

Asexual propagation of *Bursera glabrifolia*, *Bursera copallifera*, and *Bursera bipinnata* under rooting treatments in plant nursery conditions

Propagación asexual de *Bursera glabrifolia*, *Bursera copallifera*, y *Bursera bipinnata* bajo tratamientos de enraizadores en condiciones de vivero

Vásquez-García, Irma^{1*}; Cetina-Alcalá, Víctor M.²; Mohedano-Caballero, Leopoldo³

¹Instituto Tecnológico Superior de San Miguel el Grande. San Miguel el Grande, Tlaxiaco, Oaxaca, México. C. P. 71140. ²Colegio de Postgraduado Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230. ³Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230.

*Autor para correspondencia: vg.irma@gmail.com

ABSTRACT

Objective: To assess the propagation of cuttings of *Bursera glabrifolia*, *Bursera bipinnata* and *Bursera copallifera* under three rooting treatments, with four replications and eight plants per treatment.

Design/methodology/approach: Treatments consisted of soaking the base of the cuttings in 1.0% and 0.3% indole-3-butyric acid, and 0.12% alpha-naphthyl acetamide with 0.06% indole-3-butyric acid. Control cuttings were not subjected to any treatment.

Results: The species with greater rooting capacity was *Bursera bipinnata* (20%), followed by *Bursera glabrifolia* (6.25%); *Bursera copallifera* (2.34%) exhibited low rooting rates, though with good formation of calluses (17.1%) and aerial shoots. Products that helped rooting were indole-3-butyric acid at 1.0% with 13.6% and indole-3-butyric acid at 0.3% with 14.47%.

Limitations on study/implications: The solution 12% alpha-naphthyl acetamide with 0.06% indole-3-butyric acid promoted low root induction similar to that of the control cuttings that presented 7.5 and 2.5% of roots respectively.

Findings/conclusions: 3% indole-3-butyric acid stimulates the formation of roots and aerial shoots in *Bursera bipinnata*, *Bursera glabrifolia* and *Bursera copallifera*.

Keywords: *Bursera*, asexual propagation, indole butyric acid.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la propagación por estacas de estas tres especies, bajo tres tratamientos de enraizadores con cuatro repeticiones y ocho plantas por tratamiento.

Diseño/metodología/aproximación: Los tratamientos consistieron en aplicar ácido indol-3-butírico al 1.0% y 0.3%, en una solución de alfa-naftilacetamida al 0.12% más ácido indol-3-butírico al 0.06 %, y un testigo (estacas sin ningún tratamiento).

Resultados: La especie con mayor capacidad de enraizamiento fue *Bursera bipinnata* con 20%, seguida por *Bursera glabrifolia* con 6.25% y con bajo enraizamiento *Bursera copallifera* con 2.34%, pero con mejor formación de callos (17.1%) que *Bursera glabrifolia* (16.7%). Los productos que ayudaron al enraizamiento fueron ácido indol-3-butírico al 0.3% con 14.47% de raíces y ácido indol-3-butírico al 1% con 13.6% de raíces.

Limitaciones del estudio/implicaciones: La solución de alfa-naftilacetamida al 0.12% con ácido indol-3-butírico al 0.06 % presentó baja inducción al enraizamiento, estadísticamente similar al testigo, presentando 7.5 y 2.5% de raíces, respectivamente.

Agroproductividad: Vol. 12, Núm. 10, octubre. 2019. pp: 17-22.

Recibido: febrero, 2019. **Aceptado:** septiembre, 2019.



Hallazgos/conclusiones: El ácido indol-3-butírico al 3% estimula la formación de raíces y brotes aéreos en *Bursera bipinnata* y *Bursera glabrifolia* y *Bursera copallifera*.

Palabras clave: *Bursera*, propagación asexual, ácido indolbutírico.

INTRODUCCION

Bursera es un género que comprende varias especies de árboles leñosos que se encuentran distribuidos desde el sur de Estados Unidos, todo México, y hasta el sur de Brasil. En México se distribuye prácticamente por toda la vertiente del Océano Pacífico y existen más de 80 especies (Rzedowski et al., 2005).

Los árboles de *Bursera* son de tamaño bajo o medio (5 a 15 m), su corteza es gris, amarilla o roja, delgada y frecuentemente exfoliante. La mayoría de las especies son caducifolias en la temporada seca y florecen al final de la misma. Estas especies se encuentran en las selvas bajas caducifolias, y se consideran características de comunidades maduras o sucesionalmente tardías (Rzedowski et al., 2004).

Especies como *Bursera glabrifolia*, *Bursera copallifera* y *Bursera bipinnata* tienen un uso intensivo para la fabricación de artesanías de madera (alebrijes) y producción de incienso para fines ceremoniales en los estados de Oaxaca y Guerrero, por lo que han disminuido considerablemente sus poblaciones (Hernández-Apolinar et al., 2006), por ello su propagación es necesaria para restablecer la composición y estructura de sus comunidades naturales (Bonfil et al., 2007).

A pesar de los esfuerzos, el avance en el conocimiento de los componentes de la ecología de las especies del género *Bursera* ha sido lento y poco satisfactorio (Rzedowski et al., 2004).

Es importante encontrar el método más efectivo para poder propagar estas especies ya sea de manera asexual o sexual. La producción planta en vivero es una forma idónea para producir planta de calidad, la cual puede usarse para diferentes usos (plantaciones ambientales, rehabilitación de suelos y ecosistemas, plantaciones con fines escénicos o recreativos y plantaciones comerciales).

Existe poca información sobre los métodos de producción y propagación del género *Bursera*, tanto a nivel nacional como internacional. Los ensayos previos en campo se han centrado en *B. simaruba*, que ha mostrado valores bajos de supervivencia en plantas originadas de estacas chicas y valores mayores en las provenientes de semilla (Zahawi, 2005).

A causa del poco conocimiento documentado para la producción, propagación de las especies con fines de plantación y restauración ecológica, el presente estudio tuvo como objetivo el evaluar la propagación de estacas de *B. glabrifolia*, *B. copallifera* y *B. bipinnata* en vivero con el uso de enraizadores comerciales y así encontrar una estrategia para propagarla en reforesta-

ciones y plantaciones para que deje de ser considerada como especie amenazada en la norma 059 de la SEMARNAT.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el vivero del Postgrado en Ciencias Forestales del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Estado de México, localizado a 19° 17' latitud norte y 98° 54' longitud oeste, a una altitud de 2,240 m.

Para realizar el experimento, se recolectaron estacas de *Bursera copallifera* y *Bursera bipinnata* de 22-25 cm de longitud de diámetros sin hojas en 26 de febrero del 2017 a finales de la época de reposo antes de iniciar la época de crecimiento. Estas estacas tuvieron diámetros de 2 a 4 cm, obtenidas directamente de las ramas terminales de diez árboles adultos de cada especie. Los árboles donantes se seleccionaron de los mejores individuos en sus características fenotípicas además de sanos (libres de ataque de plagas y/o enfermedades), procurando que estuvieran a una distancia mínima de 20 m entre cada árbol seleccionado. Se localizaron ramas considerando los cuatro puntos cardinales en los árboles y de ahí se obtuvieron las estacas. La recolecta se llevó a cabo en San José de Gracia ubicado en la Región de los Valles Centrales, a 89 km al sureste de la ciudad de Oaxaca. La localidad pertenece al Distrito de Tlacolula y se ubica en las coordenadas 16° 40' de latitud norte y 96° 18' de longitud oeste, a una altitud de 940 m. Colinda al norte con los municipios de San Dionisio Ocotepec y San Pedro Quiatoni, Distrito de Tlacolula; al sur con San Carlos Yautepec, Distrito de Yautepec y Santa María Zoquiltán, Tlacolula; al oeste con Yaxe, Distrito

de Ocotlán; al este con Nejapa de Madero, Yautepec. Tiene una extensión aproximada de 418.61 km², lo que representa el 0.43% del total del territorio estatal (INEGI, 2016).

Las estacas de *Bursera glabrifolia* se recolectaron con las mismas características de las estacas de *Bursera copallifera* y *Bursera bipinnata* en febrero de 2017 en una plantación establecida en el vivero forestal del Instituto Tecnológico Agropecuario del Valle de Oaxaca (ITVO), el cual se ubica en la Ex-Hacienda de Nazareno en Santa Cruz Xoxocotlán localizada, en la región de los Valles Centrales, pertenece al Distrito del Centro. Se ubica en las coordenadas 96° 44' longitud oeste, 17° 02' latitud norte y a una altura de 1,530 m (Ruiz et al., 2008).

Las estacas recolectadas de las tres especies fueron envueltas en papel periódico húmedo y guardadas en bolsas de plástico para trasladarlas al vivero del Postgrado en Ciencias Forestales del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Estado de México.

El diseño experimental que se utilizó corresponde al modelo en bloques completamente al azar. El experimento se estableció plantando las estacas de *Bursera copallifera*, *Bursera glabrifolia* y *Bursera bipinnata*. El sustrato utilizado como medio de enraizamiento fue una mezcla de 50% de turba, 25% de agrolita y 25% de vermiculita, mezcla con la que se llenaron bolsas de polietileno negro con capacidad de 1 L y se plantaron 6 estacas por bolsa (como unidad experimental), utilizando cuatro tratamientos de remojo en una solución de ácido indol-3-butírico al 1.0% y 0.3%, en una solución de alfa-naftilacetamida al 0.12%, más ácido indol-3-butírico al 0.06 % y un testigo (estacas sin ningún tratamiento) con 4 repeticiones por cada tratamiento. En total fueron 384 estacas, 96 estacas por cada especie.

Las estacas plantadas se regaron manualmente todos los días hasta que el sustrato estuviera a capacidad de campo. Un mes después de establecido el experimento se realizó una primera evaluación de las tres especies bajo estudio, algunas de las

cuales ya habían emitido brotes aéreos. Al 20 % las estacas que tenían brotes aéreos en cada especie bajo estudio sin raíz se les eliminaron esos brotes con la finalidad de fomentar la formación de raíces. Al segundo mes de establecido el experimento se repitió la eliminación de brotes aéreos a otro 20% de estacas diferentes a las del primer muestreo.

Seis meses después de establecido el experimento se realizó la evaluación final y se contabilizó el número de estacas que presentaban raíces, las que solo formaron callo en la base y las que emitieron brotes aéreos.

El análisis estadístico de la información se realizó mediante el paquete estadístico SAS[®] con el procedimiento de modelos lineales generales (PROG GLM) (SAS, 2002). Se realizó también una prueba de comparación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS

En el análisis de varianza realizado con una confiabilidad del 95 % indica que hay efecto significativo entre las tres especies de *Burseras* con respecto a la emergencia de raíz, formación de callo y brote aéreo. Por otro lado, el análisis indica que los productos (ácido indol-3-butírico al 1.0% y al 0.3%) tuvieron efecto significativo solamente con respecto a la formación de callo. El producto con alfa-naftilacetamida al 0.12% y ácido indol-3-butírico al 0.06 % no presentaron efectos significativos en ninguna de las variables evaluadas. Finalmente, el testigo tampoco afectó significativamente las variables medidas (Cuadro 1).

La prueba de comparación de medias de Tukey muestra que no hubo diferencias significativas entre tratamientos de los tres productos enraizadores. Sin embargo; existen diferencias significativas entre las especies, al comparar el control y los tratamientos para los tres parámetros evaluados (Figura 1).

Al evaluar el efecto del enraizador por cada especie del estudio (Figura 2) se puede observar que entre especies, hubo diferencias estadísticamente significativas, donde la especie *Bursera bipinnata*

Cuadro 1. Resultados del análisis de varianza para analizar el efecto de la especie y el enraizador en la producción de raíces, callos y brotes en estacas de *Bursera glabrifolia*, *B. copallifera* y *B. bipinnata*.

Variables	Fuente de variación	Grados de libertad	Nivel de significancia
Raíz	Producto	3	0.0758
	Especie	2	0.0006
Callo	Producto	3	0.0015
	Especie	2	0.0114
Brote	Producto	3	0.871
	Especie	2	0.0001

tuvo mayor emergencia de raíz (20%), formación de callo (24.37%) y brote aéreo (30%), la segunda especie fue *Bursera glabrifolia* la cual presentó un menor porcentaje de emergencia de raíz (6.25%), formación de callo (16.79%) y brote aéreo (13.67%). En cuanto a *Bursera copallifera* fue la que menos respuesta presentó, con emergencia de raíz (2.34%) y brotes aéreos (12%) (Figura 2).

En general las tres especies presentaron buena formación de callo (Figura 1 y 2) en la base de la estaca y brote aéreo de follaje, lo que indica que las estacas presentaron actividad fisiológica pero no lograron emitir raíces.

Por otra parte, la emergencia de raíces que presentaron las tres especies tuvieron diferencia significativa siendo *Bursera bipinnata* la de mayores estacas enraizadas, en comparación con *Bursera glabrifolia* y *Bursera copallifera*.

DISCUSIÓN

A pesar de que no hubo diferencias significativas entre los productos (enraizadores), se observa que para estimular la formación de raíces o la formación de callo no se requiere de este tipo de productos que contiene auxinas. Sin embargo, estos productos aumentan el número de callos y raíces. Como lo reportan Badilla y Murillo (2005) al probar la aplicación de ácido indolbutírico (AIB) (usando un producto comercial en estacas de nueve especies forestales del trópico en Costa Rica), todas las especies presentaron diferencia significativa con la aplicación en las estacas del AIB. La formación de raíces sin enraizador fue menor a 5% mientras con enraizador fue del 65%.

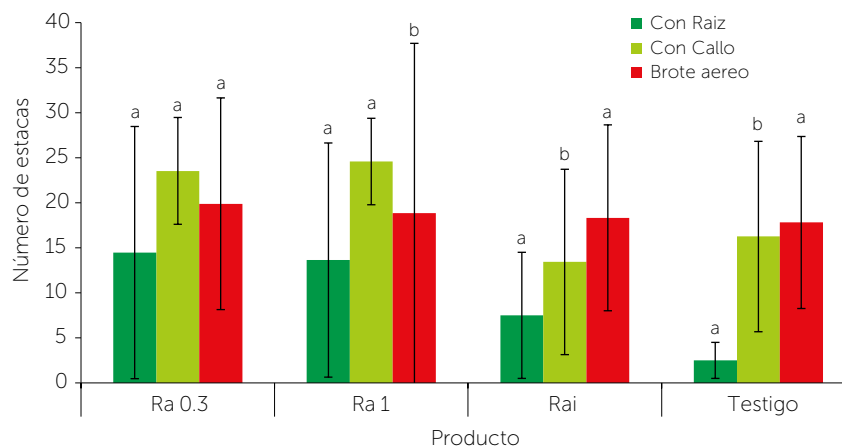


Figura 1. Número estacas que presentaron emergencia de raíces, formación de callo y brote aéreo por tratamiento. Ra 1: ácido indol-3-butírico al 1%; Ra 0.3: ácido indol-3-butírico al 0.3%; Rai: alfa-naftilacetamida al 0.12% con ácido indol-3-butírico al 0.06 %.

En el presente estudio la mejor especie que formó raíz, callo y brote aéreo fue *Bursera bipinnata* seguida por *Bursera glabrifolia* y finalmente la de menor producción fue *Bursera copallifera*, esto fue debido al parecer porque *Bursera bipinnata* tiene mayor capacidad de emitir raíces adventicias de las otras dos especies de *Bursera* estudiadas. Lo anterior se confirma con el estudio realizado por Bonfil *et al.* (2007), quienes reportan que *B. glabrifolia* y *B. bipinnata* tuvieron mejor respuesta en porcentaje de enraizamiento que *Bursera copallifera*, es decir que las especies de *Bursera glabrifolia* y *bipinnata* tienen más facilidad de enraizar con la aplicación de tratamientos para inducir raíces.

Otro estudio de Castellanos y Bonfil (2013), indica que estacas de *Bursera glabrifolia* tienen mejor respuesta de enraizamiento que las especies de *Bursera linaloe* y *B. copallifera*.

Por lo antes mencionado al parecer la respuesta a emitir raíces es diferente entre especies del mismo género independientemente de la concentración de auxinas en los productos empleados.

Finalmente, en este trabajo, *Bursera bipinnata* tuvo mayor brotación de raíz, callo y brote aéreo que *B. glabrifolia* y *B. copallifera*. La especie *Bursera bipinnata* emitió raíz y brote aéreo, al parecer por la emisión de las raíces adventicias que

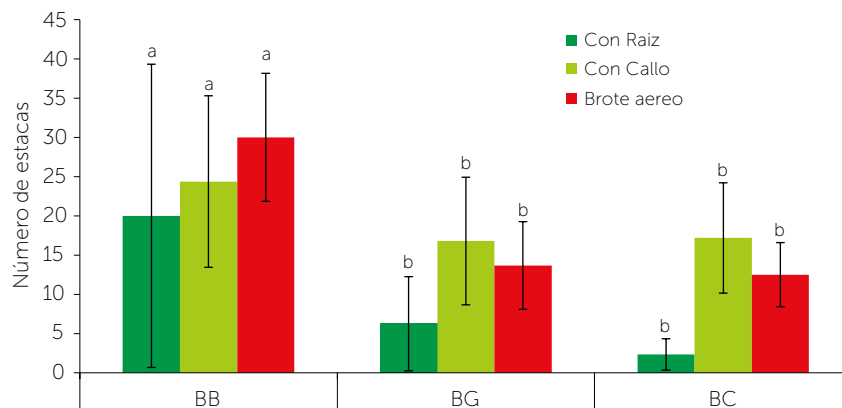


Figura 2. Número de estacas que presentaron emergencia de raíz y emisión de brotes y callo por especie. BB: *Bursera bipinnata*, BG: *Bursera glabrifolia*, BC: *Bursera copallifera*.

emitieron ya que a mayor volumen de raíz se incrementa el número y longitud de brote aéreo según Taiz y Zeiger (2010). Salisbury y Ross (2000) comentan que un mayor volumen radical influye en un mayor crecimiento y desarrollo de la parte aérea de las plantas, ya que el sistema radical es el encargado de asimilar nutrimentos de forma positiva para nutrir la parte vegetal aérea. En la misma especie también lo encontró Loeza-Corte (2013).

El bajo porcentaje de emisión de raíces encontrado en este estudio probablemente se deba a lo reportado por Muñoz (2011), que sugirió que los cambios estacionales modifican las hormonas de las plantas y esto podría ser un factor importante para el enraizamiento de estacas, aunque su estudio fue para *Cotynus coggygria* Scop.

En cuanto a la formación de callos todas las especies presentaron callos. Esta respuesta es debida a la multiplicación de las células no diferenciadas, como se observa en la mayoría de las especies que no se reproducen fácilmente en forma asexual (Mateo-Sánchez et al., 1998). Esto también concuerda con Santelices y García (2003), quienes estudiaron la influencia de diferentes concentraciones de ácido indol-3-butírico sobre la capacidad de formación de raíces de *Nothofagus alessandrii*. Latsague et al. (2008) reportan la formación de callo en todos los tratamientos. La formación de callos en la mayoría de las estacas es un indicador de que las condiciones en que estuvieron fueron las adecuadas para el proceso de rizogénesis (Latsague et al., 2008).

Los productos con ácido indol-3-butírico al 1% y al 0.3% tuvieron la mayor emisión de raíz, callo y brote aéreo en las *Burseras* estudiadas. Castellanos y Bonfil (2013), también reportan que a mayor concentración de ácido indol butírico a 9000 ppm aplicado a tres especies de *Burseras* promueve la emergencia de raíz y formación de callo. En otro estudio Soto et al. (2006) encontraron algo similar al presente estudio al probar estos productos en el enraizamiento de *Ficus benjamina* en donde los tratamientos con ácido indol-3-butírico al 1% y al 0.3% tuvieron mejor enraizamiento y brote aéreo con respecto al testigo. Castrillón et al. (2008) también encontraron que con mayor concentración ácido indolbutírico en productos utilizados para enraizamiento se acelera la inducción de raíces ya que en su estudio encontró que aplicando a la base de las estacas 200 mg.L⁻¹ de ácido indol-3-butírico se generó mayor número de raíces que con otros tratamientos con menor concentración de ácido indol-3-butírico.

CONCLUSIONES

En la evaluación de la reproducción asexual de tres especies de *Bursera* se encontró que con la aplicación de enraizador con ácido indol-3-butírico al 3% produjo los mejores resultados para la formación de raíces y brotes aéreos en *Bursera bipinnata*, *Bursera glabrifolia* y *Bursera copallifera* comparado con el de alfa-naftilacetamida al 0.12% con ácido indol-3-butírico al 0.06 % y el testigo. La especie *Bursera bipinnata* es la que presentó mayor porcentaje de enraizamiento con respecto a *Bursera glabrifolia* y *Bursera copallifera*. A pesar de no tener altos porcentajes de enraizamiento en estacas del genero *Burseras* es una buena alternativa para propagar esta especie.

LITERATURA CITADA

- Badilla V.Y. Murillo G. (2005). Enraizamiento de estacas de especies forestales. KURÚ: Revista Forestal, 2(6), 1-6.
- Bonfil-Sanders C., Mendoza-Hernández P., Ulloa-Nieto J. (2007). Enraizamiento y formación de callos en estacas de siete especies del género *Bursera*. Agrociencia, 41(1), 103-109.
- Castellanos-Castro C., Bonfil C. (2013). Propagation of three *Bursera* species from cuttings. Botanical Sciences, 91 (2), 217-224.
- Castrillón J.C., Carvajal E., Ligarreto G., Magnitskiy S. (2008). El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) en diferentes sustratos. Agronomía Colombiana, 26(1), 16-22.
- Hernández-Apolinar M., Valverde T. Purata S. (2006). Demography of *Bursera glabrifolia*, a tropical tree used for folk woodcrafting in southern Mexico: an evaluation of its management plan. Forest Ecology and Management, 223, 139-151.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2016) Localidades Geoestadísticas, Archivos históricos. Consulta. Área geoestadística estatal. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadística/introduccion.aspx>
- Latsague V.M., Sáez D.P., Hauenstein B.E. (2008). Inducción de enraizamiento en estacas de *Berberidopsis corallina* con ácido indolbutírico. Bosque, 29(3), 227-230.
- Loeza-Corte J.M., Díaz-López E., Campos-Pastelín J.M., Orlando-Guerrero J.I. (2013). Efecto de lignificación de estacas sobre enraizamiento de *Bursera morelensis* Ram. y *Bursera galeottiana* Engl. en la Universidad de la Cañada en Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca, México. Ciencia Ergo Sum, 20(3), 222-226.
- Mateo S.J., Vargas H.J., López P.M., Jasso M.J. (1998). Enraizado de estacas juveniles en cinco especies de coníferas ornamentales: efecto del ácido indolbutírico AIB y de la temperatura. Ciencia Forestal Mexicana, 23, 29-38.
- Muñoz F., Orozco G.H., García M.G., Coria A.J., Salgado G.V., Santiago M.R. (2011). Época de colecta y tratamientos para enraizamiento de estacas de cirimo *Tilia mexicana* Schlecht. (Tilaceae). Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 2(3), 13-24.
- Ruiz L.J., Azcona C.M., Velasco V.V. (2008). Factores de riesgo y niveles de plomo en sangre en estudiantes de licenciatura. Naturaleza y Desarrollo, 6(1), 26-32.

- Rzedowski J., Medina L.R., Calderón R.G. (2005). Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). Acta Botánica Mexicana, 70, 85-111.
- Rzedowski J., Medina L.R., Calderón R.G. (2004) Las especies de *Bursera* (Burseraceae) en la Cuenca superior del Rio Papaloapan, México. Acta Botánica Mexicana, 66, 23-151.
- Salisbury F.C., Ross C.W. (2000). Fisiología vegetal. Grupo editorial Iberoamérica: México, pp.180-204.
- Santelices R., García C. (2003). Efecto del ácido indolbutírico y la ubicación de la estaca en el rebrote de tocón sobre la rizogénesis de *Nothofagus alessandrii* Espinosa. Bosque, 24(2), 53-61.
- Soto L.E., Jasso M.J., Vargas H.J., González R.H., Cetina A.V. (2006). Efecto de diferentes dosis de AIB sobre el enraizamiento de *Ficus benjamina* L. en diferentes épocas del año. Ra Ximhai, 2(3), 795-814.
- Taiz L., Zeiger E. (2010). Mineral Nutrition. In Taiz L, Zeiger E (Eds.) Plant Physiology. Fifth Edition (pp. 74-82). Sinauer: Sunderland, MA, USA.
- Zahawi, R.A. (2005). Establishment and growth of living fence species: An overlooked tool for the restoration of degraded areas in the tropics. Restoration Ecology, 13, 92-102.

