

Enraizamiento de estacas de guayabo (*Psidium guajava* L.) utilizando ácido indolbutírico y diferentes sustratos

Rooting of cuttings in guava (*Psidium guajava* L.) using indolebutyric acid and different substratum

R. Prieto-Silva¹, G. Hernández-Oviedo¹ y M. Ramírez-Villalobos¹

¹Departamento de Botánica. Facultad de Agronomía. LUZ. Universidad del Zulia. Apartado 15205. Maracaibo, 4005.

Resumen

Para mejorar el enraizamiento de estacas de guayabo se evaluó el efecto del ácido indolbutírico (AIB, 0 y 200 mg.L⁻¹) más 1 g.L⁻¹ de Benlate (50% Benomil), y de los sustratos humus de lombriz (HL) y abono orgánico de río (AR) en proporciones 1:1; 2:1 y 3:1, respectivamente. Las estacas se sumergieron en AIB+Benlate durante 14 h. A las ocho semanas se evaluó porcentaje de estacas vivas (PEV), sanas (PES), enraizadas (PEE), número de raíces/estacas (NRE) y longitud de la raíz más larga (LRL). Se encontró que las estacas sin AIB plantadas el sustrato 3HL:1AR registraron los máximos PEV (24%), PES (16%), PEE (20%) y LRL (1,65 cm). El mayor NRE (2,2) se presentó en 2HL:1AR con AIB.

Palabras clave: estacas, auxina, sustrato, enraizamiento, *Psidium guajava*.

Abstract

In order to improve the rooting in guava, the effect of indolebutyric acid (IBA), 0 and 200 mg.L⁻¹) plus 1 g.L⁻¹ of Benlate (50% Benomyl), and the substratum earthworm humus and organic river matter (RO) in the proportions 1:1; 2:1 and 3:1, respectively, were evaluated. The cuttings were submerged in IBA+Benlate for 14 h. Eight weeks after, the alive (CAP), health (CHP) and rooted (CRP) cutting percentage; root number by cutting (RN) and length of the longest root (LR) were evaluated. It was found that cuttings without AIB and

plant in substratum 3HL:1AR registered the maximum CAP (24%), CHP (16%), CRP (20%) and LR (1,65). The maximum RN (2,2) was obtained in 2HL:1AR with IBA.

Keys words: cutting, auxin, substratum, rooting, *Psidium guajava*.

Introducción

El guayabo es uno de los frutales más conocidos y cultivados en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. En Venezuela se desarrolla preferentemente en las zonas cálidas del norte del país, desde el nivel del mar hasta 1880 m de altitud (11). La fruta es fuente de calcio, fósforo y vitaminas (C, A y B₃) (6).

La expansión del cultivo, en superficie sembrada, se debe a la gran adaptación del guayabo a las condiciones agroecológicas del estado Zulia, y a la tecnología básica de producción ya existente. Muchos aspectos técnicos fueron obviados durante esta expansión quizá por la carencia de personal técnico capacitado para dirigirlo, lo cual ocasionó la aparición de problemas fitosanitarios tales como: mota blanca (*Capulinia* sp.), nematodos (*Meloidogyne incognita*) y pudrición apical (*Dothiorella* sp.), entre otros (16).

Por otra parte, la propagación de este frutal se efectúa principalmente por vía sexual (semillas) lo que ha determinado la existencia de una gran variabilidad genética, aunque algunos productores de Zulia y Trujillo están implementado el uso de plantas injertadas. Los problemas fitosanitarios y la propagación mediante semillas, crearon la necesidad de la propagación vegetativa con el fin de obtener las ventajas de esta forma de reproducción como son la obtención de ejemplares

iguales a la planta original y estabilidad genética, entre otras (10, 16).

La formación de raíces adventicias en ramas de tallo es la base de la práctica de la reproducción asexual del estaquillado y acodado de muchas especies, en algunos casos con la aplicación de reguladores de crecimiento principalmente las auxinas. Estas últimas permiten aumentar el número de estacas enraizadas, acelerar la formación de raíces, aumentar el número y la calidad de las raíces formadas por estaca y aumentar la uniformidad del enraizado; efectos que conducen al ahorro de la mano de obra y liberación más rápida del espacio en los viveros en un menor tiempo (10).

En guayabo se ha logrado un bajo porcentaje de estacas viables (5%) y con enraizamiento (10%) con ácido indolbutírico (AIB) a 200 mg.kg⁻¹ y aplicaciones de Benlate (Benomil 50%) (16). Aunque, investigaciones de Pereira (14), Pereira (15) y Dantas *et al.* (8) indican valores 70, 80 y 40% de enraizamiento, respectivamente. En otras especies se ha encontrado que las auxinas y el sustrato influyen en el enraizamiento de las estacas, entre estas el onoto (*Bixa orellana*) (17), merey (*Anacardium occidentale*) (2) y *Prunus* sp. (9)

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del AIB y del sustrato en el enraizamiento de estacas de guayabo.

Materiales y métodos

Material vegetal. Se seleccionaron cinco plantas sanas, de cuatro años de edad, ubicadas en el Centro de Investigación del Agua (CIA) de la Universidad del Zulia. Las estacas se recolectaron en la mañana y se mantuvieron en cámara húmeda hasta su preparación, que consistió en tomar la zona de transición de lignificación de la rama dejándole tres pares de nudos y dos pares de hojas cortadas a la mitad (16).

Auxina. La aplicación se hizo sumergiendo la base de las estacas (3 cm) en una solución que contenía AIB (0 y 200 mg.L⁻¹) más 1 g.L⁻¹ de Benlate por un período de 14 horas.

Sustratos. Mezclas de humus de lombriz (HL) y abono orgánico de río (AR) en proporciones 1:1, 2:1 y 3:1, respectivamente, fueron homogéneamente preparadas y dispensadas en vasos plásticos de 355 cm³.

Siembra. Se sembró una estaca, a 3-4 cm de profundidad, por cada recipiente que contenía la mezcla de sustratos regados a capacidad de campo. Después se asperjaron con Benlate (2 g.L⁻¹), se colocó una bolsa plástica

transparente para crear una cámara húmeda. Dos alambres en forma de arco se colocaron en el recipiente para evitar el contacto de las hojas con la bolsa. La pérdida de agua se evitaba atando la bolsa al recipiente.

Diseño experimental. Los factores de estudio (AIB y mezcla de sustratos) se dispusieron en un arreglo factorial de 2x3. El diseño fue de bloques al azar con cinco repeticiones y cinco estacas como unidad experimental. Los tratamientos se obtuvieron de la combinación de los dos factores de estudio. A las 8 semanas de la siembra se midieron las variables porcentaje de estacas vivas (PEV), sanas o sin contaminación de microorganismos principalmente hongos (PES), enraizadas (PEE), número de raíces (NRE) y de brotes por estacas (NBE), y longitud de la raíz (LRL) y del brote más largo (LBL). Las variables PEV, PES y PEE fueron expresadas mediante relaciones porcentuales en cada tratamiento; y el NRE, NBE, LRL y LBL a través de la media de los tratamientos.

Resultados y discusión

Los máximos valores de las variables estudiadas se observaron en las estacas enraizadas sin AIB y plantadas en 3HL:1AR para PEE (20%), PEV (24%), PES (16%), LRL (1,65 cm) y LBL (0,73 cm); en las estacas enraizadas con AIB en el sustrato 2HL:1AR para NRE (2,20), y en las estacas enraizadas sin AIB en HL:AR

para NBE (0,28) (cuadro 1).

El mejor enraizamiento ocurrió en las estacas enraizadas sin AIB y plantadas en el sustrato 3HL:1AR (figura 1A) se asoció con las propiedades hormonales del humus de lombriz (12) y a su efecto de aumentar la permeabilidad de la membrana celular, elevar la actividad de los fermentos

tos sintetizantes, el contenido de clorofila y la intensidad de respiración (5). Adicionalmente, el humus de lombriz a bajas concentraciones actúa incrementando el proceso de formación de raíces dado a que es rico en fitoestimulinas: giberelinas (2,05-2,75 µg/materia seca) y auxinas (3,07-3,80 µg/materia seca), y también se le atribuye una acción estimulante a los ácidos húmicos, que actúan al igual que las hormonas favoreciendo la emisión de raíces, el desarrollo del sistema radical y crecimiento de los tallos (7).

El tratamiento de estacas tratadas con AIB y sembradas en 2HL:1AR mostró que esta auxina aumentó el NRE al emplear este sustrato (figura 1B). La auxina endógena o aplicada es un requerimiento para la iniciación de raíces adventicias en tallo, ya que inducen la división de las primeras células (1, 10). Pereira *et al.* (15), Bacarín *et al.*, (4) y Ramírez *et al.* (16) señalaron resultados similares con la concentración de 200 mg.kg⁻¹ de AIB. En relación a LRL se encontró que el

valor obtenido en esta investigación es inferior al indicado por Mukhopadhyay y Chatterjee (13) que fue de 6,5-7,2 al usar 5000-7000 mg.kg⁻¹ de AIB.

El PEE logrado fue bajo y supera al obtenido por Ramírez *et al.* (16) que fue de 10%. Sin embargo, contrastan con el registrado por Pereira (14), Pereira (15) y Dantas *et al.* (8), quienes obtuvieron 70, 80 y 40% de enraizamiento. Araujo *et al.* (3) reportaron un PEE similar al obtenido en este experimento, pero con mayor concentración de AIB.

En otras especies se ha mostrado que el tipo de sustrato influye en la respuesta de enraizamiento. En *Prunus* sp. el máximo enraizamiento de estacas se logró con arena y estiércol de bovino (9) y en merey con aserrín de madera y estiércol de bovino (2).

En las estacas se observó una tendencia de enraizamiento, en las tratadas con AIB el proceso ocurrió en la parte superior del nudo y en las no tratadas en el nudo. También se encontró que hubo estacas que lograron

Cuadro 1. Efecto del sustrato y de la aplicación de ácido indolbutírico (AIB) en el porcentaje de estacas enraizadas (PEE), vivas (PEV), sanas (PES), número de raíces (NRE) y de brotes por estacas (NBE), y longitud de la raíz (LRL) y del brote más largo (LBL) en el guayabo, a las ocho semanas.

Sustrato*	AIB (mg.kg ⁻¹)	PEE	PEV	PES	NRE	LRL	NBE	LBL
HL:AR	0	4	16	12	0,28	0,36	0,28	0,73
HL:AR	200	0	0	0	0	0	0	0
2HL:1AR	0	8	12	8	0,08	0,14	0,08	0,05
2HL:1AR	200	8	8	8	2,20	0,45	0,12	0,28
3HL:1AR	0	20	24	16	0,36	1,65	0,12	0,73
3HL:1AR	200	4	8	4	0,40	0,20	0,12	0,04

*: Expresado en proporciones. HL: humus de lombriz. AR: Abono de río.

enraizar sin la presencia de sus hojas, mismas que se desprendieron naturalmente, lo que permite inferir que éstas no son requeridas para la emisión de las raíces (figura 1C, 1D). Las hojas del segundo nudo se desprendieron en todos los tratamientos.

En este experimento hubo bajo

PES (4-16%) y PEV (24%) a pesar de usar el Benlate asperjado en las estacas antes de la siembra, y en la solución de remojo (con o sin AIB). Investigaciones anteriores (16) permiten indicar que la exposición por 14 h de las estacas en la solución de AIB con fungicida disminuyó la contaminación.

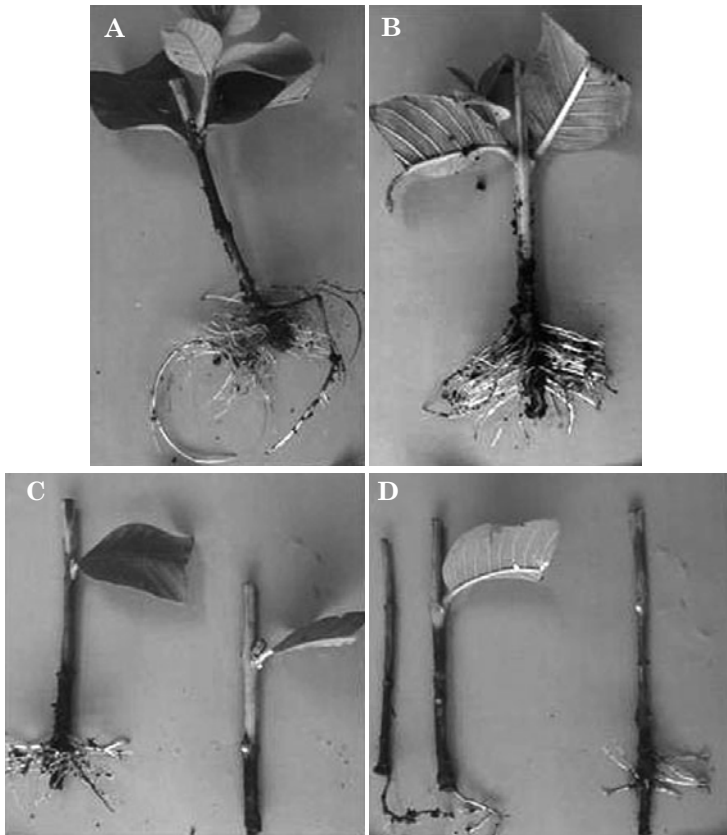


Figura 1. Estacas de guayabo enraizadas a las 8 semanas de la siembra. A) Estaca enraizada en el sustrato humus de lombriz (HL) y abono de río (AR) proporción 3:1 sin ácido indolbutírico (AIB). B) Estaca enraizada con 2HL:1AR y 200 mg.L⁻¹ de AIB. C) Estaca con formación de raíces y una hoja desprendida (Izquierda) con el sustrato descrito en A más AIB; y una estaca viva sana con una hoja y sin formación de raíces (derecha). D) Estacas con o sin hojas enraizadas, obsérvese la raíces en el nudo (izquierda, HL:AR sin AIB) y por encima del nudo (derecha, 2HL:1AR con AIB).

Conclusiones y recomendaciones

El mayor porcentaje de enraizamiento (20%) se logró al plantar las estacas en el sustrato humus de lombriz y abono de río, en proporción 3:1.

El uso de humus de lombriz y abono de río, en proporción 2:1, en combinación con la exposición de las

estacas en 200 mg.L⁻¹ de ácido indolbutírico permitió el mayor número de raíces por estacas.

Se recomienda continuar investigaciones que conduzcan a aumentar de la cantidad de estacas sanas con raíces.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento al Proyecto "Propagación de especies de interés frutícola y ornamental" registrado en el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia (LUZ) como no financiado bajo el N°

0637-02. y al Centro de Investigación del Agua (CIA) de LUZ. Al Centro Frutícola del estado Zulia-CORPOZULIA. Al (FONACIT No. F-2001001117, S1-2000000795). Al Vivero de la Facultad de Agronomía de LUZ.

Literatura citada

1. Acosta E., M., J. Sánchez B. y M. Bañón A. 2000. Auxinas. p. 305-323. En: Azcón, J. y M. Bieto (Eds.). Fundamentos de fisiología vegetal. Primera Edición. McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U. Edicions Universitat de Barcelona.
2. Almeida, F., F. Almeida, J. Albuquerque, M. Rabelo y C. Soares. 1992. Comparação de substratos em alporques de cajueiro anao precoce (*Anacardium occidentale* L.) com consequente uso aluminização. Turrialba 42:528-530.
3. Araujo, F., E. Kersten y J. Correa. 1998. Influência do ethephon e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ramos de goiaberia (*Psidium guajava* L.). Ciencia Rural 28:221-224.
4. Bacarín, M., M. Benincasa, V. Andrade y F. Ferreira. 1994. Enraizamento de estacas aéreas de goiabeira (*Psidium guajava* L.): efeito do ácido indolbutírico sobre a iniciação radicular. Revista Científica, São Pablo 22:71-79.
5. Burbano, H. 1998. La materia orgánica: origen propiedades y su relación con la calidad/salud del suelo. Memorias del IX Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Colombia. p. 161-167.
6. Calderón, G. 1992. El cultivo de la guayaba. Fruticultura Tropical. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. Tercera Edición Colombia. 303 p.
7. Compagnoni, L. y G. Putzolu. 1999. Cría moderna de las lombrices y la utilización rentable del humus. Editorial De Vecchi S. A. Barcelona, España. p. 62-91.
8. Dantas, A., L. Dutra y E. Kersten. 1999. Influencia do etefon e do tipo de no enraizamento goiaberia (*Psidium guajava* L.). Revista Brasileira de Agrocência 5:19-21.

9. Firoz, Z., M. Hossain, A. Choudhury y M. Chowdhury. 1998. Effect of root growth media and parts of shoot cutting on the success of cherry. *The Journal of Agricultural Science* 31:47-52.
10. Hartmann, H. y D. Kester. 2001. *Propagación de Plantas. Principios y Prácticas*. Octava Reimpresión. Editorial Continental. México. 760 p.
11. Hoyos, J. 1989. *Frutales en Venezuela*. Sociedad de Ciencia Naturales la Salle, Venezuela. Monografía No 36. Caracas, Venezuela 366 p.
12. Lobartini, J. y G. Orioli. 1996. Las sustancias húmicas y la nutrición vegetal. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 101:201-209.
13. Mukhopadhyay, S. y B. Chatterjee. 1983. Effect of forcing, etiolation ad IBA (indolebutyric acid) on rooting of guava (*Psidium guajava* L.). *Sci. & Cult.* 59:49-50.
14. Pereira, F., A. Oloioli y D. Banzatto. 1983. Enraizamento de diferentes tipos de estacas enfolhadas goiaberia (*Psidium guajava* L.) em câmaras de nebulização. *Revista Científica, São Pablo* 11:239-244.
15. Pereira, F., E. Petrechen, M. Benincasa y D. Banzatto. 1991. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de goiaberia (*Psidium guajava* L.) das cultivares "Rica" e "Paluma", em câmaras de nebulização. *Revista Científica, São Pablo* 19:199-206.
16. Ramírez, M., A. Urdaneta y M. Marín. 1999. Injertación y estaquillado en el guayabo bajo condiciones de bosque muy seco tropical. *Revista de la Facultad de agronomía de la Universidad del Zulia (LUZ)* 16:36-42.
17. San Miguel, F., C. Michelangeli De Claviño, C. Basso y A. Trujillo. 1999. Enraizamento de estacas de onoto. *Agronomía Tropical* 49:60-79.