

Enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia glabra* L.)

G. del C. Rivero Maldonado¹, R. Guerrero² y M. Ramírez¹

¹Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Departamento de Botánica, apartado 15205. Maracaibo ZU 4005, Venezuela. Fax: 00-58261-596183.

²Estudiante de posgrado. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. División de estudios para graduados, Programa de Fruticultura.

Resumen

La fruta madura del semeruco es reconocida mundialmente como la de más alto contenido de ácido ascórbico, lo cual le confiere a la especie un alto valor hortícola. Con la finalidad de clonar genotipos promisorios a través de la propagación vegetativa se realizó esta investigación, cuyo objetivo fue evaluar la capacidad de enraizamiento de estacas apicales (EA) y subapicales (SA) tratadas con ácido indol butírico (AIB) a concentraciones de 0, 750, 1500, 3000 y 4500 mg kg⁻¹. Estos factores fueron estudiados en un diseño completamente al azar utilizando cinco repeticiones por tratamiento y cinco estacas como unidad experimental. Las estacas se establecieron en un propagador semi-cerrado ubicado en el Vivero Universitario de la Universidad del Zulia. Después de 60 días de establecido el ensayo se evaluó: porcentaje de estacas vivas (PV), estacas enraizadas (PE), número y longitud de raíces (NR y LR, respectivamente). Se encontraron diferencias significativas (P<0,01) para el efecto de tratamientos en las variables PE, NR y LR. La combinación conformada por EA y 750 mg kg⁻¹ de AIB indujo mayor PE (48%), NR (0,80 raíces estaca⁻¹) y LR (5,64cm) en comparación con el tratamiento testigo (8%, 0,44 raíces estaca⁻¹ y 1,74cm, respectivamente). Se recomienda evaluar estacas subapicales con AIB a concentraciones de 500 a 1000 mg kg⁻¹ a fin de determinar la dosis óptima para la propagación masiva de esta especie.

Palabras clave: *Malpighia glabra*, ácido indolbutírico, estacas apicales, estacas subapicales.

Introducción

El semeruco pertenece al género *Malpighia* (familia Malpighiaceae) el cual comprende aproximadamente treinta especies distribuidas en el continente americano desde el sur de Texas hasta Perú. La planta está igualmente presente en todo el arco del Caribe, de Trinidad y Tobago a Cuba y su origen exacto no está bien determinado. Es un arbusto que puede medir de 3 a 6 m de alto, tiene numerosas ramas que le dan un porte grueso y de matorral, éstas son generalmente dirigidas hacia arriba. Las hojas son simples, enteras y opuestas, de color verde oscuro. Las flores miden de 12 a 15 mm y tienen 5 pétalos rojos, rosados y algunas veces blancos (10).

La especie *Malpighia glabra* posee hojas con el ápice agudo o acuminado y están distribuidas a lo largo de las ramas, comúnmente con pecíolos de 5 a 12 mm de largo y frutos lisos, en ello se diferencia de *M. emarginata* que son las dos especies presentes en Venezuela (12).

Un fruto de semeruco de 20 g, en el cual la mitad de su peso es pulpa, contiene de 200 a 300 mg de ácido ascórbico, que corresponde a cinco veces la dosis diaria recomendada (16). Hasta hace algunos años la planta fue usada como arbusto ornamental, pero por poseer cantidades excepcionales de vitamina C, en Puerto Rico se inició su estudio desde 1946 con la finalidad de impulsar el desarrollo industrial en la zona del Caribe. Además de las excelentes propiedades alimenticias,

el semeruco es un arbusto tropical relativamente resistente a sequía, adaptado a un amplio rango de tipos de suelo (10).

Sin embargo, en Venezuela el semeruco es considerado una especie frutícola menor al igual que el icaco, la ciruela de huesito, la chirimoya, el merey y la granada (1). No se conocen trabajos relacionados con la selección de materiales con fines agronómicos, ello demanda la suma de esfuerzos para la propagación clonal de plantas de semeruco seleccionadas a nivel nacional (13). Es importante destacar que la propagación del semeruco por semillas genera plantas distintas a la original; así mismo, en la mayoría de los casos de las tres semillas de cada fruto sólo una es fértil, lo que implica la utilización de altas densidades de siembra (3).

A nivel mundial los criterios de selección se han centrado en características como: alto rendimiento de frutos y jugo, firmeza de la pulpa (que permite minimizar los daños al momento de la cosecha), sabor (más ácido para las frutas destinadas al procesamiento industrial y más suave para las frutas de consumo fresco) y fácil propagación por estaquillado. Estos criterios en Puerto Rico llevaron a la selección de los clones B17 y Florida K7 Dulce, los cuales son propagados extensivamente (10).

Entre los métodos de propagación vegetativa evaluados en semeruco, el estaquillado es el más conveniente para asegurar las características de la variedad, sin

embargo los porcentajes de enraizamiento son notablemente bajos y las técnicas establecidas hasta ahora permiten la obtención de estacas enraizadas en un tiempo prolongado (3). También se ha señalado que este método es el que ofrece mejores beneficios para multiplicar plantas de semeruco en grandes cantidades; se aconseja para este propósito seleccionar ramas vigorosas, ya que los mejores resultados se han logrado con estacas de más de 6 mm de diámetro y 12 a 20 cm de longitud (10).

La propagación por estacas está influenciada por factores tales como: la edad de la planta madre, la época de recolección, la posición de las estacas en la planta madre, la presencia de hojas y yemas, el contenido de aminoácidos y factores ambientales, entre otros (4).

Existe una relación entre el tamaño y la ubicación de la estaca en la rama de donde se corta con el vigor relativo del individuo que de ella se obtiene (6). Se ha estudiado este fenómeno o topófisis, comprobándose que la citada relación es más importante que la diferencia del grosor de las estacas. En muchas especies las estacas obtenidas del tramo comprendido entre el 20 y 46% de la longitud de cada rama proporcionan plantas mas vigorosas y este vigor disminuye en las estacas basales y apicales (2).

La composición química varía

grandemente de la base hacia el ápice, los carbohidratos generalmente se acumulan en la base de las ramas, mientras que las sustancias endógenas promotoras de crecimiento se encuentran hacia el ápice (11).

El ácido indolbutírico (AIB) se ha usado para favorecer la iniciación de raíces en semeruco. Aún cuando se ha catalogado a esta especie como una planta leñosa cuyas estacas son de enraizamiento difícil, con la aplicación exógena de AIB y manteniendo las estacas en condiciones de nebulización se incrementa notoriamente el enraizamiento (14).

La utilización de fitorreguladores en el enraizamiento de estacas es una práctica ampliamente utilizada, su uso en especies de difícil enraizamiento hace viable la producción de plantas por medio de estacas y en algunas especies es decisivo para la formación de raíces (7).

La auxina natural o aplicada artificialmente, es un requerimiento para la iniciación de raíces adventicias en estacas de tallo y se ha demostrado que la división de las células iniciadoras de la raíz dependen de la auxina, ya sea exógena o endógena (11).

El objetivo de la investigación fue evaluar la capacidad de enraizamiento de estacas apicales y subapicales de semeruco tratadas con ácido indol butírico (AIB) en varias concentraciones.

Materiales y métodos

Se recolectaron estacas apicales de 15cm de largo (del extremo distal de la rama) y sub-apicales (cortadas por debajo de las apicales) de plantas madres ubicadas en el Centro Frutícola del estado Zulia. Las estacas se trasladaron en envases con agua hasta el Vivero Universitario de la Universidad del Zulia, ubicado geográficamente a 10°41'12" latitud norte y 71°38'05" de longitud oeste, altitud de 25 msnm, perteneciente a una zona de vida de bosque muy seco tropical. Las condiciones ambientales existentes son: 27 a 29°C de temperatura media anual, con 500 mm de precipitación anual, 76% de humedad relativa y radiación solar de 1101,72 $\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$ (5).

Los factores de estudio fueron: tipo de estaca (apical y subapical) y cuatro concentraciones de ácido indolbutírico (AIB): 750, 1500, 3000 y 4500 mg kg^{-1} , más un testigo sin aplicación.

Una vez preparadas las estacas se procedió a colocarlas en vasos de 80 cc de capacidad, conteniendo como sustrato abono de río puro (restos vegetales arrastrados por corrientes fluviales y depositados en las orillas), el cual fue previamente humedecido;

posteriormente se colocaron en cámaras húmedas individuales, que consistían en una cubierta plástica transparente con un soporte metálico. Previo al cierre de las cámaras a las estacas se les aplicó una solución fungicida a base de Ridomil® (Metalaxyl + Mancozeb), a dosis de 3 g L^{-1} .

Resultaron diez tratamientos de la combinación de los niveles de los factores antes descritos; la unidad experimental estuvo conformada por cinco estacas con cinco repeticiones estableciendo un total de 25 estacas por tratamiento, dispuestas en un diseño experimental completamente al azar.

Se evaluaron ocho semanas después de establecidos los tratamientos las siguientes variables: porcentaje de estacas vivas, porcentaje de estacas enraizadas, número de raíces por estaca y longitud promedio de la raíz más larga.

El análisis de la varianza de los datos se realizó mediante el procedimiento GLM del paquete Statistycal Análisis System (SAS) (18), y se empleó la prueba de Duncan para realizar la comparación múltiple de medias de los tratamientos.

Resultados y discusión

El análisis de la varianza no mostró diferencias significativas para los efectos del tipo de estaca y la aplicación de AIB; se encontró significancia ($P < 0,01$) para el efecto de la interacción de ambos factores

sobre las variables porcentaje de enraizamiento, número y longitud de raíces.

Porcentaje de estacas vivas

Aunque no se encontraron diferencias estadísticas en el

porcentaje de estacas vivas, debe señalarse que esta variable osciló entre 92 y 100% (cuadro 1), lo que demostró que las condiciones bajo las cuales se desarrolló el experimento (plantas madres, condiciones ambientales y técnicas utilizadas) fueron las adecuadas.

Porcentaje de estacas enraizadas

El mayor porcentaje de enraizamiento (48%) lo presentó el tratamiento conformado por estacas subapicales con 750 mg kg⁻¹ de AIB, cuyo efecto resultó estadísticamente diferente ($P < 0,01$) a los producidos por las combinaciones de estacas apicales con 3000 y 4500 mg kg⁻¹ de AIB, los cuales presentaron valores de 8% de estacas enraizadas cada uno (cuadro 1).

Estos resultados fueron

similares a los obtenidos en atemoya (*Annona cherimola* Mill x *Annona squamosa*), donde la evaluación del enraizamiento de estacas tomadas de la parte media y apical de brotes, mostró que las de la porción media presentaron mayor porcentaje de enraizamiento, número de raíces, longitud de raíces y otras variables indicativas de calidad de enraizamiento (9). Sin embargo, difieren de los resultados observados en olivo (*Olea europaea* L. cv. Zard), del cual se tomaron porciones de la parte apical, media y basal de brotes semi-leñosos. Las porciones apicales produjeron el mayor número y longitud de raíces (20). Asimismo, en guayabo (*Psidium guajava* L.) las estacas apicales presentaron mejor respuesta (7, 15).

Cuadro 1. Medias y significancia estadística para porcentaje de estacas vivas, estacas enraizadas, número y longitud de raíces por efecto de la interacción tipo de estaca y concentración de AIB en semeruco (*Malpighia glabra* L.).

Tipo de estaca	Concentración de AIB (mg K ⁻¹)	Estacas vivas/(%)	Estacas enraizadas (%)	Número de raíces	Longitud de raíz (cm)
Sub – apical	0	92 ^a	16 ^b	0,44 ^{ab}	1,74 ^c
“	750	100 ^a	48 ^a	0,80 ^a	5,64 ^{ab}
“	1500	100 ^a	16 ^b	0,24 ^{ab}	1,32 ^c
“	3000	100 ^a	28 ^{ab}	0,40 ^{ab}	3,68 ^{abc}
“	4500	100 ^a	20 ^b	0,52 ^{ab}	4,26 ^{abc}
Apical	0	96 ^a	16 ^b	0,20 ^b	2,00 ^{bc}
“	750	92 ^a	20 ^b	0,36 ^{ab}	3,50 ^{abc}
“	1500	96 ^a	32 ^{ab}	0,54 ^{ab}	5,92 ^a
“	3000	96 ^a	8 ^b	0,08 ^b	1,06 ^c
“	4500	96 ^a	8 ^b	0,28 ^{ab}	1,16 ^c

Medias con letras distintas dentro de columnas difieren estadísticamente ($P < 0,01$) de acuerdo a la prueba de Duncan

Con relación a la dosis de AIB en algunas especies frutales se ha determinado que el incremento de su concentración disminuyó los porcentajes de enraizamiento, comportamiento similar fue observado en semeruco. Así, en la propagación clonal de patrones de pera (*Pyrus pashia* Ham.) se evaluaron concentraciones de 50, 100, 150 y 200 mg L⁻¹ comparadas con un testigo. La dosis de 100 mg L⁻¹ fue la que mejor se comportó, generando un porcentaje de enraizamiento de 63% en comparación con un 37,3% del testigo (17).

En contraste, en otras especies frutales a medida que aumentó la concentración incrementó el porcentaje de enraizamiento. En este sentido estacas de madera suave de *Myrciaria jaboticaba* fueron sumergidas por 5 segundos en AIB en concentraciones de 1000, 2000, 4000 y 8000 mg L⁻¹ comparadas con un testigo absoluto en agua, el cual no enraizó. Tanto la supervivencia como el porcentaje de enraizamiento se incrementaron a medida que aumentó la concentración de AIB, con lo que alcanzaron 8,96% y 37,98% de enraizamiento en las concentraciones de 1000 y 8000 mg L⁻¹, respectivamente (19). De manera similar, en *Prunus persica* (L.) Batsch se evaluaron concentraciones de AIB de 0 a 4000 mg L⁻¹ a intervalos de 1000

mg L⁻¹, y se determinó que la concentración de 2318 mg L⁻¹ fue la que produjo mayor porcentaje de estacas enraizadas (8).

Número y longitud de raíces

La mayor cantidad de raíces se obtuvieron con estacas subapicales y la dosis de 750 mg kg⁻¹ de AIB con promedio de 0,8 raíces estaca⁻¹ (cuadro 1). Esta combinación presentó diferencias significativas (P<0,01) comparada con la de estacas apicales y 3000 mg L⁻¹ de AIB, la cual presentó sólo 0,08 raíces estaca⁻¹. Es importante destacar que estos tratamientos fueron también el mejor y peor tratamiento, respectivamente para porcentaje de enraizamiento, coincidiendo con los resultados obtenidos en atemoya, donde las estacas subapicales o tomadas de la porción media de los brotes, además de presentar el mayor enraizamiento, también produjeron un mayor número y longitud de raíces (9).

En cuanto a longitud de raíz el mayor valor (5,92 cm) lo presentaron las estacas apicales con 1500 mg kg⁻¹ de AIB; sin embargo, esta no se diferenció de la obtenida en estacas subapicales con 750 mg kg⁻¹ de AIB (5,64 cm), que resultó el mayor valor en cuanto a porcentaje de enraizamiento y número de raíces. La menor longitud de raíz se obtuvo en estacas subapicales y 3000 mg kg⁻¹ de AIB con un valor de 1,06cm (cuadro 1).

Conclusiones y recomendaciones

La propagación de *Malpigia glabra* L. es viable con el uso de estacas subapicales tratadas con ácido indolbutírico a concentración de 750 mg kg⁻¹, ya que propició el mayor porcentaje de enraizamiento de estacas, así como mayor número y

longitud de raíces en comparación al tratamiento testigo.

Se recomienda evaluar dosis de ácido indolbutírico de 500 a 1000 mg kg⁻¹ en estacas subapicales para determinar la dosis óptima en el enraizamiento de *Malpigia glabra* L.

Agradecimiento

Al Profesor Guillermo Sthormes, compañero de trabajo y estudio, quien colaboró activamente en la fase experimental del ensayo.

Al Centro Frutícola del estado Zulia (CENFRUZU), por facilitar las

plantas madres de semeruco de donde se cortaron las estacas.

Al Vivero Universitario de LUZ, al proporcionar sus instalaciones y parte de los recursos necesarios para poder llevar a cabo esta investigación.

Literatura citada

1. Araujo, F., P. Corzo, L. Lugo, y M. Quintero. 2000. Situación actual y perspectivas de la producción frutícola en la zona norte del estado Zulia. En: Del Valle, R., F. Moreno, S. Roa, W. Briceño, M. Ramírez (Eds.). Resúmenes VII Congreso Nacional de Frutales. Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). San Cristóbal, Venezuela. 163 p.
2. Alonzo, A. y R. Sancho. 1964. Topófisis en la elección de estacas de Salicáceas para plantación. IDIA Suplemento Forestal, Buenos Aires 15 p.
3. Avilán, L., F. Leal y D. Bautista. 1992. Manual de Fruticultura. Principios y manejo de producción. Segunda edición. Tomo II. Editorial América C. A. Caracas, Venezuela p. 787-803.
4. Bacarin M., M. Benincasa, V. Andrade y F. Pereira. 1994. Enraizamiento de estacas aéreas de goiabeira (*Psidium guajava* L.): efeito do ácido indolbutírico sobre a iniciacao radicular. Revista Científica, Sao Paulo 22: 71-79.
5. Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH). 1975. Atlas Inventario Nacional de Tierras. Región Lago de Maracaibo. Tecnicolor S.A. Caracas, Venezuela. 24 p.
6. Cozzo, D. 1976. Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Editorial Hemisferio Sur Buenos Aires, Argentina. 150 p.
7. Dantas, A., L. Dutra y E. Kersten. 1999. Influencia do etefon e do tipo de no enraizamiento goiabeira (*Psidium guajava* L.). Revista Brasileira de Agrociencia 5: 19-21.
8. Dutra, L., J. Schwengber, A. Tonietto y E. Kersten. 1999. Enraizamiento de estacas de ramos de Pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch). Rev. Bras. de Agrociencia 5: 93-95.
9. Ferreira, G. y E. Cereda. 1999. Effect of interaction among substrates, growth regulators and cutting types on the rooting of atemoya. Revista Brasileira de Fruticultura 21: 19-83.

10. Gomez P., M. Reynes, M. Dornier y J.P. Hebert. 1999. La cerise des Antilles: une exceptionnelle source de vitamine C naturelle. *Fruits* 54: 247-260.
11. Hartmann, H. y D. Kester. 1987. Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Segunda edición. Compañía Editorial Continental, S y A. de C.V. México. 760 p.
12. Hoyos J. 1989. Frutales en Venezuela. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle Monografía N° 36, Caracas-Venezuela. 375 p.
13. Laskowski, L. y D. Bautista. 1997. Características vegetativas, productivas y calidad del fruto del semeruco (*Malpighia emarginata* DC.). En: Pire, R., M. Ojeda, D. Bautista (Eds). Resúmenes VI Congreso Nacional de Fruticultura. Barquisimeto, Lara. 105p.
14. Laskowski, L. y D. Bautista. 1999. Características anatómicas de raíces adventicias en estacas de semeruco (*Malpighia emarginata* DC) tratadas con ácido indolbutírico. *Bioagro* 11: 88-96.
15. Pereira, F., E. Petrechen, M. Benincasa y D. Banzatto. 1991. Efeito do ácido indol butírico no enraizamiento de estacas herbáceas de Goiabeira (*Psidium guajava* L.) das cultivares “Rica” y “Paluma” em cámara de nebulizacao. *Científica Sao Paulo* 19: 199-206.
16. Samson, J.A. 1991. Fruticultura Tropical. Editorial Limusa, S.A de C.V. México, D.F. 396 p.
17. Sandhu A., S. Singh y P. Minhas. 1995. Note on clonal propagation of pear rootstock Kainth. *Indian J. Hort.* 52: 197-198.
18. SAS, Institute, Inc. 1979. SAS (Statistical Analysis System). Institute Inc., Cary, NC, USA. 494 p.
19. Scarpore, F., N. Tessarioli, W. Costa Junior, R. Kluge y J. da Costa. 1999. Effect of indolbutiric acid on rooting of softwood cuttings of *Myrciaria jaboticaba* under intermittent mist. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 21: 146-149.
20. Talaie, A. y A. Esmanti. 1999. A study of the effects of nutrition of the mother plants and cutting position on the rooting of semi-hard wood cuttings of olive cv. Zard. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 30: 657-663.