

## Enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC)

G. Rivero Maldonado<sup>1</sup>, M. Ramírez, B. Caraballo<sup>1</sup> y R. Guerrero<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Departamento de Botánica, Venezuela.

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

### Resumen

Con el propósito de establecer una metodología de propagación por estacas destinada a multiplicar fenotipos sobresalientes de semeruco (*Malpighia emarginata*) se llevó a cabo una investigación que presentó como objetivos: 1) evaluar el efecto del tipo de sustrato: cachaza de caña de azúcar + abono de río (S1); humus de lombriz + abono de río (S2); concha de coco + abono de río (S3) y capa vegetal + abono de río (S4), y del ácido indolbutírico (AIB) a 5000 mg kg<sup>-1</sup> sobre el enraizamiento de estacas apicales y 2) determinar la formación de primordios a través del análisis histológico en estacas tratadas y no tratadas con AIB. Los tratamientos se dispusieron en diseños completamente al azar utilizando cinco repeticiones por tratamiento. La unidad experimental estuvo representada por cinco estacas para el primer objetivo y diez estacas para el segundo. En el enraizamiento se evaluaron las variables: porcentaje de estacas vivas (PV), porcentaje de estacas enraizadas (PE), porcentaje de estacas con primordios (PP), número y longitud de raíces (NR y LR, respectivamente), las cuales fueron evaluadas a los 60 días después de establecido el ensayo. Para la determinación de primordios se realizaron cortes histológicos semanalmente. Los cortes fueron efectuados en cinco estacas por tratamiento, los cuales se examinaron en un microscopio óptico. Con relación a los resultados se demos-

tró que el factor tipo de sustrato afectó PE y LR ( $P < 0,01$ ) obteniéndose los mayores valores en S1 con 47,5 y 5,02 cm, respectivamente. Mientras que la aplicación de AIB promovió PE, NR y LR (37,5%, 1,91 raíces estaca<sup>-1</sup> y 4,22 cm, respectivamente) en comparación con el testigo (23,75%, 0,59 raíces estaca<sup>-1</sup> y 2,06 cm, respectivamente). En la determinación de primordios radicales se observó que este proceso resultó favorecido con la aplicación de AIB a 5000 mg kg<sup>-1</sup> acortando su formación a las dos semanas; se obtuvo un promedio de 1,5 primordios estaca<sup>-1</sup> a nivel de la sección de la estaca donde se practicaron los cortes. Como recomendaciones se sugiere la evaluación de otros sustratos, así como otras dosis de AIB.

**Palabras clave:** *Malpighia emarginata*, estacas, sustrato, ácido indolbutírico, primordios radicales.

## Introducción

Entre los frutales con la posibilidad de una amplia comercialización en el mundo se encuentra el semeruco (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC) perteneciente a la familia Malpighiaceae. Este frutal es conocido mundialmente con diversos nombres: cerezal, semeruco, acerola, barbados-cherry, cereja de para, entre otros. Los frutos de esta planta se consumen frescos, además son ampliamente utilizados en la industria alimentaria como aditivo nutritivo de muchos subproductos obtenidos de otros frutales debido a su alto porcentaje de vitamina C (ácido ascórbico), también es utilizado como árbol ornamental, por su follaje frondoso y el rojo de sus frutos que contrastan con el verde brillante de las hojas (6). El elevado valor nutritivo de los frutos de esta planta permitirían suplementar requerimientos nutricionales de la población ofreciéndolos en mercados nacionales e internacionales (4).

Aunque para ciertos autores la clasificación botánica no es muy precisa (12), otros establecen claramente que en Venezuela existen dos espe-

cies de semeruco, aunque poseen características morfológicas muy semejantes, éstas son *Malpighia glabra* y *M. emarginata* (sinónima de *M. puniceifolia*). *Malpighia emarginata* presenta hojas obtusas, redondeadas, escotadas o emarginadas en el ápice, aglomeradas en cortos nudos y comúnmente con pedúnculos menores de 5mm de largo y frutos con 4 a 9 lóbulos (15).

El crecimiento relativamente rápido de la planta, la producción de varias cosechas al año y el alto contenido de vitamina C han hecho del cultivo del semeruco una alternativa de importancia económica, con plantaciones comerciales en Puerto Rico, Florida, Hawaii y Brasil (19).

En Venezuela este frutal crece silvestre en zonas áridas y semiáridas; solo se dispone de una plantación extensiva experimental en el estado Lara (18), y no se conocen trabajos sobre selección de materiales con fines agronómicos (6). En la zona norte del estado Zulia el semeruco es considerado como una especie frutícola menor al igual que el icaco, la ciruela de huesito,

la chirimoya, el merey y la granada (2).

La propagación de esta planta, se puede realizar por semilla y de forma vegetativa (15). Sin embargo, al propagarlas por semilla se ha observado una gran diversidad en características tales como precocidad, hábito de crecimiento, floración, productividad, capacidad de enraizamiento y calidad de la fruta, motivo por el cual es de importancia detectar y seleccionar plantas cuyo genotipo reúna en alto grado características de elevado valor hortícola, para establecer clones comerciales (5).

A nivel nacional se requieren esfuerzos para la propagación clonal de plantas selectas de semeruco (16), en este sentido el estaquillado pudiera ser la técnica más conveniente para perpetuar las características de la variedad, sin embargo, los porcentajes de enraizamiento no son elevados (6).

El estaquillado se considera como el método que ofrece mejores beneficios para multiplicar el semeruco en grandes cantidades; se aconseja que el medio de enraizamiento debe ser bastante poroso para asegurar una buena aireación y drenaje suficiente (vermiculita, arena, o mezclas con aserrín, zeolita, perlita o polvo de granito) (12). El sustrato de enraizamiento debe cumplir tres funciones primordiales: sustentar la estaca en el período de enraizamiento, proporcionar hume-

dad, así como permitir una buena oxigenación en la base de la misma (3).

El análisis histológico podría ser una herramienta muy valiosa por lo rápido y sencillo en la visualización de primordios radicales para determinar con anterioridad la eficacia de un tratamiento aplicado para acelerar y mejorar el enraizamiento, sin necesidad de esperar el período completo que según su potencialidad emplee la especie en enraizar.

La iniciación de primordios de raíz, la organización y el desarrollo de raíces generalmente ocurre antes de su emergencia a través de la corteza en la estaca. Como primordio de raíz se consideran regiones meristemáticas separadas por filas de células elongadas radialmente (13). En semeruco, se observan los primordios como zonas de proliferación celular producto de la actividad meristemática que dan lugar a un incremento del tejido parenquimático radial, empujando al floema y a los nódulos de fibras perifloemáticas hacia la corteza (16).

Esta investigación presentó como objetivos: 1) evaluar el efecto del tipo de sustrato y del ácido indolbutírico (AIB) a 5000 mg kg<sup>-1</sup> sobre el enraizamiento de estacas apicales y 2) determinar la formación de primordios de raíz a través del análisis histológico en estacas tratadas y no tratadas con AIB.

## Materiales y métodos

**Experimento I. Enraizamiento de estacas de semeruco: efecto del tipo de sustrato y del ácido indol butírico (AIB)**

El material vegetal constó de estacas apicales, de madera verde, con tres pares de hojas y 20 cm de largo seleccionadas de plantas madres con

edad aproximada de diez años, ubicadas en el Centro Frutícola del estado Zulia (CORPOZULIA). Las estacas se transportaron sumergidas en agua hasta el propagador del Vivero Universitario (Universidad del Zulia) donde se establecieron. Este vivero está situado geográficamente a 10°41'12" latitud norte y 71°38'05" de longitud oeste, y a una altitud de 25 msnm. La región es clasificada como una zona de vida de bosque muy seco tropical con temperatura media anual de 29°C, precipitación con 500 mm año<sup>-1</sup>, 76% de humedad relativa y radiación solar de 1101,72 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (9).

En las estacas tratadas con AIB 5000 mg.kg<sup>-1</sup>, éste se aplicó en polvo impregnando aproximadamente 2 cm de la base de las estacas previamente humedecidas. Seguidamente las estacas tratadas y no tratadas con AIB se establecieron en cuatro tipos de sustratos, los cuales contenían los siguientes componentes: capa vegetal + abono de río en proporción 2:1, concha de coco + abono de río en proporción 1:1, cachaza de caña + abono de río en proporción 1:1 y humus de lombriz + abono de río en proporción 1:3; los cuales fueron dispensados en vasos plásticos de 80 cc de capacidad. Por último, las estacas se colocaron en cámaras húmedas individuales para evitar su deshidratación.

De la combinación de los factores de estudio se produjeron ocho tratamientos en un diseño de experimento factorial totalmente al azar, con cinco repeticiones. Cada repetición constó de cinco estacas como unidad experimental para un total de veinticinco estacas por tratamiento.

A las ocho semanas después de establecido el ensayo, se midieron las variables: porcentaje de estacas vivas, porcentaje de estacas enraizadas, porcentaje de estacas con primordios, número de raíces por estaca y longitud promedio de la raíz más larga.

El análisis de los datos se realizó mediante el procedimiento GLM del paquete Statistycal Analysis System (22), y se empleó la comparación múltiple de Duncan.

### **Experimento II. Determinación de primordios de raíz en estacas tratadas y no tratadas con AIB.**

Las estacas se establecieron en el sustrato conformado por cachaza de caña + abono de río, ya que presentó los mejores resultados cuando se evaluó en el experimento I. Asimismo, se aplicó AIB a una concentración de 5000 mg kg<sup>-1</sup> la cual se comparó con un testigo.

Para realizar esta fase de la investigación se seleccionó material vegetal con las características descritas en el experimento I. Un total de cien estacas se distribuyeron en cinco repeticiones por tratamiento, cada repetición conformada por diez estacas, utilizándose un diseño experimental totalmente al azar.

Con la finalidad de determinar el tiempo de aparición de primordios de raíz en estacas tratadas y no tratadas con AIB, se retiraron cinco estacas por tratamiento en los siguientes intervalos de tiempo: 7, 14 y 21 días de establecido el ensayo; además se analizaron histológicamente estacas de tallo intactas para poder comparar los cambios histológicos ocurri-

dos en los tejidos de las mismas.

Las estacas se fijaron en una mezcla de formaldehído (5%), ácido acético glacial (5%) y alcohol etílico al 90% (FAA). Cortes transversales de un grosor de 15  $\mu\text{m}$  fueron efectuados en la base de cada estaca, exactamente a 3 mm debajo del último nudo con un micrótopo de mano, y se colorearon con Floroglucina (20 g.L<sup>-1</sup> de etanol al 70%) y ácido clorhídrico concentrado a un tiempo de exposición de 1 min.

La observación y el examen de los cortes se hizo con un microscopio marca Olympus KC® y las microfotografías se realizaron con un fotomicroscopio marca Leitz Standard Phot 2.

Los resultados se expresaron como el número promedio de primordios de raíz, los mismos se identificaron como grupos de células recién formadas con dirección radial desde la región del cambium vascular hacia la periferia del corte transversal.

## Resultados y discusión

### Experimento I. Enraizamiento de estacas: efecto del tipo de sustrato y del AIB

El análisis de varianza mostró efectos significativos ( $P < 0,01$ ) del sustrato de enraizamiento (SE) y de la aplicación de AIB sobre las variables en estudio; mientras que para la interacción entre estos factores no se presentaron diferencias estadísticas. El SE influyó sobre el porcentaje de estacas enraizadas y la longitud de raíces, y el AIB tuvo un efecto significativo sobre estas mismas variables y sobre el número de raíces.

#### Efecto del tipo de sustrato.

#### Porcentaje de estacas vivas y porcentaje de estacas con primordios

Los resultados no determinaron diferencias estadísticas entre los sustratos para estas dos variables (cuadro 1). El porcentaje de estacas vivas en forma general se situó en el rango de 80 y 97,5%, denotando con ello que las condiciones en las que se desarrolló el experimento (plantas

madres, condiciones ambientales y técnicas utilizadas), estuvieron muy cercanas a las adecuadas. En cuanto al porcentaje de estacas con primordios, éste estuvo entre 0-10%, ello permite inferir que el tiempo empleado durante el ensayo (8 semanas) fue el suficiente para lograr el mayor número de estacas enraizadas; después de este período, cuando se persiguen fines comerciales, resulta poco práctico y antieconómico el mantenimiento de las plantas.

En otras especies frutales el tipo de sustrato ha tenido efecto sobre el porcentaje de estacas vivas, por ejemplo en *Prunus* sp., seis tipos de sustratos fueron evaluados, donde variaba la proporción de suelo y materia orgánica (estiércol de vaca). El mejor medio de enraizamiento (80% de supervivencia de estacas) fue el compuesto por 50% de arena + 50% de estiércol, seguido por 50% suelo + 50% arena y el de 33% de cada uno de los componentes antes mencionados (10).

**Cuadro 1. Medias y significación para las variables porcentaje de estacas vivas (PV), enraizadas (PE), con primordios (PP), número de raíces (NR) y longitud de raíces (LR) por el efecto del sustrato de enraizamiento (SE) en semeruco.**

SE	PV	PE	PP	NR	LR (cm)
Cachaza de caña + abono de río	97,5 <sup>a</sup>	47,5 <sup>a</sup>	7,5 <sup>a</sup>	1,65 <sup>a</sup>	5,02 <sup>a</sup>
Humus de lombriz + abono de río	87,5 <sup>a</sup>	40 <sup>ab</sup>	10 <sup>a</sup>	1,67 <sup>a</sup>	4,44 <sup>ab</sup>
Capa vegetal + abono de río	80 <sup>a</sup>	20 <sup>bc</sup>	5 <sup>a</sup>	1,22 <sup>a</sup>	1,85 <sup>ab</sup>
Concha de coco + abono de río	85 <sup>a</sup>	15 <sup>c</sup>	0 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	1,26 <sup>b</sup>

Medias con letras distintas en la misma columna difieren estadísticamente ( $P < 0,01$ ).

### Porcentaje de estacas enraizadas

Para esta variable se obtuvieron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre los sustratos evaluados, el mejor fue la mezcla de cachaza de caña con abono de río, con el que se logró un porcentaje de enraizamiento de 47,5%; este sustrato no difirió del compuesto por humus y abono de río con, el cual alcanzó un valor de 40%. El porcentaje más bajo (15%) lo presentó la mezcla de concha de coco y abono de río (cuadro 1). Los resultados obtenidos con la mezcla de cachaza de caña y abono de río se le atribuyeron a las propiedades que presenta la cachaza de caña, caracterizándose por ser un material esponjoso, amorfo, de color oscuro a negro que absorbe grandes cantidades de agua y presenta alto contenido de fósforo, calcio y nitrógeno (24).

Con respecto al humus se ha determinado que la mayoría de los efectos directos no tienen que ver con la nutrición mineral de las plantas, sino con su crecimiento y desarrollo. Así por ejemplo, hay literatura que reseña el efecto de las sustancias

húmicas sobre la generación de raíces y su crecimiento, germinación de semillas, etc., efectos relacionados a sus propiedades de tipo hormonal (17). Las sustancias húmicas en bajas concentraciones actúan sobre la rizogénesis, porque aumentan la permeabilidad de la membrana celular, elevan la actividad de los fermentos sintetizantes así como del contenido de clorofila y la intensidad de la respiración (7).

Particularmente, el humus de lombriz es rico en fitoestimulinas: giberelinas 2,05 a 2,75  $\mu\text{g g}^{-1}$  de materia seca (MS), citoquininas 1,05 a 1,08  $\mu\text{g g}^{-1}$  de MS y auxinas 3,07 a 3,8  $\mu\text{g g}^{-1}$  de MS. Los ácidos húmicos son considerados fitoestimulantes debido a que tienen un efecto similar al inducido por fitohormonas, favoreciendo el enraizamiento, el desarrollo del sistema radical y crecimiento de los tallos (8).

Los bajos porcentajes de enraizamiento obtenidos con la mezcla concha de coco y abono de río no coincidieron con los de otros autores, quienes al comparar en onoto (*Bixa orellana* L.) arena lavada de río con aserrín de coco para enraizar, éste

último resultó ser el mejor tratamiento (21). Entre las propiedades beneficiosas del aserrín de coco, se destacan la de carecer de patógenos del suelo por ser un producto de origen aéreo, las propiedades físicas que posee permite cultivar en capas delgadas y el desarrollo radical es más intenso y con un mayor número de raicillas absorbentes que el que se obtiene con otros sustratos (20).

En otras especies el efecto del tipo de sustrato también ha presentado diferencias, así en Mery (*Anacardium occidentale* L.), para mejorar el enraizamiento de acodos aéreos se compararon varios medios: aserrín de madera, arena roja, estiércol de bovino y sus combinaciones, obteniéndose el mejor enraizamiento con el aserrín de madera y el menor con estiércol puro (1).

#### **Número de raíces (NR) y longitud de raíces (LR) por estaca**

Para la variable NR no hubo diferencias entre los sustratos evaluados; en cambio el tipo de sustrato afectó significativamente a LR ( $P < 0,01$ ) siendo las mezclas de cachaza + abono de río y humus + abono de río las mejores con 5,02 y 4,44 cm, respectivamente. Estos efectos positivos se le

adjudicaron a las excelentes propiedades físicas y químicas de ambos sustratos anteriormente señaladas (24, 8). En una investigación realizada en *B. orellana*, el efecto del sustrato de enraizamiento produjo diferencias para la longitud de la raíz más larga y la interacción tamaño de la estaca con el sustrato de enraizamiento fue significativa para el número de raíces (21).

#### **Efecto de la aplicación de AIB Porcentaje de estacas vivas y porcentaje de estacas con primordios**

El análisis de varianza no determinó efectos significativos de la aplicación de AIB sobre las variables: porcentaje de estacas vivas (PV) y porcentaje de estacas con primordios (PP), los valores fueron 88,75 y 7,50 con AIB y 86,25 y 3,75 sin AIB, para PV y PP, respectivamente (cuadro 2).

#### **Porcentaje de estacas enraizadas**

Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) al comparar estacas con y sin aplicación de AIB (cuadro 2). El mayor valor con relación a esta variable, lo presentaron las primeras con 37,5%, en comparación con 23,75% del testigo. Estos resultados

**Cuadro 2. Medias y significación para el porcentaje de estacas vivas (PV), enraizadas (PE), con primordios (PP), número de raíces (NR) y longitud de la raíz más larga (LR) por el efecto de la aplicación de AIB en semeruco.**

AIB	PV	PE	PP	NR	LR (cm)
Estacas tratadas con 5000 mg kg <sup>-1</sup> de AIB	88,75 <sup>a</sup>	37,50 <sup>a</sup>	7,50 <sup>a</sup>	1,91 <sup>a</sup>	4,22 <sup>a</sup>
Estacas no tratadas(testigo)	86,25 <sup>a</sup>	23,75 <sup>b</sup>	3,75 <sup>a</sup>	0,59 <sup>b</sup>	2,06 <sup>b</sup>

Medias con letras distintas en la misma columna difieren estadísticamente ( $P < 0,01$ ).

coincidieron con los citados por otros investigadores, quienes en semeruco señalaron que al utilizar este mismo regulador de crecimiento a la misma concentración se lograban los mejores resultados (6).

A pesar de considerarse 5000 mg.kg<sup>-1</sup> como una concentración alta, en otras especies frutales de difícil enraizamiento éstas son las que han dado los mejores resultados. En guayabo (*Psidium guajava* L.) se evaluó el efecto del AIB en estacas, comparando dosis de 4000, 5000, 6000 y 7000 mg.kg<sup>-1</sup>; se dedujo que a medida que se incrementó la concentración del regulador de crecimiento así mismo aumentó el porcentaje de enraizamiento (23).

La dosis de AIB más adecuada depende de las características genéticas de la planta entre otros factores no menos importantes, por ejemplo en durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch) se evaluó su efecto sobre estacas de varios cultivares. Las concentraciones utilizadas fueron: 0, 1000, 2000, 3000 y 4000 mg L<sup>-1</sup>. El mayor porcentaje de estacas enraizadas (36,65%) se consiguió con la concentración de 2318 mg L<sup>-1</sup> (10).

### **Número de raíces y Longitud de raíces**

Para ambas variables, con la aplicación de AIB se obtuvieron los mejores resultados (1,91 raíces estaca<sup>-1</sup> y 4,22 cm), diferenciándose significativamente ( $P < 0,01$ ) este efecto del producido por el testigo, el cual obtuvo 0,59 raíces estaca<sup>-1</sup> y 2,06 cm (cuadro 2). Las auxinas además de mejorar el porcentaje de estacas con raíces, aceleran la iniciación radical

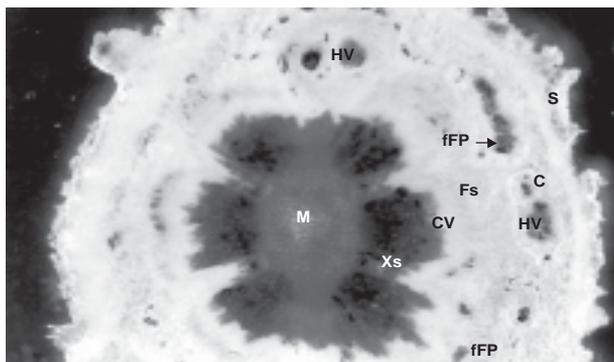
y aumentan el número y calidad de raíces producidas. Auxinas endógenas o aplicadas artificialmente, son un requerimiento para la iniciación de raíces adventicias en tallo, y en efecto se ha demostrado que la división de las primeras células iniciadoras de la raíz depende de la auxina (14).

### **Experimento II. Determinación de primordios de raíz a través del análisis histológico en estacas tratadas y no tratadas con AIB**

#### **Estudio histológico en estacas intactas**

El tallo de semeruco estudiado en estacas intactas presentó peridermis con un súber pluriestratificado, corteza externa con células parenquimáticas de gran tamaño, además de haces vasculares aislados, elementos del floema primario en cuya parte externa se encontraron filas de grupos de fibras, xilema secundario rodeado en la parte externa por el cambium vascular y en la parte interna por las células parenquimáticas de la médula (figura 1).

A los siete días de colocadas las estacas en el medio enraizamiento, no se evidenciaron cambios histológicos dirigidos a la formación de primordios de raíz en ninguno de los casos (figura 2a). Transcurridos 14 días de establecidas, las estacas con tratamiento hormonal mostraron primordios radicales completamente organizados y un procambium muy definido atravesando la corteza, emergiendo por la peridermis (figura 2b). Las observaciones microscópicas permitieron detectar que las raíces adventicias se originaron de células parenqui-



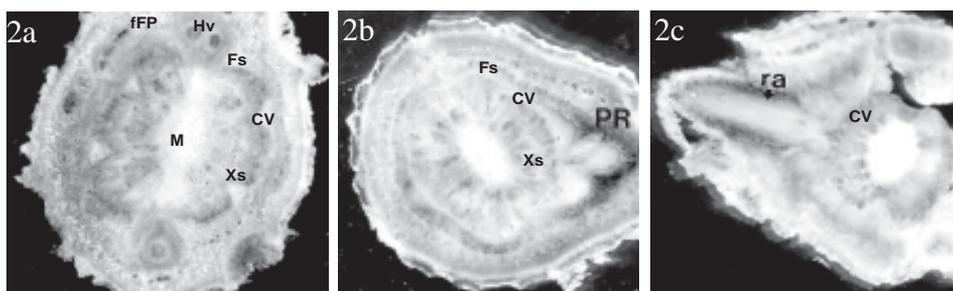
**Figura 1. Corte transversal de estaca de intacta de semeruco (*Malpighia emarginata*). (S= Súber; C= corteza; HV= Haz vascular; fFP= Fibra del floema primario; Fs= Floema secundario; XS= Xilema secundario; M= Médula) (100x).**

máticas radiales asociadas al cambium vascular (figuras 2b y 2c), coincidiendo con las determinaciones reportadas en otra investigación (16). El promedio del número de primordios por estaca fue de 1,5. Esta baja cantidad se justificó por el poco tiempo para realizar las observaciones.

En las estacas sin aplicación de AIB, no se observaron formaciones de primordios en los primeros 15 días de establecidas las estacas, las raíces fueron visibles a los 21 días. El período de tiempo en el cual ocurrió la emergencia de las raíces no coincidió con el de otra investigación realizada en la misma especie y con la misma concentración de AIB (5000 mg.kg<sup>-1</sup>), en donde se reportó que estas no emergieron sino hasta los 35 días (16). Sin embargo, fueron similares cuando se compararon estacas tratadas y no tratadas determinando un retardo en relación a la iniciación y secuencia de eventos histológicos que dieron origen a la formación de raíces adven-

ticias de 7 a 10 días para las últimas, ya que en esta investigación a los 28 días las estacas no tratadas presentaron raíces, una semana después del tratamiento con AIB (cuadro 3).

Estudios anatómicos conducidos *in vitro* en la especie *Malus domestica* determinaron que en microestacas la iniciación de las raíces dependió de los componentes inductores de enraizamiento del medio, éstos disparan el comienzo de la división celular previo a la formación de los primordios de raíz en regiones donde no existían previamente. Las microestacas tratadas con agua durante la inducción de raíces presentaron una pequeña o nula actividad meristemática o formación de meristemoides. Las tratadas con AIB fueron similares a las colocadas en agua mostrando poca actividad meristemática. Los tratamientos con sacarosa + AIB formaron meristemoides de raíces en todas las microestacas (13).



**Figura 2.** Cortes transversales de estacas de semeruco (*Malpighia emarginata*). 2a) Estaca transcurridos 7 días (fFP= Fibra de Floema Primario, Hv= Haz vascular, Fs= Floema secundario, CV= Cambium Vascular, Xs= Xilema secundario, M= Médula); 2b) Estaca transcurridos 14 días (Fs= Floema secundario, CV= Cambium Vascular, PR= Primordio Radical, Xs= Xilema secundario); 2c) ra=Estacas emitiendo raíz adventicia, CV= Cambium Vascular (40x).

En el estudio anterior también se determinó que el origen de las raíces adventicias fue asociado a células del parénquima floemático. Al igual que en *M. domestica* en estacas de la especie *Hedera helix* de difícil enraizamiento, las raíces se originaron del parénquima radial del floema (11).

La determinación de primordios radicales constituye un aspecto muy importante porque además de estudiar la rizogénesis a nivel histológico,

permite comprobar certera y rápidamente la eficacia del efecto hormonal en términos de aceleración del proceso de enraizamiento tomando en cuenta que el período reportado para el semeruco fue de ocho a diez semanas (6). Con estos resultados se determinó que la aplicación de AIB a concentración de 5000 mg kg<sup>-1</sup> mejoró el proceso de enraizamiento acelerando la fase de formación de raíces en estacas de semeruco.

**Cuadro 3.** Secuencia de aparición de eventos histológicos en estacas de semeruco tratadas y no tratadas con AIB.

		Días			
		7	14	21	28
Estacas sin AIB	Sin primordios	Sin primordios	Con primordios	Con raíces	Con raíces
Estacas con AIB	Sin primordios	Con primordios	Con raíces	Con raíces	Con raíces

## Conclusiones y recomendaciones

En la propagación vegetativa a través de estacas apicales, de madera verde de semeruco (*M. emarginata*), el sustrato compuesto por cachaza de caña y abono de río en proporción 1:1 resultó favorable para el enraizamiento, por registrar los mayores valores de las variables porcentaje de estacas enraizadas y longitud de raíz.

La aplicación de AIB a una concentración de 5000 mg.kg<sup>-1</sup>, mejoró el proceso de enraizamiento de la especie, considerando que presentó un mayor porcentaje de estacas enraizadas, mayor número de raíces por estaca y longitud de raíz mayor,

en comparación con el testigo sin aplicación.

El enraizamiento de estacas de esta especie de semeruco fue favorecido con la aplicación de ácido indolbutírico a 5000 mg kg<sup>-1</sup>, ya que acortó la formación de primordios radicales a 14 días después de establecidas las estacas.

Se recomienda la evaluación de otros sustratos con características similares a la cachaza de caña, así como probar otras dosis de ácido indolbutírico con el propósito de determinar la dosis adecuada.

## Agradecimiento

Se desea expresar un sincero agradecimiento a:

El profesor Francis Geraud por su valiosa colaboración en la toma de fotografías.

El Sr. Ramón Matheus quien activamente participó en la ejecución

de las preparaciones histológicas.

Al Centro Frutícola del estado Zulia y al Vivero Universitario por prestar abiertamente sus instalaciones para poder llevar a cabo esta investigación.

## Literatura citada

1. Almeida, F., F. Almeida, J. Albuquerque, M. Rabelo y C. Soares. 1992. Comparación de sustratos en Alporques de Cajueiro Anao Precoce (*Anacardium occidentale* L.) con Consecuente uso de aluminiza. ao. Turrialba 42: 528-530.
2. 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: Resúmenes VII Congreso Nacional de Frutales. Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). San Cristóbal, Venezuela. 163 p.
3. Araújo, C., E. Kersten y J. Correa. 1998. Influencia do Etephon e do Acido indolbutírico no enraizamento de estacas de ramos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). Ciencia Rural 28:221-224.
4. Arenas, L., N. Laguado y M. Marín. 2000. Contenido de vitamina C en algunas especies frutales de origen tropical. En: Resúmenes VII congreso nacional de frutales. Universidad Nacional

- Experimental del Táchira (UNET). San Cristóbal, Venezuela 163 p.
5. Arostegui, F., C Asenjo, A. Muñoz y L. Alemany. 1955. Observations and data promising selection of West Indian Cherry, *Malpighia puniceifolia* L. En: L. Laskowski y D. Bautista (Eds.). Evaluación de características vegetativas, productivas y de calidad de la fruta de plantas de semeruco cultivadas en zonas áridas. 1998. *Agronomía Tropical*. 48: 239-249.
  6. 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.
  7. Burbano H. 1998. La materia orgánica: Origen, propiedades y su relación con la calidad/salud del suelo. En: Resúmenes: IX Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Paipa, Colombia. 187 p.
  8. Compagnoni, L. y G. Putzolu. 1999. Cría moderna de las lombrices y la utilización rentable del humus. Editorial De Vecchi S.A. Barcelona, España. 62-91 p.
  9. 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.
  10. 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.
  11. Girouard, R. 1967. Initiation and development of adventitious roots in stem cuttings of *Hedera helix*. *Canadian J. of Botany* 45:1883-1886.
  12. 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.
  13. Harbage J., D. Stimart y R. Evert. 1993. Anatomy of adventitious root formation in microcuttings of *Malus domestica* Borkh. «Gala». *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:680-688.
  14. Hartmann, H. y D. Kester. 1985. Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Quinta impresión. Compañía editorial Continental.
  15. Hoyos J. 1989. Frutales en Venezuela. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle Monografía N° 36, Caracas-Venezuela. 375 p.
  16. 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.
  17. Lobartini, J. C. y G. A. Orioli. 1996. Las sustancias húmicas y la nutrición vegetal. *Revista de la Facultad de Agronomía. La Plata* 101: 201-209.
  18. López M. A. 1977. Proyecto de siembra de 100 hectáreas de semeruco (*Malpighia glabra* L.) en el área de Bobare en el estado Lara. En: L. Laskowski y D. Bautista (Eds.). Evaluación de características vegetativas, productivas y de calidad de la fruta de plantas de semeruco cultivadas en zonas áridas. 1998. *Agronomía Tropical*. 48:239-249.
  19. Nakasone, H., G. Yamane y P. Miyashita. 1968. Selection, evaluation and naming of acerola (*Malpighia glabra* L.) cultivars. En: L. Laskowski y D. Bautista (Eds.). Evaluación de características vegetativas, productivas y de calidad de la fruta de plantas de semeruco cultivadas en zonas áridas. L. 1998. *Agronomía Tropical* 48:239-249.
  20. S/A. 1999. Cultivos Controlados. Quito, Ecuador. 1:28-29.
  21. San Miguel, F., C. Michelangeli, C. Basso y A. Trujillo. 1999. Enraizamiento de estacas de Onoto. *Agronomía Tropical* 49:69-79.

22. SAS, Statistycal Análisis System. 1987. SAS the Institute INC, Cary, NC, USA. cuttings. Scientia Agrícola 52: 310-317.
23. Tavares, M., E. Kersten y F. Siewerdt. 1995. Effects of indolbutyric acid and of harvest date on rootinf of guava (*Psidium guajava* L.)
24. Zérega, L. 1993. Manejo y uso agronómico de la cachaza en suelos cañameleros. Caña de azúcar 11:71-92.