

Inducción y enraizamiento de brotes epicórmicos de *Cordia alliodora* (Ruiz Et Pavon), Oken

Induction and rooting of *Cordia alliodora* (Ruiz Et Pavon) Oken

°Mercedes Carranza Patiño¹, Maylin Zorrilla Silva¹, Jaime Morante Carriel¹, Oscar Prieto Benavides¹, Diana Veliz Zamora², Ariel Escobar Troya³

¹Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Campus Manuel Haz Álvarez. Av. Quito Km 1.5 vía Santo Domingo de los Tsachilas. EC.120501. Quevedo, Ecuador. °mcarranza@uteq.edu.ec; mayzo_dan@hotmail.com; jmorante@uteq.edu.ec; oprieto@uteq.edu.ec

²Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Campus Finca Experimental "La María" km 7 vía Quevedo-El Empalme. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. EC.120501. Quevedo, Ecuador. dvveliz@uteq.edu.ec

³Facultad de Ciencias Naturales, Carrera de Biología. Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo. telarieles@hotmail.com

Resumen

La atractiva apariencia de la madera de *Cordia alliodora* (laurel), sus características físico-mecánicas, su abundante regeneración natural, captura de carbono y protección al suelo, la hacen ideal para la reforestación. No obstante, la falta de material de siembra de buena calidad para suplir la demanda media anual, convierten la propagación vegetativa en una herramienta esencial para el mejoramiento genético, y la conservación de genotipos en bancos clonales. En este sentido, se propuso establecer una metodología para la inducción y enraizamiento de brotes epicórmicos de árboles de laurel utilizando reguladores de crecimiento vegetal. Las concentraciones de citoquininas empleadas para la inducción de brotes a partir de árboles adultos fueron de: 0, 3000, 6000, 9000 mg L⁻¹ de BAP sola y combinadas con 1000, 2000, 3000 mg L⁻¹ de AIA, y se determinaron utilizando un Diseño Completo Aleatorizado (DCA). Las concentraciones de auxinas para el enraizamiento de los brotes fueron de 0, 1000, y 1500 mg kg⁻¹ de ANA y AIB, mediante un DCA con arreglo factorial 3 x 3 (hormona ANA x hormona AIB). Se evaluó la inducción de brotes epicórmicos y se obtuvieron 2.67 brotes de 16.42 cm de longitud, con 6000 mg kg⁻¹ de BAP + 2000 mg kg⁻¹ de AIA. El porcentaje de enraizamiento fue 54%, número de raíces 1.78, longitud 2.59 con 1500 mg kg⁻¹ de ANA + 1500 mg kg⁻¹ de AIB. El uso de citoquininas y auxinas fue efectivo para provocar la diferenciación celular tanto en la inducción y rizogénesis de brotes epicórmicos de laurel.

Palabra claves: Hormonas de enraizamiento, propagación vegetativa, auxinas, citoquininas.

Abstract

Cordia alliodora (laurel) wood attractive appearance, its physical and mechanical characteristics, its abundant natural regeneration, as well as the contribution to carbon sequestration and soil protection, have made it an ideal species for reforestation. However, there is insufficient good quality planting material to meet these needs and to respond to the average annual demand. Hence, vegetative propagation has become an essential tool in breeding and it is being widely used for the conservation of genotypes in clonal banks. To this end, a methodology for laurel tree epicormic shoot induction and rooting, using plant growth regulators was established. Cytokinin concentrations used for induction of shoots from adult trees were 0, 3000, 6000, 9000 mg L⁻¹ of BAP alone and combined with 1000, 2000, 3000 mg L⁻¹ of IAA a Complete Randomized Design (DCA) with seven treatments and three repetitions, considering each tree as a repetition, was applied. The concentrations of auxin for rooting of shoots were 0, 1000, and 1500 mg kg⁻¹ of NAA and IBA. A factorial arrangement DCA 3 x 3 (ANA x hormone AIB) with five repetitions and five units per repetition was used. After 105 days, the induction of epicormic shoots and epicormic buds response was evaluated 2.67 buds 16.42 cm long with 6000 mg kg⁻¹ of BAP + 2000 mg kg⁻¹ of AIA were obtained. At 45 days rooting percentage was 54%, the number of roots was 1.78, 2.49 length 2.59 and force with 1500 mg kg⁻¹ of ANA + 1500 mg kg⁻¹ of AIB. This research demonstrated that using cytokinins and auxins is effective in laurel epicormic shoots induction and rooting.

Key words: Hormones rooting, vegetative propagation, auxins, cytokinins.

Recibido: 6-octubre-2014. Recibido en forma corregida: 15-febrero-2016.

Aceptado: 14-abril-2016.

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ciencia y Tecnología 9(1): 37-43
Junio de 2016

Introducción

Cordia alliodora (Ruiz et Pavon), Oken (laurel), pertenece a la familia de las Boraginaceae (Dossier y Lamb, 1997). Es una especie forestal utilizada en agroforestería, produce madera de alta calidad, y también se emplea para sombra a los cafetales y pastizales además de utilizarlos en programas de reforestación (Boshier y Lamb, 1997). La atractiva apariencia de la madera, sus excelentes cualidades físico-mecánicas, el rápido crecimiento, su abundante regeneración natural, el gran aporte en la captura de carbono, protección al suelo y servicio de doble propósito en usos de agroforestería asociada especialmente con café y cacao, la han convertido en una especie ideal para la reforestación (Murrillo *et al.*, 2001).

C. alliodora presenta limitantes durante su etapa de vivero, en las fases de germinación, emergencia y sobrevivencia al trasplante a bolsa a partir de bancos de germinación (Castro y Roa, 2006). Una estrategia para solucionar esta problemática y obtener plantas vigorosa es la propagación clonal la cual permite obtener materiales idénticos al material original (Castro *et al.*, 2011).

La propagación asexual es una forma de reproducción, que consiste en la duplicación de nuevos individuos a partir de material vegetativo de la planta madre (Hartmann *et al.*, 2002). Esta técnica se ha convertido en una alternativa excelente para muchas especies tanto de importancia comestible, ornamental, maderable o en planes de conservación de material genético de especies en peligro de extinción (Sandoval, 2008). Además es una herramienta esencial en mejoramiento genético que ha sido utilizada ampliamente para la conservación de genotipos en bancos clonales. Estudios recientes han utilizado extensamente el enraizamiento de estacas juveniles para plantaciones operacionales de pocas especies (Sandoval, 2008; Aparicio *et al.*, 2009). Sus ventajas e implicaciones han sido ampliamente reportadas en la literatura (Zobel y Talbert, 1988; Hartmann *et al.*, 2002).

La propagación vegetativa puede realizarse a través de varias técnicas que han logrado aplicaciones prácticas comprobadas. Entre ellas, la inducción de brotes epicórmicos con fines de propagación clonal, como método eficiente de recuperación y rejuvenecimiento del materiales adultos (Meyer *et al.*, 2012). En base a lo anterior el objetivo de este estudio fue establecer una metodología para la inducción y enraizamiento de brotes epicórmicos en *C. alliodora*, utilizando reguladores de crecimiento.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en dos etapas. La primera en la finca experimental La Represa, localizada en el recinto Fayta km. 7½ vía Quevedo – Babahoyo, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, cuyas coordenadas geográficas

son 01°03'18" de latitud Sur y 79°25'24" de longitud Oeste ubicada a 90 msnm, temperatura promedio 25.2 °C, precipitación media anual de 3032.10 mm, humedad relativa 84% y heliofanía 758.20 horas/luz año⁻¹. La segunda fase se realizó en el invernadero del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), cuya temperatura promedio es de 24 °C, humedad relativa 88%, intensidad lumínica 8 horas luz y 16 oscuridad. Se encuentra ubicado en el campus Ing. Manuel Haz Álvarez, km 1½ vía Quevedo -Santo Domingo de los Tsáchilas.

Se realizó recorridos en el banco de germoplasma y el sistema agroforestal existente en la finca “La Represa”, con el objetivo de seleccionar árboles superiores de seis años de edad, para lo cual se consideró la metodología propuesta por (Vallejos *et al.*, 2010), que indica los parámetros de evaluación fenotípica de los individuos de las fuentes candidatas para la selección natural vegetal.

La inducción de brotes epicórmicos se realizó según la metodología de Castro *et al.*, (2011) con algunas modificaciones, tales como el aumento en el tamaño de la lesión de 5 cm de largo por 0.50 cm de profundidad en los árboles de *C. alliodora* a nivel de la corteza en forma de una “V” invertida, utilizando solamente el 50% del área basal, dicho corte se ubicó al lado este del tronco, a una altura aproximada de 30 a 40 cm, asegurando la presencia de la luz.

Con el fin de estimular la activación de las yemas, se aplicó en el fuste del árbol de laurel las diferentes dosis de citoquinina (BAP), becilaminopurina y (AIA) ácido indol acético, de acuerdo a la metodología de Canchignia *et al.* (2008). Transcurridos 105 días los brotes epicórmicos fueron recolectados. Se evaluó el número de brotes, contando cada uno de ellos y, la longitud de brotes con un escalímetro graduado en mm. Los brotes fueron colocados sobre un papel humedecido dentro de una hielera a fin de evitar la deshidratación, seguido se trasladaron al invernadero para continuar con la fase de enraizamiento.

Los tratamientos bajo estudio fueron T1 (control sin hormona), T2 (3000 mg L⁻¹ de BAP), T3 (6000 mg L⁻¹ de BAP), T4 (9000 mg L⁻¹ de BAP), T5 (3000 mg L⁻¹ de BAP +1000 mg L⁻¹ de AIB), T6 (6000 mg L⁻¹ de BAP + 2000 mg L⁻¹ de AIB), T7 (9000 mg L⁻¹ de BAP + 3000 mg L⁻¹ de AIB). En la primera fase del experimento se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con siete tratamientos y tres repeticiones, considerando a cada árbol como una unidad experimental.

Para la inducción de raíces, los brotes epicórmicos fueron desinfectados con el fungicida Vitavax 1 g L⁻¹ (carboxim concentración 200 g L⁻¹ + thiram concentración 200 g L⁻¹) durante 5 minutos, posteriormente se colocó en su base el polvo enraizador en las diferentes concentraciones utilizando la metodología descrita por Ramos *et al.* (2006). Los brotes se ubicaron en bandejas germinadoras de 40 orificios, el sustrato fue arena, formada por pequeños granos de alrededor de 0.05 a 2 mm de diámetro, desinfectada con

1 g L⁻¹ de Benlate (benomil al 50% de concentración) cada 2 kg de sustrato, realizados ocho días antes de la siembra. Los brotes fueron ubicados en el invernadero bajo condiciones ambientales semi-controladas según la metodología descrita por Cruz *et al.* (2008), que consistió en colocar las bandejas germinadoras bajo un túnel de polietileno, en un umbráculo cubierto con zarán que permitió el paso del 25% de luz solar, a fin de evitar la deshidratación de las estacas. El riego se aplicó con una frecuencia de cuatro veces al día con un intervalo de 2.5 horas, utilizando un atomizador manual de un litro.

A los 45 días de establecido el ensayo, se evaluaron las variables porcentaje de enraizamiento, sobrevivencia, número y longitud de raíces, las mismas fueron cuantificadas y medidas según el caso. La aclimatación y evaluación de las variables se realizó siguiendo la metodología descrita por Carranza *et al.* (2012). Este proceso consistió en destapar la cámara húmeda por una hora progresiva cada día, durante ocho días.

El ensayo se estableció siguiendo un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 3 x 3 (0, 1000 y 1500 mg L⁻¹ de hormona ANA x 0, 1000 y 1500 mg L⁻¹ de hormona AIB) con cinco repeticiones y cinco unidades por repetición.

Las diferencias estadísticas entre tratamientos se establecieron utilizando la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Los datos de cada una de las variables se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias al 95% de probabilidad, utilizando el programa estadístico STATISTICA versión 7. Los datos con valores cero fueron transformados con la siguiente fórmula: posteriormente los valores promedios fueron transformados a los unidades originales.

Resultados y discusión

Inducción de brotes epicórmicos

En esta etapa del experimento, la variable número de brotes mostró diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$), siendo el tratamiento T6 (6000 mg kg⁻¹ BAP + 2000 mg kg⁻¹ AIA) el que obtuvo el mayor promedio (2.67 cm). La variable longitud de brotes (cm) no mostró diferencias ($p \geq 0.05$); sin embargo, cabe señalar que el promedio más alto (27.83 cm) se observó en el tratamiento 7 (9000 mg kg⁻¹ BAP + 2000 mg kg⁻¹ AIA) (Cuadro 1).

Hallé *et al.* (1978) consideran que el principal y más importante factor que influye en el inicio de brotes epicórmicos en los árboles es el “plan genético de crecimiento” de una especie individual. Misma que puede estar fuertemente influenciada por el medio ambiente. La técnica empleada en esta investigación aplicando factores externos a la genética de la planta, garantiza la obtención de brotes epicórmicos, dado que, se incluyó en el proceso de producción o regeneración de brotes la acción de los

reguladores de crecimiento (Gordon *et al.*, 2006), sumado a la acción del corte desarrollado en la base del tronco (Castro *et al.*, 2011). Sin embargo, la respuesta negativa en el caso de los tratamientos en los que solo se aplicó BAP pudo estar relacionada con el hecho que se necesita un balance adecuado de auxina y citoquinina para inducir los brotes. Estos resultados concuerdan con lo manifestado por Cob *et al.* (2012), quienes fundamentan que la elongación caulinar a altas concentraciones de citoquinina y baja concentración de auxinas favorecen la inducción y formación de puntos de crecimiento, incrementándose la tasa de proliferación de brotes en *Persea lingue* (Lingue, Litchi). Se corrobora también lo expresado por Orellana (1998) quien manifiesta que el balance auxina y citoquinina es determinante en el coeficiente de proliferación, lo que reflejará elevadas tasas de proliferación de brotes, ampliando la efectividad de la técnica. Además, se debe considerar el efecto de otros factores en la inducción de brotes, tales como la luz y el calor, hecho que es corroborado por Zimmermann y Brown (1971) y Collier y Turnblom (2001), según quienes la producción de brotes epicórmicos se estimula o aumenta por la luz, el calor, estímulos hormonales, o una combinación de estos factores. Además se debe considerar la edad o tamaño de la base de los árboles, dado que la presencia y número de brotes varía a lo largo de la vida del árbol, siendo los árboles más viejos los que tienen un mayor número de brotes en zona del tronco, en comparación a los árboles más jóvenes (Castro *et al.*, 2011).

Enraizamiento de brotes epicórmicos

A los 45 días de establecido el experimento, se evaluó el efecto combinado de las hormonas ANA y AIB, obteniéndose diferencias entre los tratamientos ($p \leq 0.05$). La combinación con los promedios más altos en todas las variables fue para el tratamiento de 1500 mg L⁻¹ ANA + 1500 mg L⁻¹ AIB, con 54% de enraizamiento, 1.78 en número de raíces y 2.59 cm de longitud de raíz. Salvo para la variable porcentaje de sobrevivencia, cuyo mayor promedio lo obtuvo el tratamiento testigo con 94% (Cuadro 2).

Porcentaje de sobrevivencia

El promedio más alto se observó en el tratamiento testigo con 94%, sin embargo ninguno de los brotes lograron enraizar. Mientras que el tratamiento T9 (1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg kg⁻¹ AIB) mostró el 82% de sobrevivencia. Este resultado concuerda con los obtenidos por Chicaiza (2004), quien reportó en la concentración 1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg kg⁻¹ AIB el 85.42% de sobrevivencia en *Tectona grandis* (teca).

Porcentaje de enraizamiento

La presencia de raíces fue mayor en el tratamiento 9 (1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg kg⁻¹ AIB) con un 54%, lo que refleja que la concentración de ambas auxinas tienen un efecto diferencial sobre los demás tratamientos. Este

Cuadro 1. Número y longitud de brotes (cm) en la inducción de brotes epicórmicos de *Cordia alliodora*

Tratamiento	Numero brotes	Longitud de brotes (cm)
1 Testigo	0.00 b	0.00 a
2 3000 mg L ⁻¹ (BAP)	0.00 b	0.00 a
3 6000 mg L ⁻¹ (BAP)	0.00 b	0.00 a
4 9000 mg L ⁻¹ (BAP)	0.67 a b	20.33 a
5 3000 mg L ⁻¹ (BAP) + 1000 mg L ⁻¹ (AIA)	1.67 a b	25.72 a
6 6000 mg L ⁻¹ (BAP) + 2000 mg L ⁻¹ (AIA)	2.67 a	16.42 a
7 9000 mg L ⁻¹ (BAP) + 3000 mg L ⁻¹ (AIA)	1.00 a b	27.83 a
CV (%)	40.23	94.34

resultado es consistente con lo mencionado por Santelices y Cabello (2006), y Bettioli-Neto *et al.* (2006), quienes mencionan que la aplicación de auxinas es un procedimiento que influye beneficiosamente en el enraizamiento. El porcentaje obtenido en el enraizamiento es similar al obtenido por Stuepp *et al.* (2014) en *Paulownia fortunei* var. con 57.81% con 1500 mg kg⁻¹ de AIB, y Bermúdez (2006), quien con el tratamiento de 1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg kg⁻¹ AIB, obtuvo 59.73%. Sin embargo, estos resultados son inferiores a los obtenidos por Ramos (2000) en Teca, quien trabajó con material rejuvenecido *in vitro*, que al ser tratados con 1000 mg L⁻¹ ANA + 1000 mg L⁻¹ AIB mostraron un promedio de 92.50% de enraizamiento en sustratos inertes.

En la misma especie Chicaiza (2004), obtuvo un promedio de 91.60% de enraizamiento con el tratamiento de 1500 mg kg⁻¹ de ANA + 1500 mg kg⁻¹ de AIB. Basado en estos resultados, se puede afirmar que el enraizamiento está más relacionado con la fase de estaca lignificada, que, con la edad de la planta donante (García, 2008), variando la capacidad de enraizamiento con la posición de la estaca en el árbol. Aunque, se han hecho intentos para revitalizar o rejuvenecer el material adulto a fin de inducir enraizamiento (Revilla *et al.*, 1996; Sánchez *et al.*, 1997), no se ha logrado evitar, en muchos casos, las barreras constituidas por la pérdida del potencial de enraizamiento de individuos adultos (Díaz-Sala *et al.*, 1996; Goldfarb *et al.*, 1998).

Cuadro 2. Interacción de los niveles de hormonas ANA por AIB en la inducción de raíces a partir de brotes epicórmicos de *Cordia alliodora*

Interacción de las hormonas ANA y AIB	Porcentaje de Supervivencia	Porcentaje de enraizamiento	Número de raíces	Longitud de raíces
1 0 mg kg ⁻¹ ANA + 0 mg kg ⁻¹ AIB	94.00 a	0.00 b	0.00 b	0.00 b
2 0 mg kg ⁻¹ ANA + 1000 mg kg ⁻¹ AIB	38.00 bcd	16.00 b	0.17 b	0.12 b
3 0 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB	11.00 d	0.00 b	0.00 b	0.00 b
4 1000 mg kg ⁻¹ ANA + 0 mg kg ⁻¹ AIB	24.00 cd	16.00 b	0.05 b	0.58 b
5 1000 mg kg ⁻¹ ANA + 1000 mg kg ⁻¹ AIB	75.00 ab	25.69 ab	0.48 b	0.05 b
6 1000 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB	71.00 abc	10.84 b	0.19 b	0.12 b
7 1500 mg kg ⁻¹ ANA + 0 mg kg ⁻¹ AIB	16.00 d	0.00 b	0.00 b	0.00 b
8 1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1000 mg kg ⁻¹ AIB	54.00 abcd	3.29 b	0.00 b	0.09 b
9 1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB	82.00 ab	54.00 a	1.78 a	2.59 a
CV %	11.74	10.07	21.26	21.28

Número de raíces

Al evaluar el número de raíces, el tratamiento 9 (1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg kg⁻¹ AIB) mostró 1.78. Este resultado se acerca a los obtenidos por Pettao (2007) quien trabajó con *Switenia macrophylla* (caoba), obteniendo 0.97 raíces con un tratamiento similar. Siendo, estos a su vez inferiores a los obtenidos por García (2005) en *Gmelina arborea* Roxb con un promedio de 6.60 en el tratamiento 2000 mg kg⁻¹ de AIB. Esta respuesta podría estar relacionada según Medina (2012) con la varianza fenotípica producto de la interacción genes ambiente de cada individuo, la misma que permite que las plantas puedan regenerar por completo o no su sistema radicular, incluyendo factores tales como los ambientales (temperatura, luz, nutrición mineral y otros) y fisiológicos (estado hormonal de la planta madre y otros). El estado de desarrollo afecta significativamente la capacidad de enraizamiento de especies forestales.

Longitud de raíces

El tratamiento 9 (1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg kg⁻¹ AIB) mostró 2.59 cm de longitud, siendo consistentes con lo descrito por Valarezo (1984), quien menciona que las sustancias más utilizadas para estimular el crecimiento radicular en estacas son el ácido indolbutírico (AIB) y el naftalenacético (ANA). Además coinciden con lo expresado por Hartmann *et al.* (1997) quienes mencionan que el uso de regulador del crecimiento vegetal se convierte en una mayor probabilidad de emisión de raíces adventicias, y el uso de IBA proporciona enraizamiento temprano y la formación de raíces. Por otra parte, los promedios obtenidos en esta investigación son inferiores a los obtenidos en otras especies leñosas tropicales como la *G. arborea*, donde se obtuvo mejores resultados al emplear 2000 mg kg⁻¹ de AIB para promover un mayor tamaño de raíces, logrando en promedio 12 cm de longitud (García, 2005). Sin embargo, son comparables a los obtenidos por Stuepp *et al.* (2014) en el enraizamiento de brotes epicórmicos de *Paulownia fortunei* var. Mikado (árbol de dragón) quienes obtuvieron una longitud por estaca de 4.57 cm, con 2000 mg kg⁻¹ AIB. En general se puede manifestar que, un buen sistema de raíces es importante para la estabilidad y el crecimiento del árbol (Asaah *et al.*, 2010).

Basado en los resultados obtenidos en esta investigación, se concluye que es posible inducir brotes epicórmicos utilizando citoquininas junto con las auxinas, por tanto, la capacidad de brotación está directamente relacionada con la concentración adecuada de BAP y AIB. El enraizamiento inducido por la aplicación de auxinas ANA y AIB permitió inducir el mayor número, longitud, porcentaje de raíces y sobrevivencia a partir de brotes epicórmicos de *C. alliodora*.

Bibliografía

- Aparicio, A., Pastorino, M., Martinez-Meier, A. and Gallo, L. 2009. Vegetative propagation of patagonian cypress, a vulnerable species from the subantarctic forest of South America. *Bosque* (Valdivia) [online]. 30(1): 18-26
- Asaah, EK., Tchoundjeu, TN., Wanduku, TN. and Van Damme P. 2010. Understanding structural roots system of 5-year-old Africam plum tree (*D. edulis*) of seed and vegetative origins (G. Don) H. J. Lam. *Trees Structure and Function* 24:789-796.
- Bermúdez, M. 2006. Propagación Vegetativa de la *G. melina* Arbórea Roxb. Con el uso de hormonas de enraizamiento (ANA Y AIB) y establecimiento en campo de parcelas permanentes. Tesis Ing. For. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. p. 40.
- Bettioli-Neto, JE., Pio, R., Bueno, SCS., Bastos, DC. and Scarpore-Filho, JA. 2006. Enraizamiento de estacas dos portaenxertos araticum-de-terra-fria (*Rollinia* sp.) e araticummirim (*Rollinia emarginata* Schtdl.) para Anonáceas. *Ciência e Agrotecnologia* 30(6): 1077-1082.
- Bioversity International-Laforgen. Latin American Forestry Genetic Resources Network. [en línea]. 2008. <http://www.laforgen.org> [consultado 13 de noviembre del 2010].
- Boshier, DH. and Lamb, AT. 1997. *Cordia alliodora*: Genética y mejoramiento de árboles. Oxford forestry Institute. Department of Plant Sciences. University Of Oxford. *Tropical Forestry Papers* no. 36. 100 p.
- Canchignia, F., Benavides, G., Espinoza, M., Carranza, M., Cevallos, O. y Saucedo, S. 2008. Propagación vegetativa de plátano y banano con la aplicación de benzilaminopurina (6-BAP) y ácido indolacético (AIA). *Ciencia y tecnología* 1: 11-15.
- Carranza, M., Escobar, A., Nieto, J., Morante, J. Cevallos, O., Saucedo, S. y Reyes, X., 2012. Propagación de *Tabebuia Donnell-Smithii* Rose (guayacán blanco) utilizando hormonas de enraizamiento. *Ciencia y Tecnología* 5(2): 17-26.
- Castro, M., Fassio, C., Darrouy, N., Aedo, M. and Jorquera, L. 2011. Different alternatives for producing sprouts of avocado (*Persea americana*) rootstocks. *Cienc. Inv. Agr.* 38(2).
- Castro, S. y Roa, C. 2006. Bacterias endofitas de *Cordia alliodora* Oken y *Tabebuia rosea* Bertold d.c: potencial como promotoras de crecimiento vegetal en la propagación de su hospedero. Requisito previo a la obtención del título de Microbiólogo Agrícola y Veterinario. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. Carrera de Microbiología Agrícola y Veterinaria Bogotá D.C.

- Chicaiza, D. 2004. Propagación vegetativa de *Tectona grandis* L. (teca) a través de estacas enraizadas. Tesis Ing. For. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. p. 70.
- Cob, J., Sabja, A., Ríos, D., Lara, A., Donoso, P., Arias, L. y Escobar, B. 2012. Potencial de la organogénesis como estrategia para la masificación *in vitro* de *Persea lingue* en la zona centro-sur de Chile. Bosque (Valdivia) [online]. 2010, 31(3): 202-208.
- Collier, RL. and Turnblom, EC. 2001. Epicormic branching on pruned coastal Douglas fir. West. J. Appl. For. 16:80-86.
- Cruz, N., Morante, J. y Acosta, M. 2008. Propagación vegetativa de Fernan Sánchez (*Triplaris guayaquilensis*) mediante la utilización de hormonas de enraizamiento (ANA y AIB). Revista Ciencia y Tecnología 1(1): 7-10.
- Díaz-Sala, C., Hutchison, KW., Goldfarb, B., Greenwood, MS. 1996. Maturation-related loss in rooting competence by loblolly pine stemcuttings: The role of auxin transport, metabolism and tissue sensitivity. *Physiologia Plantarum*. 97: 481-490.
- Dossier, D. y Lamb, A. 1997. *Cordia alliodora*. Genética y mejoramiento de árboles. Tropical Forestry papers 36. Turrialva - Costa Rica. 100 p.
- FAO, 2010. Directrices para la preparación de informes de los países para la situación de los recursos genéticos forestales del mundo. Comisión de Recursos para la alimentación y la agricultura. Roma. 47 p.
- Farfán, VF. y Urrego, JB. 2004. Comportamiento de las especies forestales *Cordia alliodora*, *Pinus oocarpa* y *Eucaliptus grandis* como sombrero e influencia en la productividad del café. Rev. Cenicafé 55(4): 317-329.
- García, RJ., Vargas, Z., Cetina, V. y Villegas, A. 2005. Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y tipo de estaca en el enraizado de *Gmelina arborea* Roxb. Rev. Fitotec. Mex. 28(4): 319-326.
- García, T. 2008. Empleo de fitohormonas ANA y AIB para la propagación vegetativa de *Cedrela odorata* L. (Cedro) bajo tres sustratos en la zona de Quevedo. Tesis Ing. For. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. p 84.
- Goldfarb, B., Hackett, WP., Furnier, GR., Mohn, CA. and Plietzsch, A. 1998. Adventitious root initiation in hypocotyl and epicotyl cuttings of eastern white pine (*Pinus strobus*) seedlings. *Physiologia Plantarum*. 102: 513-522.
- Gordon, D., Rosati, A., Damiano, C. and Dejong, TM. 2006. Seasonal effects of light exposure, temperature, trunk growth and plant carbohydrate status on the initiation and growth of epicormic shoots in *Prunus persica*. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 81: 421-428.
- Hallé, F., Oldeman, RAA. and Tomlinson, PB. 1978. Tropical trees and forests: an architectural analysis. Springer, Berlin, Germany, 441 p.
- Hartmann, HT., Kester, D., Davies, FTJ. and Geneve, RL. 1997. Plant propagation: Principles and practices. Sixth Edition, Pentice Hall, Inc. New Jersey- p770.
- Hartmann, HT., Kester, DE., Davies, FT. and Geneve, RL. 2002. Plant propagation: Principles and Practice. 7th ed. Prentice Hall Inc. New Jersey, USA. 880 pp.
- Hartmann, HY. and Kester, E. 1995. Propagación de plantas. Principios y Prácticas. 4a. ed. México. D.F. Continental. 760 p.
- López, FJ., Guío, RN., Fischer, G. and Miranda, D. 2008. Propagación de uchuva (*Physalis peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 61(1): 4347-4357.
- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador). 2013. Proyecto "Sistema Nacional de Control Forestal" Presentado a la SENPLADES por el Ministerio del Ambiente para su actualización y priorización.
- Medina, A. 2012. Caracterización de genes GRAS en *Pinus radiata* D. Don y su expresión durante el enraizamiento adventicio. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá. Departamento de Biología Celular y Genética. Madrid Barcelona 158 p.
- Meier, AR., Saunders, MR. and Michler, CH. 2012. Epicormic buds in trees: A review of bud establishment, development and dormancy release. *Tree Physiology*, 32(5): 565-584.
- Murrillo, O., Rojas, JL. y Badilla, Y. 2001. Reforestación clonal. Instituto Tecnológico de Costa Rica, pág. 32 p.
- Orellana, P. 1998. Introducción a la propagación masiva. In Pérez JN ed. Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología. Santa Clara, Cuba. Instituto de Biotecnología de las Plantas. p. 125-132.
- Pettao, J. 2007. Propagación vegetativa de *Swietenia macrophylla* King (Caoba) mediante la aplicación de reguladores de crecimiento "ANA y AIB" (Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal, Universidad Técnica Estatal de Quevedo).
- Ramos, L. 2000. Algunos avances en la morfogénesis de la teca. (*Tectona grandis*). Tesis para obtener la Maestría en Ciencias. Universidad Ciego de Ávila. Ciego de Ávila. Cuba. Página. 55
- Ramos, L., Cruz, N., Morante, J. y Villasis, O. 2006. Empleo de hormonas ANA y AIB estimuladoras de enraizamiento para la propagación vegetativa de *Chlorophora tinctoria* (L) Gaud (moral fino) en el Litoral ecuatoriano. *Foresta veracruzana* 8(1): 9-12
- Sandoval, 2008. Aplicación de técnicas de micropropagación en la especie *Cordia elaeagnoides* A. DC. (Boraginaceae). Avances en la investigación Científica en CUCBA. ISBN 978-607-00-2083-4.
- Santelices, R. y Cabello, A. 2006. Efecto del ácido indolbutírico, del tipo de la cama de arraigamiento, del sustrato, y del árbol madre en la capacidad de arraigamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Phil.) rasser. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 55-64.

- StatSoft, Inc., 2003. STATISTICA (data analysis software system), Versión 7. www.statsoft.com.
- Stuepp, CA., Zuffellato-Ribas, KC., Wendling, I., Koehler, HS. and Bona, C. 2014. Vegetative propagation of mature dragon trees through epicormic shoots. *Bosque (Valdivia)* 35(3): 337-345.
- Tapia, C., Zambrano, E. y Montero, A. 2008. Estado de los recursos fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación. Publicación Miscelánea No 144. INIAP, Quito. 2008. 74 p.
- Valarezo, R. 1984. Rooting hard to root conifers. 35: 178.
- Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F. y Vallejos, O. 2010. Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genética forestal. *Agronomía Costarricense* 34(1): 105-119.
- Zimmermann, MH. y Brown, CL. 1971. Trees structure and function. New York. Springer-Verlag. 336 pp.