

Miniresinación Temprana de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. en vivero

Reyes-Ramos Alejandro¹, Sánchez-Vargas Nahum M^{1✉}, Cruz de León José², Fabián-Plesníková Irenka¹

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (IIAF-UMSNH), Km 9.5 carr. Morelia-Zinapécuaro, C.P. 58880, Tarímbaro, Michoacán, México.

² Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera (FITECMA-UMSNH), Edificio D, Planta Alta, Ciudad Universitaria, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Francisco J. Múgica S/N, Col. Felicitas del Río, C.P. 58030, Morelia, Michoacán.

Resumen

La producción de oleoresina de *Pinus oocarpa*, es parte de su sistema de defensa contra enemigos naturales y es posible inducirla de forma artificial mediante diversos estimulantes químicos. El presente trabajo exploró la eficacia de la técnica de miniresinación en cuatro especies de pino en etapa de vivero para evaluar su factibilidad a muy temprana edad. El estudio se dividió en dos etapas, en una primera fase el objetivo fue calibrar la técnica de miniresinación para evaluar la producción de resina en *Pinus caribaea*, *P. elliottii* var *elliottii* y *P. leiophylla* a los 16 meses de edad. Los seis tratamientos utilizados fueron los siguientes: I. Corte del tallo sin estimulante (testigo), II. Corte del tallo con estimulante líquido, III. Corte del tallo con estimulante en pasta, IV. Perforación del tallo sin estimulante, V. Perforación del tallo con estimulante líquido, VI. Perforación del tallo con estimulante en pasta. En esta fase se encontraron diferencias significativas entre especies en el crecimiento y la producción de resina, siendo el mejor tratamiento el de Perforación del tallo con estimulante líquido. En una segunda etapa, se realizó la miniresinación a los 18 meses de edad, en 320 plantas de *P. oocarpa*, provenientes de 20 árboles seleccionados en el Ejido San José de Cañas, como fenotípicamente superiores en producción de resina. Se realizó una pequeña incisión (pica) en forma perpendicular al tallo de los árboles para aplicar dos tratamientos, uno para estimular la producción de resina (ácido sulfúrico líquido al 50% (T₁), y otro sin aplicación de estimulante (T₂). Con el peso de la resina recolectada se realizó un análisis de varianza con el procedimiento GLM de SAS. Se encontraron diferencias en producción de resina entre tratamientos siendo el ácido sulfúrico líquido al 50%.

Palabras clave: *Pinus oocarpa*, estimulante, producción de resina, mini resinación.

Early miniature chipping of *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. at nursery stage

Abstrac

The production of oleoresin of *Pinus oocarpa*, is part of its defense system against natural enemies and is induced artificially by various chemical stimulants. The present work explores the effectiveness of the technique of miniature chipping in four species of pine at nursery stage for to evaluate its factibility in early age. The study consisted of two stages, a first phase to adjust the microchipping technique to evaluate the production of resin in *Pinus caribaea*, *P. elliottii* var *elliottii* and *P. leiophylla* at 16 months of age. The six treatments used were (I-Cut the stem without stimulation (control), II.Cut the stem with stimulating liquid, III.Cut the stem with stimulating paste, IV.-drilling of the stem without stimulating, V.-drilling of the stem with stimulating liquid, VI. Cut the stem with stimulating paste. There were significant differences among species in growth and resin yield and the best was the drilling of the stem with stimulating liquid treatment. In a second stage, the microchipping was performed in 320 seedlings of *P. oocarpa* at 18 months old, which were selected from 20 high resin yielding trees, in the Ejido San José de Cañas, as phenotypically superior. The experiment consisted in to make a small incision (tapping) perpendicularly to the stem and to apply two different treatments. In the first one, it was use liquid sulfuric acid at 50% (T₁) to stimulate the oleoresin yield and in the second one it was not used any stimulant (T₂). With the weight of collected oleoresin, variance analysis was performed using the GLM procedure of SAS. Statically significant differences were found in the oleoresin yield beetwin treatments, being the liquid sulfuric acid at 50% the better.

Key words: *Pinus oocarpa*, stimulant, oleresin yield, microchipping.

Introducción

Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl es una especie de interés económico en el Estado de Michoacán, México, debido a su alta producción y calidad de resina. (Zamora y Velasco, 1978; COFOM, 2001). La tasa de ganancia genética en la mayoría de los programas de mejoramiento de árboles depende en gran medida de qué tan tempranamente se pueden evaluar las familias de forma confiable mediante ensayos de progenie (Lambeth, 1983; Burdon, 1989). En evaluaciones tempranas en producción de resina en *Pinus elliottii* se estimaron coeficientes de heredabilidad por el orden de 0.38 a 0.52 (Garrido *et al.*, 1988). Las correlaciones genéticas entre las edades de 4 y 12 años en progenies de polinización abierta de 90 árboles fenotípicamente superiores de *P. elliottii* var. *elliottii*, seleccionadas para la producción de resina, fueron altas ($r \geq 0.55$) lo que muestra la posibilidad de realizar selecciones en edades tempranas (Romanelli, 2004). Las edades más tempranas a la que se han realizado análisis

de producción de resina varían entre los 4 y los 11 años de edad, cuando los individuos han sido establecidos en campo (Squillace y Bengtson, 1961; Romanelli, 2004), pero no se han encontrado en la literatura reportes de pruebas de resinación en condiciones de vivero, que permitan hacer una preselección de individuos potencialmente superiores en producción de resina a edades muy tempranas.

Tadesse *et al.*, (2001) evaluaron la eficacia de la miniresinación en árboles injertados de *P. pinaster* para estimar la heredabilidad en sentido amplio de la producción de resina en el banco clonal de Carbonero en Segovia, España, estimando un valor de 0.50 para la producción de resina.

Las defensas de usos múltiples de las coníferas han resultado ser muy eficaces contra una amplia gama de posibles enemigos naturales a través de 200 millones de años de exposición a éstos (Franceschi *et al.*, 2005). Especies de coníferas y escarabajos de la corteza, han coexistido probablemente durante al menos tres millones de años de interacción y coevolución (Seybold *et al.*, 2000). En los pinos, la resina es una defensa primaria contra insectos descortezadores, se produce y se almacena en un sistema de conductos verticales y horizontales en el floema y xilema

✉ Nahum M. Sanchez Vargas, nsanchezv@yahoo.com

Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (IIAF-UMSNH), Km 9.5 carr. Morelia-Zinapécuaro, C.P. 58880, Tarímbaro, Michoacán, México

de un árbol (Franceschi *et al.*, 2005). Los conductos de resina funcionan como una defensa constitutiva física, de tal forma que existen en el árbol antes del ataque de insectos, y como una defensa inducible que produce resina en respuesta a heridas, ataques de insectos o infecciones por patógenos (Franceschi *et al.* 2005; Kolosova y Bohlmann, 2012; Seybold *et al.*, 2006).

El tiempo de respuesta de las defensas inducibles desde el momento del ataque a la inducción completa, puede variar de minutos a semanas, dependiendo del tipo de defensa que se active. Procesos lentos son la formación de canales traumáticos de resina en la albura, los cuales pueden requerir de 2 a 3 semanas en *Picea abies* (Nagy *et al.*, 2000), y la cicatrización de una herida en la peridermis, que puede requerir varias semanas para completarse (Franceschi *et al.*, 2005).

La herida mecánica al momento de realizar la resinación comercial de pinos productores de resina, por sí misma, induce respuestas de defensa de las plantas lesionadas. Esta respuesta inducida ha demostrado estar fuertemente relacionada con la biosíntesis de oleoresina. Adicionalmente, a la herida mecánica, los productores han venido utilizando diversos tipos de estimulantes químicos para promover las respuestas defensivas de los pinos (Lombardero, 2006). Algunas de estas sustancias están relacionadas con mecanismos de respuesta al estrés, tal es el caso del uso del ácido sulfúrico, el cual probablemente sea el agente químico estimulante más utilizado con éxito en las operaciones comerciales de resina (Najera, 1961), y que posiblemente funciona como un generador de radicales libres mejorando la respuesta a las heridas (Rodrigues, 2008). La producción actual de oleoresina inducible por lesión, busca imitar la respuesta al ataque por insectos descortezadores (Trapp y Croteau, 2001). De tal modo, los objetivos de este trabajo fueron estandarizar la técnica de miniresinación y verificar si ésta mediante el uso de ácido sulfúrico incrementa la producción de resina en plantulas de familias de medios hermanos de *Pinus oocarpa*, en etapa de vivero.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del vivero forestal Ferreira-Yunnan, de la Unión Nacional de Resineros, A.C. (UNR) que se localiza en las coordenadas 19° 42' 33.30" de Latitud N y 101° 11' 37.80" de Longitud O, a una elevación de 1893 msnm, con una temperatura media anual de 16.0 °C y una precipitación promedio anual de 800 mm.

En el año 2012 se llevó a cabo la primera etapa del experimento y se realizó una fase exploratoria en etapa de vivero, con el objetivo de probar la técnica de miniresinación para evaluar la producción de resina a los 16 meses de edad, en condiciones de vivero, de tres especies de pinos resineros, *Pinus caribea* y *P.elliottii* var. *elliottii* con semillas procedentes de huertos semilleros de Brasil, y *P. leiophylla* con semilla recolectada de polinización abierta de la Comunidad Indígena de San Francisco Cherán, municipio de Cherán, Michoacán. Así mismo, se verificó en etapa de vivero si la técnica de miniresinación mediante el uso de

ácido sulfúrico estimula el incremento en el flujo de resina en plántulas de *P. oocarpa*,

Para la segunda etapa se estableció un ensayo de progenies con semillas de polinización libre recolectada de 20 árboles altamente productores de resina. Las plántulas se dispusieron en bloques al azar con cuatro árboles como unidad experimental y dos tratamientos, uno con estimulante para la inducción de defensas químicas mediante la aplicación exógena a base de ácido sulfúrico al 50%, y otro sin aplicación de estimulante que correspondió al control.

Después de 18 meses de edad se inició la miniresinación, la cual consistió en realizar con taladro incisiones (picas) en posición perpendicular al tallo a la altura de la bolsa o contenedor, con una broca de 3 mm de diámetro a una profundidad de 3 mm, aplicando dos tratamientos: T1: perforación del tallo con estimulante líquido a base de ácido sulfúrico al 50%, T2: perforación del tallo sin estimulante. Posteriormente, se cuantificó el peso de la resina recolectada por miniresinación durante ocho días con una báscula con aproximación a décimas de gramo, marca Sartorius TE-412.

En las progenies se evaluaron las variables altura total hasta la yema principal, con la ayuda de una cinta métrica graduada en mm y diámetro del tallo a la altura de la bolsa, con un vernier digital marca Mitutoyo.

Análisis de datos

En la fase de exploración, Se realizó un análisis de varianza con el procedimiento GLM (SAS Institute, 2004) usando el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_j + TE_{ij} + e_{ijk},$$

donde Y es cada una de las observaciones, μ es la media general, T es el efecto del tratamiento, E es el efecto de la especie, TE es el efecto de la interacción entre la especie y el tratamiento y e es el error experimental.

En la segunda fase, la diferencia entre tratamientos se determinó mediante la significancia estadística obtenida de un análisis de varianza realizado con el procedimiento GLM, utilizando el siguiente modelo estadístico en el que T_i fue considerado con efectos fijos:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + F_j + TF_{ij} + e_{ijk}$$

donde Y_{ijk} es el valor observado de la k -ésima planta de la j -ésima familia con el i -ésimo tratamiento, μ es el valor promedio de la población; T_i es el efecto fijo del i -ésimo tratamiento; F_j es el efecto aleatorio de la j -ésima familia [$E(F_j)=0$; $\text{Var}(F_j)=\sigma^2_{F_j}$]; TF_{ij} es el efecto aleatorio de interacción entre el i -ésimo tratamiento y la j -ésima familia [$E(TF_{ij})=0$; $\text{Var}(TF_{ij})=\sigma^2_{TF_{ij}}$]; e_{ijk} es el error aleatorio experimental [$E(e_{ijk})=0$; $\text{Var}(e_{ijk})=\sigma^2_{e_{ijk}}$].

Resultados

Los resultados de la primera etapa exploratoria mostraron diferencias entre especies (G.L.: 2; C.M.: 8.606; $P \leq 0.0062$),

tanto en crecimiento como en producción de resina, siendo *P. elliottii* mejor que *P. caribea* y *P. leiophylla*; y hubo diferencias entre tratamientos (G.L.: 5; C.M.: 4.315; P=0.0113), siendo el tratamiento Perforación del tallo con estimulante líquido el mejor.

En vivero, en donde las plantas tuvieron condiciones óptimas de luz, temperatura y nutrimentos, el análisis de varianza mostró diferencias entre tratamientos (G.L.: 1; C.M.: 0.022; P=0.0294) al evaluar la producción de resina a la edad de 18 meses (**Tabla 1**). Siendo superior en producción el tratamiento T1 (perforación del tallo con estimulante líquido a base de ácido sulfúrico al 50%), en relación al tratamiento sin estimulante químico (T2) (**Figura 1**).

El conocer cómo reacciona la planta frente a un estímulo externo como es la herida, más la aplicación de ácido sulfúrico, permite la optimización de este tipo de herramientas para conseguir una respuesta temprana (18 meses) con el mínimo daño para la planta.

Dentro de los diferentes estímulos que promueven el desarrollo de canales traumáticos y la síntesis de nueva resina, el efecto de los estimulantes químicos y heridas (resinación) adquiere especial importancia (Ruel *et al.*, 1998; Luchi *et al.*, 2005), sobre todo al realizarlo en etapa temprana. A los 18 meses de edad las plantas alcanzaron una altura media de 60 cm y un diámetro promedio a la altura de la bolsa de 1.6 cm. El análisis de correlación no mostró relación entre el diámetro de tronco y la producción de resina, efecto que sí se ha observado en árboles adultos de esta especie mostrando que cuanto mayor es el diámetro del tronco, mayor es la producción de resina (Rodrigues *et al.*, 2008). Sin embargo, dicha relación no fue apreciada en esta edad, lo cual pudiera estar influenciado por el tamaño de la herida o perforación (Hadiyane, 2015).

Discusión

Este estudio mostró la utilidad de la técnica de miniresinación para evaluar la producción de resina en tres especies diferentes de pino: *P. elliottii*, *P. caribea* y *P. leiophylla*, en edades muy tempranas, incluso que las reportadas en la literatura (Romanelli, 2004). La respuesta de los árboles para inducir la producción de resina, está asociada con la defensa contra los insectos, de tal manera que ante un daño mecánico se induce la expresión de canales resiníferos axiales traumáticos, que al parecer tiene un componente genético (Franceschi *et al.*, 2005). El estimulante más eficiente de los probados con las tres especies fue el ácido sulfúrico líquido al 50%, por lo que, en una segunda etapa, éste es el que fue probado en progenies de *P. oocarpa* a los 18 meses de edad y fue posible obtener rendimientos de resina medibles, siendo evidente la eficacia del ácido sulfúrico porque las plantas que fueron estimuladas de esta forma lograron producir, en promedio, un 57.9% más de resina en volumen. Las células radiales contienen 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico oxidasa, una enzima clave en la biosíntesis de etileno, la cual está involucrada como mediadora en la respuesta al ataque de insectos, y es posible que el estimulante

Tabla 1. Análisis de varianza de un ensayo de progenies de *Pinus oocarpa* establecido en Morelia, Michoacán, México.

FV	GL	CM	F	Pr>F	Tukey
Producción de resina					
Bloq	3	0.00301	0.7	0.5564	
Fam	19	0.00143	0.33	0.9935	
Trat	1	0.02201	5.13	0.0294	P<0.05
Bloq*Fam	36	0.00400	0.93	0.5825	

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; CM = cuadrados medios; F = valor de F; Pr>F = significancia estadística; Tukey = probabilidad de la prueba de Tukey.

activara esta encima más rápidamente que el simple daño (Franceschi *et al.*, 2005). Los resultados obtenidos coinciden con lo observado por McReynolds (1982), quien destaca un incremento de producción de resina en *P. elliottii* de 30 años de edad, del 25 al 60% utilizando como estimulante pasta sulfúrica al 50% y ethephon 2.5-3.4%, sin que el ácido sulfúrico afecte la supervivencia del árbol joven, al menos a nivel microscópico se ha observado que solo afecta al floema y las primeras filas de traqueidas en contacto con la zona cambial, no llegando a penetrar más de un par de milímetros en el xilema (Rodrigues, 2016).

El desarrollo de protocolos de miniresinación con estimulante a base de ácido sulfúrico para *P. oocarpa* en los primeros meses de edad del árbol, podría convertirse en una herramienta de gran utilidad para la preselección de plantas en vivero con mayor potencial en producción de resina, esto permitiría probar una mayor cantidad de progenies (Vargas-Hernández *et al.*, 2003) a un costo mucho menor del que se requiere para evaluaciones en campo usando el método tradicional de resinación (Gutiérrez, 1979). Quedando por evaluar, si este mecanismo expresado en la edad temprana, sigue funcionando en la fase adulta de progenies de *P. oocarpa*.

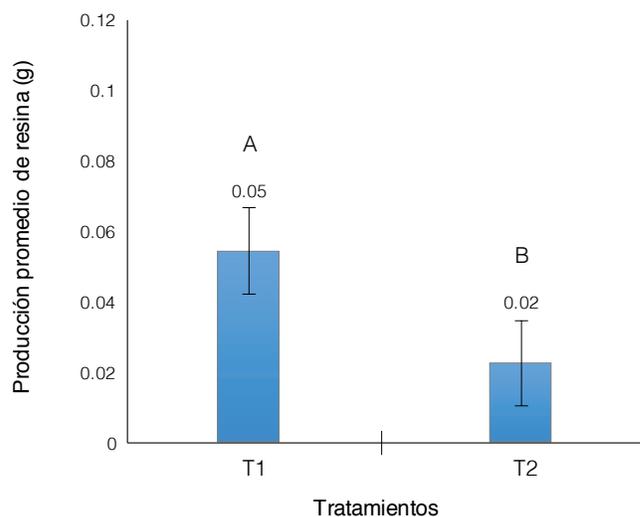


Figura 1. Producción promedio de resina de *P. oocarpa* en etapa de vivero a los 18 meses de edad, promovida con estimulación química. T1=perforación del tallo con estimulante líquido a base de ácido sulfúrico al 50%, T2=perforación del tallo sin estimulante químico.

Tabla 2. Correlaciones entre producción de resina y características de crecimiento de progenies de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltd. en etapa de vivero.

	Tratamiento	Diámetro	Altura
PesoRes	0.26 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.21 ^{ns}
Tratamiento		-0.10 ^{ns}	-0.16 ^{ns}

ns: no significativo. *: significativo $P \leq 0.05$, PesoRes = peso de resina promedio por tratamiento, Diámetro = diámetro a la altura del cuello, Altura = altura total de planta.

Agradecimientos

El primer autor agradece el financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través de una Beca de Posgrado (Becario 577139). Al Proyecto CIC-2015-2016 de la UMSNH. Al Programa de Maestría en Producción Agropecuaria con Opción Terminal en las Áreas: Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola y Agronegocios Así como las facilidades brindadas por la Unión Nacional de Resineros, A.C.

Referencias

- Comisión Forestal del Estado de Michoacán [COFOM]** (2001) *Atlas Forestal del Estado de Michoacán*. COFOM, Morelia, Michoacán, México, 97 p.
- Burdon RD** (1989) Early selection in tree breeding: principles for applying index selection and inferring input parameters. *Canadian Journal of Forest Research* 19(4): 499-504.
- Fabián Plesniková I** (2014) Variación genética en un ensayo de progenies de *Pinus pringlei* Shaw Ex Sargent procedentes de árboles superiores en producción de resina. *Tesis de Maestría*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (IIAF-UMSNH), México. 68 p.
- Franceschi VR, Krokene P, Christiansen E, Krekling T** (2005) Anatomical and chemical defenses of conifer bark against bark beetles and other pests. *New Phytologist* 167(2): 353-376.
- Garrido LMAG, Garrido MAO, Kageyama PY** (1988) Teste de progenies precoce de meios-irmaos de *Pinus elliottii* Eng. var. *elliottii* de árvores superiores para produção de resina. *Silvicultura em Sao Paulo* 20-22: 31-39
- Gutiérrez JT** (1979) La producción de resina en pinares de ciertas áreas del Estado de Michoacán bajo condiciones experimentales. *Ciencia Forestal* 4(21): 17-54.
- Hadiyane A, Sulistyawati E, Asharina WP, Dungani R** (2015) A Study on Production of Resin from *Pinus merkusii* Jungh. Et De Vriese in the Bosscha Observatory Area, West Java-Indonesia. *Asian Journal of Plant Sciences* 14(2): 89.
- Kolosova N, Bohlmann J** (2012) Conifer defense against insects and fungal pathogens. In *Growth and defence in plants*. Springer Berlin Heidelberg. pp 85-109.
- Lambeth CC** (1983) Early testing--an overview with emphasis on loblolly pine. In *Proceedings of the Southern Forest Tree Improvement Conference*. pp 297-311.
- Lombardero MJ, Ayres MP, Ayres BD** (2006) Effects of fire and mechanical wounding on *Pinus resinosa* resin defenses, beetle attacks, and pathogens. *Forest Ecology and Management*, 225(1): 349-358.
- Luchi N, Ma R, Capretti P, Bonello P** (2005) Systemic induction of traumatic resin ducts and resin flow in Austrian pine by wounding and inoculation with *Sphaeropsis sapinea* and *Diplodia scrobiculata*. *Planta* 221(1): 75-84.
- Madrigal-Sánchez X, Guridi Gómez, L** (2002) Los árboles silvestres del municipio de Morelia, Michoacán. *México. Ciencia Nicolaita* 33: 29-58.
- Nájera, Angulo F** (1961) *Sistema de resinación de pica de corteza estimulado con ácido sulfúrico: normas de aplicación*. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias (IFIE), Madrid. 64 p.
- Nagy NE, Fossdal CG, Krokene P, Krekling T, Lönneborg A, Solheim H** (2004) Induced responses to pathogen infection in Norway spruce phloem: changes in polyphenolic parenchyma cells, chalcone synthase transcript levels and peroxidase activity. *Tree Physiology* 24(5): 505-515.
- Rodrigues KCS, Azevedo PCN, Sobreiro LE, Pelissari P, Fett-Neto AG** (2008) Oleoresin yield of *Pinus elliottii* plantations in a subtropical climate: effect of tree diameter, wound shape and concentration of active adjuvants in resin stimulating paste. *Industrial Crops and Products* 27(3): 322-327.
- Rodríguez García, A** (2016) Factores anatómicos, dendrométricos y climáticos implicados en la producción de resina de *Pinus pinaster* AIT.: aplicación a la mejora de los métodos de resinación. *Doctoral dissertation*. Montes. 230 p.
- Romanelli RC, Sebbenn AM** (2004) Genetic parameters and selection gains for oleoresin production in *Pinus elliottii* var. *elliottii*, in south of Sao Paulo state. *Revista do Instituto Florestal* 16: 11-23.
- Ruel JJ, Ayres MP, Lorio Jr, PL** (1998) Loblolly pine responds to mechanical wounding with increased resin flow. *Canadian Journal of Forest Research* 28(4): 596-602.
- Seybold SJ, Bohlmann J, Raffa KF** (2000) Biosynthesis of coniferophagous bark beetle pheromones and conifer isoprenoids: evolutionary perspective and synthesis. *The Canadian Entomologist* 132(6): 697-753.
- Seybold SJ, Huber DP, Lee JC, Graves AD, Bohlmann J** (2006) Pine monoterpenes and pine bark beetles: a marriage of convenience for defense and chemical communication. *Phytochemistry Reviews* 5(1): 143-178.
- Squillace AE, Bengtson GW** (1961) Inheritance of gums yield and other characteristics of slash pine. In Proc. 6th So. Conference. Forest Tree Improvement, pp 85-96.
- Statistical Analysis System [SAS Institute]** (2004) *SAS/STAT Guide For Personal Computers, Version 9.1*. Cary, N. C. USA: Author.
- Tadesse W, Auñón FJ, Pardos JA, Gil L, Alía R** (2001) Evaluación precoz de la producción de miera en *Pinus pinaster* Ait. *Investigación Agraria Sistema Recursos Forestales* 10(1): 141-150.
- Trapp S, Croteau R** (2001) Defensive resin biosynthesis in conifers. *Annual Review of Plant Biology* 52(1): 689-724.
- Vargas-Hernández J, Adams WT, Joyce DG** (2003) Quantitative genetic structure of stem form and branching traits in Douglas-fir seedlings and implications for early selection. *Silvae Genetica* 52(1): 36-44.
- Zamora SC, Velasco FV** (1978) *Contribución al estudio ecológico de los pinos del estado de Chiapas*. Boletín Técnico No. 56. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México, D. F. 32 p.