la edad por lo que se puede utilizar en la selección de árboles superiores de *P. pseudostrobus* en producción de resina. Los árboles seleccionados como superiores en producción de resina podrán ser propagados para realizar un ensayo de progenie y dar inicio a un programa de mejoramiento genético con el establecimiento de plantaciones forestales comerciales o huertos semilleros en la región de la Sierra Purépecha en Michoacán.

LITERATURA CITADA

- Barrera RR, González CR, Treviño GEJ, González LB, López AR (2020) Áreas potenciales para establecer Unidades Productoras de Germoplasma Forestal con dos variedades de *Pinus pseudostrobus* en México. *Bosque (Valdivia)* 41: 277-287.
- Bárceñas A (1991) Técnica de resinación: Sistema Americano de copa y canal (Cup and gutter). Siguatpeque, HN, Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatpeque, Honduras. 45p.
- Bello GMA, Hernández MS, Lara CHMBN, Salgado GR (2015) Plantas útiles de la Comunidad Indígena Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. *Polibotánica* 39: 175-215.
- Cunningham A (2009) Estudio de mercado de los productos resinosos: Colofonia y aguarrás; y el potencial de la miera Ibérica de la Comarca del Izana para diferentes usos industriales. Mancomunidad de Bienes y Servicios del Río Izana. España. 66p.
- Díaz AIJ, Díaz CA, Rodríguez PAJ, Alfonso AA, Tamayo ME (2020) Briquetas energéticas con aserrín y corteza de pino. *Ingeniería Energética* 41: e2211.
- Dvorak WS, Gutiérrez EA, Osorio LF, Hodge HR, Brawner JT (2000) *Pinus oocarpa*. In: CAMCORE Cooperative. Conservation and testing of tropical and subtropical forest tree species. College of Natural Resources, North California State University. Raleigh, NC, USA. pp: 129-147.
- Dvorak WS, Hodge GR, Romero JL (2002) Resultados de veinte años de investigación sobre el *Pinus tecunumanii* por CAMCORE. Recursos Genéticos Forestales N° 29. FAO. Roma, Italia. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/004/Y2316S/y2316s02.htm. Fecha de consulta: 11 de febrero de 2021.
- Fabián PI, Sáenz RC, Cruz de León J, Martínez TM, Sánchez VNM (2020) Parámetros genéticos de caracteres de crecimiento en un ensayo de progenies de *Pinus oocarpa*. *Madera y Bosques* 26(3): e2632014. DOI: 10.21829/myb.2020.2632014.
- Gallo CJA, Sarria VRA (2014) Determinación de ácido abiético en colofonia extraída de la resina de *Pinus patula* presente en los bosques forestales caucanos empleando cromatografía líquida de alta resolución. *Journal de Ciencia e Ingeniería* 6: 61-64.
- García E (2004) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 90p.
- García GI, Alavéz RR, Morales DVJ (2021) Resina de pino como aglutinante sostenible para el refuerzo del adobe. *Universidad y Ciencia* 10: 179-190.

- Gutiérrez VBN, Flores MA (2017) Rodales semilleros: Opción para la conservación in situ de recursos genéticos forestales en Chiapas, México. *Foresta Veracruzana* 19: 41-48.
- Manzanilla QU, Delgado VP, Hernández RJ, Molina SA, García MJJ, Rocha GMC (2018) Similitud del nicho ecológico de *Pinus montezumae* y *P. pseudostrobus* (Pinaceae) en México: Implicaciones para la selección de áreas productoras de semillas y de conservación. *Acta Botánica Mexicana* 126: e1398. DOI: 10.21829/abm126.2019.1398
- Muñoz FHJ, Gutiérrez GO, Avalos VMC, Vega YYM, Magaña JG (2012) Comparación de dos métodos de selección de árboles superiores en un área semillera de *Abies religiosa* (HBK) Schltdl. et Cham. en Michoacán, México. *Foresta Veracruzana* 14: 1-8.
- Núñez JE, Quiala E, De Feria M, Mestanza S, Gómez KR, Cuadrado FR, Leiva MM (2017) Establecimiento de un banco clonal de *Caesalpinia spinosa* (Mol.) O. Kuntz mediante selección de árboles plus e injerto. *Biotecnología Vegetal* 17: 41-49.
- Ordoñez DJAB (1999) Captura de carbono en un bosque templado: El caso de San Juan Nuevo, Michoacán. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAP. México. 73p.
- Reyes RA, Cruz de LJ, Martínez PA, Lobit PCM, Ambriz PJE, Sánchez VNM (2019) Caracteres ecológicos y dendrométricos que influyen en la producción de resina en *Pinus oocarpa* de Michoacán, México. *Madera y Bosques* 25(1): e2511414. DOI: 10.21829/myb.2019.2511414.
- Sánchez VA, Martín CN, Lvlartínez GMA (2014) Correlación y regresión lineal simple: Comprobar la normalidad de los residuales del modelo. En: Martínez MA, Sánchez TEA, Faulin J (eds) *Bioestadística amigable*. Barcelona, España. pp: 309-311.
- SAS (2013) Base SAS[®] 9.4 Procedures Guide: Statistical Procedures. Second edition. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 550p.
- SEMARNAT-CONAFOR (2013) La producción de resina de pino en México. Primera edición. Biblioteca Virtual. México. 98p.
- Steel RGD, Torrie JH (1980) Principles and procedures of statistics, a biometrical approach. 2th edition. McGraw-Hill series in Probability and Statistics. U.S.A. WCB/McGraw-Hill. USA. 633p.
- Tadesse W, Auñón F, Prada A, Nanos N, Allué M, Pardos JA, Gil L, Alía R (1999) Mejora genética de *Pinus pinaster* Ait. Grandes Productores de Miera en la Meseta Castellana. *Montes* 58: 67-73.
- Tadesse W, Nanos N, Auñón FJ, Alía R, Gil L (2001) Evaluation of high resin yielders of *Pinus pinaster* Ait. *Forest Genetics* 8: 271-277.
- Zobel B, Talbert J (1992) Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Limusa. México. 545p.