

# Efecto del ácido indolbutírico sobre el enraizamiento de acodos aéreos de guayabo (*Psidium guajava* L.) en el municipio Baralt, Venezuela. Evaluación preliminar

Effect of indolbutyric acid on the air layer rooting of guava (*Psidium guajava* L.) in the Baralt County, Venezuela. Preliminary evaluation

Adriana Beatriz SÁNCHEZ URDANETA<sup>✉1</sup>, Ernesto SUÁREZ<sup>2</sup>, Mildred Razzela GONZÁLEZ<sup>3</sup>, Yodervis AMAYA<sup>1</sup>, Ciolys Beatriz COLMENARES<sup>4</sup> y Jorge ORTEGA<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Departamentos de Botánica, Agronomía y Estadística, Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia. Maracaibo, estado Zulia, Venezuela y <sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo, Asistente de Investigación.  
E-mail: adrianabeatrizster@gmail.com y rosaval27@yahoo.es ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 08/05/2008      Fin de primer arbitraje: 24/06/2008      Primera revisión recibida: 16/02/2009  
Fin de segundo arbitraje: 17/03/2009      Segunda revisión recibida: 28/03/2009      Aceptado: 19/04/2009

## RESUMEN

El acodo aéreo representa una alternativa para la propagación vegetativa de plantas, a través del cual se obtienen individuos uniformes; partiendo de ramas de similar forma y edad, asegurando de esta manera la propagación clonal, aspecto de gran relevancia especialmente en especies frutales. Por ello se evaluó el efecto del ácido indolbutírico (AIB) sobre el enraizamiento de acodos aéreos en plantas de guayabo (*Psidium guajava* L.) en el municipio Baralt, estado Zulia, Venezuela. Los acodos se realizaron en ramas semi-lignificadas en activo crecimiento, de variantes de guayabo con meso y endocarpio Blanco o Rojo, utilizando como sustrato espuma fenólica + viruta de coco (1:1). Se evaluaron cuatro concentraciones de AIB (0, 2000, 4000 y 6000 mg·kg<sup>-1</sup>), bajo un diseño experimental totalmente al azar con arreglo de tratamientos factorial 2x4 con dos y cuatro repeticiones. Once semanas después de realizados los acodos se evaluó el porcentaje de acodos vivos (AV), acodos enraizados (AE) y acodos con formación de callo (AC), número de raíces por acodo (NRA) y longitud de la raíz más larga (LRL). No hubo efecto significativo para AE, NRA y LRL por efecto de la variante y de la concentración de AIB; no obstante, hubo 20,83% de AE, el NRA fue de 0,96 por acodo y la LRL fue de 8,73 mm en promedio. Los porcentajes de AV estuvieron entre 20,83 y 62,50% para 4000 mg·kg<sup>-1</sup> de AIB y el testigo, para AC entre 0,00 y 25,00% para 6000 mg·kg<sup>-1</sup> y el testigo, respectivamente, con diferencias estadísticas (P<0,04) en ambos casos. Se concluye que en las variantes de guayabo seleccionadas y las concentraciones de AIB utilizadas no promovieron adecuadamente el enraizamiento de acodos aéreos.

**Palabras clave:** *Psidium guajava*, propagación vegetativa, regulador de crecimiento, acodos aéreos.

## ABSTRACT

The air layer represents an alternative for asexual propagation. The effect of indole butyric acid (IBA) on the air layer rooting in guava (*Psidium guajava* L.) in Baralt County, Zulia state, Venezuela was evaluated. Air layer were completed in semi-lignified branches in active growth, of guava variants with White and Red meso or endocarp. Substrate was phenolic foam+coconut coit fiber (1:1) and four concentrations of IBA (0, 2000, 4000 and 6000 mg·kg<sup>-1</sup>) were evaluated, by following a completely randomized design with factorial arrangement 2x4 and two and four replications. Eleven weeks after air layers were made, the percentage of live (LL), and rooting layers (RL) and with callus formation (CL), root number per layer (RNL) and length of longest root (LLR). An analysis of variance and mean comparison were accomplished. There was not significant effect for RL, RLN and LLR; however, had 20.83% of RL, the RLN was 0.96 of air layers and LLR was of 8.73 mm in average. The LL percentages were between 20.83 and 62.50% for 4000 mg·kg<sup>-1</sup> of IBA and control, for CL between 0.00 and 25.00% for 6000 mg·kg<sup>-1</sup> and control, respectively, with statistical differences (P<0.045) in both cases. It is conclude that in selected guava variants and concentration of IBA used did not promote adequately the air layers rooting.

**Key words:** *Psidium guajava*, vegetative propagation, regulator of growth, air layers.

## INTRODUCCIÓN

El guayabo (*Psidium guajava* L.) es una planta frutal originaria de las regiones tropicales de

América (Thaipong y Boonprakob, 2005). En la actualidad, el guayabo se cultiva en casi todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, con diferentes condiciones climáticas especialmente en

los climas secos y un amplio rango de suelos (Salazar *et al.*, 2006). Es la especie cultivada más importante dentro de la familia Myrtaceae (Rai *et al.*, 2007).

El fruto del guayabo es importante comercialmente en la India, Suráfrica, Florida, Hawaii, Brasil, Colombia, Cuba, Venezuela, Nueva Zelanda, Filipinas (Yadava, 1996), Vietnam (Le *et al.*, 1998) y Tailandia (Tate, 2000). Es un fruto tropical que está disponible durante todo el año, generalmente a un precio económico, además es resistente al transporte, al manejo postcosecha y de alta preferencia por los consumidores (Thaipong y Boonprakob, 2005).

El conocimiento sobre la variabilidad genética y el efecto ambiental podría ayudar a generar diferentes estrategias de mejoramiento (Thaipong y Boonprakob, 2005). Sin embargo, existe dificultad para multiplicar material élite o selecciones en estado adulto, lo cual genera serios problemas para aplicar tecnologías de transferencia génicas en estas plantas (Gomez-Lim y Litz, 2004).

La propagación por semilla, genera variabilidad en las plantaciones de guayabo, por lo que para utilizar aquellas plantas que presentan características promisorias como alto rendimiento, tolerancia a plagas y enfermedades, se hace necesario la utilización de técnicas de propagación vegetativa (Tong *et al.*, 1991, Albany *et al.*, 2004).

En guayabo, la propagación vegetativa es factible por medio de acodo aéreo, la cual es una técnica sencilla, económica y accesible para los productores y viveristas, con ella se obtienen plantas uniformes, de mayor tamaño, en buenas condiciones y en corto tiempo, comparado con otras técnicas de propagación vegetativa (González *et al.*, 2001, Albany *et al.*, 2004, Vilchez-Perozo *et al.*, 2004). Sin embargo, debido a la generación de raíces adventicias, se presentan variadas diferencias morfológicas (en el tamaño, el número y la distribución de las raíces), lo cual fue observado en plantas genéticamente idénticas cultivadas en similares condiciones de nutrición (Jovanovic *et al.*, 2008).

Para estimular el enraizamiento de los acodos, existen diferentes tratamientos aplicados al tallo, entre otros la realización de heridas, estrangulamiento o la eliminación de un anillo de la corteza de las ramas (anillado). Con la utilización de

éstas técnicas se produce la interrupción de la traslocación acrópeta y basípeta de los compuestos orgánicos, carbohidratos, auxinas y otros factores del crecimiento, que se mueven a través del floema, lo cual favorece el enraizamiento de la rama que se encuentra unida a la planta (Ramírez-Villalobos y Urdaneta-Fernández, 2004). No obstante, de acuerdo con Hartmann y Kester (2001) la ausencia de luz en la zona donde se formarán las raíces, la aplicación de reguladores del crecimiento tipo auxinas (ácidos indolbutírico (AIB) y naftalenacético (ANA)) y la utilización de un sustrato que suministre humedad continua y temperatura moderada, son otros factores que favorecen el enraizamiento.

El crecimiento de la raíz es regulado por señales endógenas que mantienen la actividad del meristemo apical de la raíz y contribuyen con el patrón de generación de nuevas raíces laterales. Entre ellos, las auxinas juegan un papel crucial, aunque otras hormonas contribuyen a la conformación de la arquitectura total de la raíz (Jovanovic *et al.*, 2008).

La aplicación de auxinas en especies de difícil enraizamiento, es una práctica útil para la formación de raíces, debido a que acelera la iniciación radical, aumenta el número de estacas enraizadas, incrementa el número y la calidad de las raíces, además de proporcionar una mayor uniformidad en el crecimiento y desarrollo de las raíces (Bacarán *et al.*, 1994).

Las auxinas son un grupo de fitohormonas que funcionan como reguladoras del crecimiento, provocando el crecimiento por división o elongación de las células, participan activamente en el desarrollo de la raíz embrionaria y postembrionaria, así como también en el gravitropismo. Pueden ser sintetizadas en las partes aéreas de la planta o en los ápices de las raíces primarias y secundarias (Ljung *et al.*, 2005). En todas las especies estudiadas hasta ahora, la inhibición del transporte de auxinas conduce rápidamente a una disminución en el crecimiento de la raíz primaria (Blilou *et al.*, 2005).

Se ha señalado que con la aplicación de 5000 mg·kg<sup>-1</sup> de AIB se logró un 100% de enraizamiento de acodos aéreos de guayabo en México (Mata y Rodríguez, 1990). Mientras que en Venezuela, con una dosis de 5000 mg·kg<sup>-1</sup> de ANA se indujo un 96% de acodos aéreos enraizados y la utilización como sustrato de abono de río más espuma fenólica produjo un enraizamiento del 92% en guayabos (Vilchez *et*

*al.*, 1996). Por lo antes expuesto, se evaluó el efecto del ácido indolbutírico sobre el enraizamiento de acodos aéreos en dos variantes de guayabo (*Psidium guajava* L.) en ramas en activo crecimiento, en el municipio Baralt, estado Zulia, Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se condujo en la Finca RFA, ubicada en el sector Concesión 7, parroquia Libertador, municipio Baralt, estado Zulia, Venezuela (09°36'02" LN, 70°58'33" LO). En este municipio se presentan elementos florísticos característicos de un bosque seco tropical (Ewel y Madriz, 1968). La zona presenta una precipitación de 1320 mm, temperatura de 27 °C y humedad relativa de 77% en promedio anual, según los registros de las estaciones meteorológicas Mene Grande, estado Zulia y Agua Viva, estado Trujillo (Desarrollo Rural Sustentable del Municipio Baralt "Declaración de Tomoporo", 2008). Además, se presentan dos períodos lluviosos bien definidos, el primero de abril a junio, registrándose en el mes de mayo el mayor valor (165 mm), y el segundo entre agosto y noviembre, con el mayor valor en octubre (183,7 mm).

Se utilizaron variantes de guayabo (*Psidium guajava* L.) de meso y endocarpio Blanco (dos) y Rojo (cuatro), de siete años de edad sembradas a 7 x 7 m. Debido a la escasez de individuos con frutos blancos, sólo se incluyeron dos en este estudio. Como sustrato para el enraizamiento se utilizó una mezcla de viruta de coco y espuma fenólica rayada (previamente lavada antes de su uso), en proporción 1:1. La espuma fenólica es un residuo de la industria de la floristería, caracterizado por ser biodegradable, de alta capacidad de absorción y retención de humedad (Vilchez-Perozo, 2004).

Se utilizó un arreglo de tratamientos en parcelas divididas con un diseño experimental totalmente al azar. Donde el factor de la parcela principal fueron las variantes y en la parcela secundaria correspondió a la concentración de reguladores de crecimiento. Para la variante Blanca se utilizaron dos repeticiones y para la Roja cuatro repeticiones.

Los factores de estudio fueron las variantes de guayabo (Blanca y Roja) y las concentraciones de AIB (0, 2000, 4000 y 6000 mg·kg<sup>-1</sup>). La unidad experimental estuvo constituida por una rama. Dentro de cada planta se seleccionaron 16 ramas vegetativas

semi-leñosas en activo crecimiento y no ramificadas de un (1) cm de diámetro y 40 cm de longitud aproximadamente, incluyendo el meristemo apical. Cuatro ramas se seleccionaron por cuadrante en los que se dividió cada planta, siguiendo la orientación de los puntos cardinales. A cada rama se le desprendió un anillo de corteza de 2 a 3 cm de longitud, a las cuales se le asignaron los cuatro concentraciones de AIB, haciendo un submuestreo de cuatro ramas por cada nivel de regulador de crecimiento.

El AIB se aplicó en pasta, la cual se preparó con petrolato puro sin olor (Vaselina<sup>MR</sup>). Una delgada película del enraizador se esparció perimetralmente en el área de la corteza eliminada por el anillo, quedando así toda la zona impregnada de la pasta, incluyendo el extremo más distal de la rama, lugar donde se propicia el enraizamiento. Posteriormente, se colocó el sustrato humedecido de manera tal que la zona donde se aplicó el enraizador y la madera expuesta por el desprendimiento del anillo de corteza quedaron completamente cubiertas. Luego, una lámina de polietileno transparente (25x25 cm) se utilizó para envolver el sustrato, la cual se amarró firmemente en los extremos con cordel, con la finalidad de disminuir la pérdida de humedad del sustrato y para mantener la misma se le aplicó agua cada 15 días con una inyectora (Albany *et al.*, 2004).

Once semanas después de realizados los acodos se evaluó el porcentaje de acodos vivos (AV), acodos enraizados (AE) y acodos con formación de callo (AC), del total de ramas por tratamiento se calcularon los respectivos porcentajes. Se determinó el número de raíces por acodo (NRA) y la longitud de la raíz más larga (LRL) para ello se contaron el total de raíces por acodo y con una regla se midió la longitud de la raíz más larga en cada uno de los acodos. Los datos se tomaron al final del experimento y se realizó un análisis de varianza y pruebas de medias de rangos múltiples de Tukey (Steel y Torrie, 1992) y se analizaron utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS, versión 9.1.3).

## RESULTADOS

El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticas entre las variantes de guayabo para ninguna de las variables evaluadas. No obstante, para AV, AE, NRA y LRL la variante de guayabo Blanco presentó valores de 46,87%; 28,00%; 1,41

raíces·acodo<sup>-1</sup> y 11,7 mm, respectivamente y sólo para AC la variante de guayabo Rojo presentó 10,94%.

Se presentaron diferencias estadísticas significativas para AV y AC ( $P < 0,04$  y  $P < 0,049$ , respectivamente) por efecto de la concentración del regulador de crecimiento. Los AE, el NRA y LRL no presentaron diferencias por efecto de concentración, ni por variante. El mayor porcentaje de AV fue de 62,50% para el testigo. Con las mayores concentraciones de AIB (4000 y 6000 mg·kg<sup>-1</sup>) el porcentaje de AV no superó el 30% (Cuadro 1). El porcentaje de AE fue de 25% con la utilización de 6000 mg·kg<sup>-1</sup> de AIB, sin diferencias estadísticas con el testigo (20,83%).

Los AC presentaron una disminución en la medida que se incrementó la concentración del regulador de crecimiento AIB, el testigo presentó el mayor porcentaje de AC con 25%, seguido por las concentraciones de 2000 (12,5%) y 4000 mg·kg<sup>-1</sup> (4,17%) de AC, sin diferencias estadísticas con el testigo para 2000 mg·kg<sup>-1</sup>, pero con diferencias estadísticas para 4000 mg·kg<sup>-1</sup>; no obstante, con la concentración de 6000 mg·kg<sup>-1</sup> no se observó la formación de callo, siendo este último tratamiento diferente estadísticamente con el resto de los tratamientos (Cuadro 1).

El NRA presentó 2,13 raíces·acodo<sup>-1</sup> con la concentración de 6000 mg·kg<sup>-1</sup>; no obstante, en el testigo fue de 0,58 raíces·acodo<sup>-1</sup> y con la concentración de 2000 mg·kg<sup>-1</sup> fue de 0,42 raíces·acodo<sup>-1</sup>. Aparentemente, las raíces iniciaron primero con la dosis de 6000 mg·kg<sup>-1</sup> de AIB, generando esto la respuesta de la LRL en ese mismo tratamiento con 12,9 mm; no obstante, otras

raíces con otras concentraciones de AIB pudieron haberse iniciado antes y detener su crecimiento por diversas causas (baja concentración de AIB, sustrato no apropiado, entre otras). En este último caso, no se presentó una tendencia clara con la utilización del regulador de crecimiento, ya que las raíces del acodo testigo fue el que siguió en crecimiento con 8,60 mm, es decir, superó la longitud de las raíces de las concentraciones de 2000 y 4000 mg·kg<sup>-1</sup> de AIB con 7,19 y 6,25 mm, respectivamente.

Se encontró una correlación significativa y positiva entre AV y AE ( $r = 0,6338$ ;  $P < 0,0001$ ); entre AE y NRA ( $r = 0,6513$ ;  $P < 0,0001$ ) y entre AE y LRL ( $r = 0,8593$ ;  $P < 0,0001$ ). Las relaciones encontradas entre las variables analizadas sugieren que el paso fundamental para la generación de nuevas plantas es el lograr la emisión de raíces. Por lo que es importante la realización de un ajuste en las concentraciones del regulador de crecimiento con el fin de incrementar los valores encontrados para AE.

## DISCUSIÓN

Con relación a la variable AV, Vilchez-Perozo *et al.* (2004) observaron entre 50 y 100% de AV en los genotipos AgroLUZ-21 y AgroLUZ-42, sin la utilización de reguladores de crecimiento y empleando como sustrato viruta de coco + espuma fenólica; señalando además que los acodos vivos que no enraizaron presentaron un diámetro inferior a los que enraizaron, lo cual podría haber contribuido en el no enraizamiento de los acodos aéreos de guayabo, al presentar las ramas menor superficie de tejidos relacionados con la rizogénesis y menor cantidad de reservas. Los resultados encontrados por estos investigadores fueron similares a los obtenidos por González *et al.* (2001), en plantas de guayabo que crecieron en el Centro de Investigación del Agua (CIA), municipio Maracaibo, estado Zulia y a los obtenidos en esta investigación con 62,5% de AV en el tratamiento testigo.

Evidentemente, la respuesta que se produce después de la aplicación de auxinas en las plantas depende de la velocidad de transporte, donde está relacionada la concentración del regulador de crecimiento y del órgano tratado (genotipo, condición fenológica del tejido, nutrición, hidratación, edad, etc.). Así mismo, la intensidad de la respuesta depende de la longitud de las secciones tratadas y/o de la concentración del regulador de crecimiento aplicado (Acosta *et al.*, 2000).

Cuadro 1. Efecto del ácido indolbutírico (AIB) en el porcentaje de acodos vivos y con callo en guayabos (*Psidium guajava* L.) del municipio Baralt, después de once semanas de aplicado.

Concentración de AIB (mg·kg <sup>-1</sup> )	Acodos vivos (%)	Acodos con callo (%)
0	62,50 a	25,00 a
2000	45,83 ab	12,50 ab
4000	20,83 b	4,17 b
6000	29,17 ab	0,00 c

Medias seguidas de letras distintas en la misma columna difirieron significativamente ( $P < 0,05$ ) según la prueba de rangos múltiples de Tukey.

Los resultados obtenidos en esta investigación con relación a los AE, difirió a lo reportado por Gómez *et al.* (1997) ya que al utilizar plantas de 4 años de edad y como sustrato humus obtuvieron 40% de AE. Siendo similar a lo encontrado por Vilchez-Perozo *et al.* (2004) en el genotipo AgroLUZ-21 en el cual hubo 37,5% de AE. A su vez, los resultados de estos dos últimos investigadores difirieron de los encontrados por Albany *et al.* (1995), los cuales reportaron en plantas de guayabo de 5 años de edad un 100% de AE en ramas lignificadas, utilizando como sustrato una mezcla 3:1 de abono de río y espuma fenólica. En este sentido, es importante destacar, que el hecho de utilizar en esta investigación estacas semi-leñosas en activo crecimiento, pudo haber influenciado el enraizamiento de los acodos obtenidos (en promedio 22,5%).

Estos resultados sugieren que en la presente investigación, el nivel endógeno de auxinas no fue suficiente para promover el desarrollo de raíces, ya que el testigo sólo alcanzó un 20,8% de AE, sin diferencias estadísticas con la concentración de 6000 mg·Kg<sup>-1</sup> de AIB (25% AE), además del factor genético presente en las variantes utilizadas, ya que preliminarmente en otras variantes de guayabo de la misma zona y con concentraciones superiores, hubo una mayor respuesta del enraizamiento de los acodos (datos no publicados), sin restarle importancia a otros factores como por ejemplo el tipo de regulador, la concentración, el sustrato, la forma de aplicación y el tipo de rama.

Por otro lado, ha sido reportado un 74% de AE en seis semanas con 4000 mg·L<sup>-1</sup> de ácido naftalenoacético (González *et al.*, 2001); mientras que en otra investigación se logró en cinco semanas sin la aplicación de reguladores de crecimiento entre 25 y 40% de AE dependiendo de los genotipos utilizados (Vilchez-Perozo *et al.*, 2004), difiriendo estos resultados con los obtenidos en esta investigación al alcanzar en once semanas sólo 17 y 28% para las variantes Rojo y Blanco, respectivamente. Estos resultados evidenciaron que el genotipo y la condición fisiológica de los tejidos de las ramas utilizadas, tuvieron un papel determinante en la inducción del enraizamiento de los acodos aéreos de guayabo; sin descartar el manejo y localidad donde se realizaron los experimentos.

De acuerdo con Albany *et al.* (2004) al realizar el acodo aéreo, comúnmente se desprende un

anillo de corteza que en el guayabo tiene la desventaja que al producir una herida se promueve la multiplicación de células diferenciadas (células parenquimáticas; masa de callo) hasta llegar a cubrir la zona cortada, uniendo de nuevo el sistema conductor de fotoasimilados, lo que retrasa el proceso de enraizamiento. En ese sentido, Calderón (1992) indicó que el callo formado debe eliminarse del anillo, para que se induzca el enraizamiento. A su vez, esta práctica presenta inconvenientes, ya que se requiere de tiempo adicional, porque se hace necesario descubrir los acodos y dependiendo del número de ramas acodadas puede ser una tarea bastante laboriosa. La formación de callo en esta investigación, probablemente tuvo un efecto adverso para que se generaran raíces adventicias en la zona acodada.

Dentro del proceso de formación de raíces adventicias se ha considerado que éste es dependiente de la formación previa de callo. No obstante, se ha demostrado que en la mayoría de plantas la formación de callo es independiente de la formación de raíces adventicias y si ocurren simultáneamente es debido a que ambos están condicionados por los mismos factores ambientales que los rodean (Salisbury y Ross, 1994; Burch y McGraw, 1996; Acosta *et al.*, 2000). En este mismo sentido, las citocininas, promueven la división celular. Al mantener una relación alta citocinina/auxina luego de la formación de callo se promueve el desarrollo de yemas, tallos y hojas. Pero si se reduce esta relación se estimula la formación de raíces (Salisbury y Ross, 1994; Burch y McGraw, 1996; Acosta *et al.*, 2000). Es probable, que en esta investigación una relación alta entre estos dos reguladores de crecimiento no favoreció el desarrollo de las raíces adventicias, estimulando la formación de callo.

Albany *et al.* (1995) señalaron que la multiplicación de células desdiferenciadas (masa de callo) en el guayabo se promueve al realizar una herida, llegando a cubrir la zona cortada, generando de nuevo la unión del sistema conductor de fotoasimilados, retrasando de esta manera el proceso de enraizamiento. En este sentido, se ha indicado que la organogénesis es un proceso regulado por cambios en los niveles de los reguladores de crecimiento endógenos (auxinas y citocininas), aun cuando los balances auxinas/citocininas permiten la regeneración de órganos en una gran cantidad de plantas, existen casos donde los niveles endógenos de uno u otro

regulador de crecimiento son sub o supra-óptimos (Segura, 1996).

El número y longitud promedio de las raíces presente en los acodos obtenidos en esta investigación no fueron factores determinantes en la sobrevivencia de los acodos enraizados, debido a que el número de acodos que sobrevivieron después de ser retirados de la planta madre fue bajo (5%; datos no publicados), esto quizás expresado por la correlación de media a baja observada entre las variables AV y LRL ( $r = 0,5446$ ;  $P < 0,0001$ ) y entre AV y NRA ( $r = 0,4128$ ;  $P < 0,0001$ ) y por supuesto a factores ambientales, genéticos y de manejo de los acodos después de ser retirados de la planta madre.

Las diferencias presentadas en esta investigación para las variables evaluadas (acodos enraizados, acodos con callo, número de raíces adventicias y longitud de la raíz más larga) comparadas con otros trabajos, realizados con relación al tiempo en el cual se generó la respuesta es un factor también a considerar. Sharma *et al.* (1991) utilizando AIB a  $10000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  en plantas de 8 años de edad lograron 75,75% de acodos enraizados en 2 meses. Dutta y Mitra (1991) alcanzaron 100% de acodos enraizados cuando las ramas fueron previamente etioladas en la base o totalmente y luego tratadas con 3000 o  $5000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de AIB, durante 3 meses. Igualmente, Albany *et al.* (2004) alcanzaron 96,43% de AE con  $5000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de ANA en 3 meses; estos resultados fueron superiores a los obtenidos por Buitrago y Ramírez (2001) y González *et al.* (2001) al utilizar  $4000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de ANA y obtuvieron 74 y 70% de AE, respectivamente. En esta investigación fue necesario dejar los acodos por casi 4 meses (once semanas) para la obtención de los resultados presentados.

Evidentemente los tratamientos (tipo de auxinas, concentraciones, etiolación y tiempo de respuesta), aunado a la constitución genética de las plantas utilizadas, condiciones agroecológicas y de manejo aplicados en las investigaciones previamente señaladas (tipo de estacas, lugar de desarrollo de los experimentos, entre otros) fueron diferentes a las utilizadas en esta investigación, lo cual pudo generar una respuesta menos favorable al acodado.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La capacidad de responder a las concentraciones de ácido indolbutírico como inductor

para generar raíces adventicias, fue similar en los acodos realizados en las variantes de guayabos (*Psidium guajava* L.), de meso y endocarpio rojo y blanco en el municipio Baralt, estado Zulia, Venezuela. En tal sentido, la aplicación de ácido indolbutírico en pasta no promovió la inducción adecuada de raíces adventicias en acodos aéreos de guayabo.

La condición fisiológica de las ramas, la forma de aplicación y la concentración del regulador de crecimiento, el tipo de auxina y el sustrato a utilizar, son elementos importantes a considerar para la evaluación de la técnica de acodado en las variantes de guayabos del municipio Baralt, estado Zulia.

## AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a los propietarios de la Finca RFA, al Proyecto “Desarrollo de variedades mejoradas de guayabo (*Psidium guajava* L.) mediante selección y preservación de genotipos promisorios cultivados en huertos comerciales de origen sexual” financiado y registrado en el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES), Universidad del Zulia bajo el N° CC-0588-06 y al Programa “Museo de Artrópodos” N° CC-0931-07 al permitir utilizar parte de las plantas seleccionadas a través del mencionado programa.

## LITERATURA CITADA

- Acosta, E.; M. J. Sánchez B. y M. Bañón A. 2000. Auxinas. In: J. Azcón-Bieto y M. Talón (Eds.). Fundamentos de fisiología vegetal. Segunda Edición. McGraw-Hill. Interamericana de España, S.A. Barcelona, España. p. 305-323.
- Albany, N.; J. Vilchez; J. Gadea; Z. Viloría y C. Castro de Rincón. 1995. Propagación asexual de *Psidium guajava* L., mediante la técnica de acodo aéreo con diferentes reguladores de crecimiento, anillado y sustrato. VI Jornadas Científico Técnicas. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. p. 1.
- Albany, N.; J. Vilchez; Z. Viloría; C. Castro y J. Gadea. 2004. Propagación asexual del guayabo mediante la técnica de acodo aéreo. *Agronomía Trop.* 54 (1):6 3-73.

- Bacarán, M.; M. Benincasa; V. Andrade e F. Ferreira. 1994. Enraizamiento de estacas aéreas de goiabeira (*Psidium guajava* L.): efeito do ácido indolbutírico sobre a iniciacao radicular. Revista Científica, Sao Pablo 22:71-79.
- Blilou, I.; J. Xu; M. Wildwater; V. Willemsen; I. Paponov; J. Friml; R. Heidstra; M. Aida; K. Palme and B. Scheres. 2005. The PIN auxin efflux facilitator network controls growth and patterning in *Arabidopsis* roots. Nature 433: 39-44.
- Buitrago, N. y M. Ramírez. 2001. Enraizamiento de acodos aéreos del guayabo (*Psidium guajava* L.) con ácido naftalenoacético. Comp. Fac. Agron. (LUZ). p. 92.
- Burch, L. R. y B. A. McGraw. 1996. Citoquininas. In: J. Azcón-Bieto y M. Talón (Eds.). Fundamentos de fisiología vegetal. Primera Edición. McGraw-Hill. Interamericana de España, S.A. Barcelona, España. p. 319-326.
- Calderón, G. 1992. El cultivo de la guayaba. En: L.A. Becerra Ochoa (Ed.). Fruticultura tropical. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. 3ra. Ed. Bogotá, Colombia. 303 p.
- Desarrollo Rural Sustentable del Municipio Baralt "Declaración de Tomoporo". 2008. [www.zulia.infoagro.info.ve/INFORMACION\\_ZULIA/MUNICIPIO/Baralt.pdf](http://www.zulia.infoagro.info.ve/INFORMACION_ZULIA/MUNICIPIO/Baralt.pdf). 28 de enero de 2008.
- Dutta, P. and S. Mitra. 1991. Effect of etiolation on stooling of guava. Indian Agriculturist 35 (2): 101-105.
- Ewel, J. y A. Madriz. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Ediciones del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. 265 p.
- Gómez, E.; Y. Hernández; G. Rivero y Z. Viloría. 1997. Evaluación del acodado en *Psidium friedrichsthalianum* con diferentes reguladores de crecimiento. VII Jornadas Científico Técnicas. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. p. 83.
- Gomez Lim, M. A. and R. E. Litz. 2004. Genetic transformation of perennial tropical fruits. In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant 40 (5): 442-449.
- González, Y.; N. Buitrago; P. Torres; M. Ramírez y A. del Villar. 2001. Enraizamiento de acodos aéreos de plantas adultas del guayabo (*Psidium guajava* L.). Comp. Fac. Agron. (LUZ). p. 42.
- Hartmann, H. y D. Kester. 2001. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Octava reimpresión. Ed. Continental. México. 760 p.
- Jovanovic, M.; V. Lefebvre; P. Laporte; S. González Rizzo; C. Lelandais Brière; F. Frugier; C. Hartmann and M. Crespi. 2008. How the environment regulates root architecture in dicots. Advances in Botanical Research 46: 35-74.
- Le, H. T.; J. F. Hancock and T. T. Trinh. 1998. The fruit crop of Vietnam: introduced species and their native relatives. Fruit Var. J. 52: 158-168.
- Ljung, K.; A. K. Hull; J. Celenza; M. Yamada; M. Estelle; J. Normanly and G. Sandberg. 2005. Sites and regulation of auxin biosynthesis in *Arabidopsis* roots. Plant Cell 17: 1090-1104.
- Mata, I. y A. Rodríguez. 1990. Cultivo y producción del guayabo. Editorial Trillas. México. 160 p.
- Rai, M. K.; N. Akhtar and V. S. Jaiswal. 2007. Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Psidium guajava* L. cv. Banarasi local. Scientia Horticulturae 113: 129-133.
- Ramírez Villalobos, M. y A. Urdaneta-Fernández. 2004. Efecto del ácido naftalenacético y de diferentes sustratos sobre el enraizamiento de acodos aéreos del guayabo (*Psidium guajava* L.). Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). 21 (Supl. 1): 28-34.
- Salazar, D. M.; P. Melgarejo; R. Martínez; J. J. Martínez; F. Hernández and M. Burguera. 2006. Phenological stages of the guava tree (*Psidium guajava* L.). Scientia Horticulturae 108:157-161.
- Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. 759 p.

- SAS Institute Inc. 2002. SAS/STAT User's guide. Release 9.1.3. SAS Inst. Cary, NC.
- Segura, J. 1996. Morfogénesis *in vitro*. In: pp. J. Azcón-Bieto y M. Talón (Eds.). Fundamentos de fisiología vegetal. Segunda Edición. McGraw-Hill. Interamericana de España, S.A. Barcelona, España. pp. 381-392.
- Sharma, R.; T. Sharma and R. Sharma. 1991. Influence of regulators and time of operations rootage of air layering in guava (*Psidium guajava* L.) cv. Allahabad safeda. Orissa Journal of Horticultural 19 (1-2): 41-45.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1992. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Editorial Graf América. México 622 p.
- Tate, D. 2000. Tropical Fruit of Thailand. Asia Books Co. Ltd., Bangkok, Thailand.
- Thaipong, K. and U. Boonprakob. 2005. Genetic and environmental variance components in guava fruit qualities. Scientia Horticulturae 104: 37-47.
- Tong, F.; D. Medina y D. Esparza. 1991. Variabilidad en poblaciones de guayabo (*Psidium guajava* L.) del municipio Mara del estado Zulia. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 8: 15-27.
- Vilchez Perozo, J.; I. Bracho; N. Arenas; M. Marín y L. Martínez. 2004. Respuesta a la técnica de acodo aéreo en plantas de guayabo (*Psidium guajava* L.) tolerantes al nematodo *Meloidogyne incognita*. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). 21 (Supl. 1): 22-27.
- Vilchez, J., N. Albany; J. Gadea; Z. Viloría y C. Castro. 1996. Propagación asexual de *Psidium guajava* L. mediante la técnica de acodo aéreo. pp. 4-24. En: Aplicación de algunas técnicas de multiplicación en *Psidium guajava* L. Viloría Z. (Ed.). Trabajo de Ascenso. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- Yadava, U. L. 1996. Guava (*Psidium guajava* L.): an exotic tree fruit with potential in the southeastern United States. HortScience 31: 789-794.