

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Combinaciones y proporciones de sustratos en la producción de posturas de Acerola por esquejes

Combinations and proportions of substrates in the production of Acerola plantlets by cuttings

Yanoris Bernal Carrazana^{1*}, Consuelo E. Hernández Rodríguez¹, Cristóbal Ríos Albuérne^{2**}, Leonardo Torres Cordovés³

¹ Unidad Científico Tecnológica de Base, Suelos Cienfuegos, Carretera a Manicaragua, km 13½, Barajagua, Cumanayagua, Cienfuegos, Cuba, CP 57600

² Universidad Central de las Villas, Facultad de Ciencias Agrarias, Carretera a Camajuani km 5½, CP 54830, Santa Clara, Cuba, CP 54830

³ Empresa Pecuaria La Sierrita, Cumanayagua, Cienfuegos, Cuba, CP 57600

*Autor para correspondencia: ybernal@ucf.edu.cu; crios@uclv.edu.cu

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar diferentes proporciones de suelo, arena, materia orgánica y zeolita como sustrato para la producción de posturas de Acerola (*Malpighia emarginata* DC) por el método de esquejes y determinar la combinación más efectiva de estos componentes, se desarrolló la presente investigación en el vivero semi - rústico "La Campanita", de la Unidad Básica de Producción Cooperativa de la Agricultura Urbana, del municipio Cumanayagua, Cuba. El material vegetal utilizado fue seleccionado a partir de las exigencias y recomendaciones de instructivo técnico para la producción de frutales. El experimento se desarrolló en condiciones semi controladas de iluminación y el diseño experimental fue un Bloque al azar con seis tratamientos y cuatro réplicas. Los resultados obtenidos indicaron la factibilidad para producir posturas de Acerola con el uso de diferentes proporciones de suelo, arena, materia orgánica y zeolita. Se encontró la mejor respuesta en la variante compuesta por 50 % de materia orgánica, 25 % de suelo, 25 % de zeolita y cobertura superficial de zeolita, con un 88 % de estacas vivas y un mejor comportamiento en la cantidad y longitud de raíces emitidas. Todas las variantes utilizadas presentaron brotación de yemas axilares y enraizamiento.

Palabras clave: estacas, multiplicación, plántula, propágulo

ABSTRACT

The present research was done at the semi rustic seedbed "La Campanita" which belongs to the Cooperative Basic Unit of Agricultural Production of the Urban Agricultural Company in Cumanayagua municipality with aims of evaluating different proportions of soil, sand, organic

matter and zeolita in the substrate for the seedling production of Acerola (*Malpighia emarginata* DC) by mean of cuttings, and determine the most effective combination among these components. The vegetal material used was selected according with the requirements and recommendations of technical instructions for the production of fruit trees from cuttings. The experiment was developed under semi - controlled lighting conditions and the experimental design was a random block with 6 treatments and 4 replications. The results indicated the feasibility to produce Acerola seedlings with the use of different proportions of soil, sand, organic matter and zeolite. The best response was found in the variant composed of 50 % organic matter, 25 % soil, 25 % zeolite and surface coverage of zeolite, with 88 % of live stakes and a better behavior in the quantity and length of roots emitted. All the variants used showed budding of axillary buds and rooting.

Keywords: stakes, multiplication, seedling, propagules

INTRODUCCIÓN

Uno de los lineamientos básicos de la Estrategia Nacional para el desarrollo de frutales tropicales en Cuba se basó en el fomento de viveros con vistas a suministrar las plantas necesarias, así como su diversidad. Esta actividad amerita, como aspecto fundamental, la correcta selección del sustrato donde se propagarán y crecerán las plantas.

Un sustrato adecuado para la exitosa producción de propágulos dependerá de la apropiada selección de los componentes que conformarán dicho sustrato, de la proporción volumétrica empleada de cada uno de estos y de las enmiendas adicionadas al mismo para mejorar sus propiedades físicas y/o químicas. El conocimiento previo de estas propiedades permitirá corregir cualquier característica de la mezcla que pueda resultar inapropiada para la propagación y desarrollo del frutal (Instituto de suelos, 2010).

La reproducción sexual de la Acerola, así como de otras especies de frutales, es difícil. Tal realidad implica la búsqueda de nuevos procedimientos que permitan obtener el mayor número de plántulas a un bajo costo, en el menor tiempo posible y de esa manera lograr una exitosa propagación vegetativa que logre preservar las cualidades intrínsecas de la planta madre, obteniendo de ella el máximo de provecho. En los últimos años ha tomado gran impulso la multiplicación de plantas por medio de esquejes, donde el uso de enraizadores

(hormonas) ha permitido obtener resultados exitosos (Hartmann y Kester, 1991).

Mesa (2000) identificó 93 especies de frutales en Cienfuegos, encontrándose la Acerola (*Malpighia emarginata* DC) que ha sido catalogada como la fruta tropical de mayor riqueza en vitamina C; sin embargo, es un cultivo poco extendido en el territorio. Específicamente en el municipio Cumanayagua es poco conocido y se desconoce el alto porcentaje de enraizamiento y prendimiento de sus estacas. Por estas razones, se propuso como objetivo de la presente investigación, comparar la efectividad de diferentes proporciones de suelo, arena, materia orgánica y zeolita, en el comportamiento de indicadores para la producción de posturas de Acerola (*M. emarginata*) por el método de esquejes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el vivero “La Campanita”, de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) de la Agricultura Urbana, municipio Cumanayagua. El mismo se encuentra situado en la región centro - sur del Archipiélago cubano, provincia Cienfuegos, a una altitud de 106 m con un promedio anual de precipitaciones y temperatura de 1400 mm y 27,6 °C, respectivamente (media de los últimos cinco años).

El cultivo utilizado fue Acerola (*M. emarginata*) a partir de esquejes centrales de

plantas, rigurosamente seleccionados, con un diámetro de 0,90 cm, 15 cm de longitud y bajo niveles de lignificación. Los cortes basales se realizaron por debajo del último nudo, de forma inclinada, durante las primeras horas de la mañana. Se caracterizaron los sustratos en el Laboratorio Provincial de Suelos y Agroquímica de la provincia Cienfuegos según la Norma Ramal Cubana de 1999.

Se incluyeron los siguientes tratamientos:

- 1) 75 % Materia Orgánica (M.O.)+ 25 % zeolita + cobertura de zeolita (Control)
- 2) 50 % M.O. + 25 % suelo + 25 % zeolita+ cobertura de zeolita
- 3) 50 % M.O.+ 50 % suelo + cobertura de zeolita
- 4) 75 % M.O. + 25 % arena + cobertura de arena
- 5) 50 % M.O. + 25 % suelo+ 25 % arena+ cobertura de arena
- 6) 50 % M.O.+ 50 % suelo+ cobertura de arena

Para todas las variantes se utilizó una solución de 5 mg L⁻¹ de ácido indolacético en la que se colocó en inmersión durante 5-10 min la parte basal de los esquejes. El suelo utilizado para la elaboración del sustrato correspondió a un Pardo sin carbonato típico (Hernández *et al.*, 1999).

El experimento se realizó bajo condiciones semicontroladas durante los primeros 45 días. Se utilizó cobertor acrílico para regular el 30 % de la iluminación. La humedad relativa fue de 90 % durante el día y 95 % durante la noche, las temperaturas se mantuvieron en rangos de 27 ± 2 °C durante el día y 23 ± 2 °C durante la noche. Luego de los primeros 45 días las estacas estuvieron sin el cobertor acrílico por igual espacio de tiempo.

El riego se realizó con un sistema semi-automatizado de balanza, con micro aspersores microyjet que forman una neblina de agua durante 20-30 segundos cada 7 - 10 minutos de día y parte de la noche, según las condiciones climáticas presentadas.

Se evaluaron las siguientes variables en las estacas:

-Número de brotes por estacas: cantidad de brotes existentes en cada estaca a los 25 días de plantadas.

-Porcentaje de estacas brotadas (%) a los 45 días: del total de esquejes evaluados cuántos emitieron yemas foliares.

-Momento de formación del callo: días a los que se producía la formación del callo luego de plantar los esquejes.

-Porcentaje de estacas enraizadas (%): del total de esquejes evaluados, la cantidad que presentaron raíces a los 60 días.

-Número de raíces por estacas: cantidad de raíces emitidas por las estacas a los 60 días.

-Longitud promedio de las raíces (cm): longitud promedio de las raíces a los 60 días.

-Porcentaje de estacas vivas (%): estacas que sobrevivieron a los 90 días.

Los intervalos y períodos de evaluación corresponden con criterios para la producción de frutales del MINAG (2001) y la experiencia técnica de productores del vivero. Se utilizó un diseño de bloque al azar con cuatro réplicas de 10 bolsas de polietileno de 14 x 24 cada una y llenadas mediante diferentes combinaciones de suelo según tratamiento, lo que aportó un total 40 plantas por tratamiento.

El procesamiento estadístico de los datos se realizó mediante el paquete estadístico STATGRAPHIC Plus ver 5.0 en español. Para la comparación de las medias se realizaron pruebas de rangos múltiples de Duncan para un 95 % de confiabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

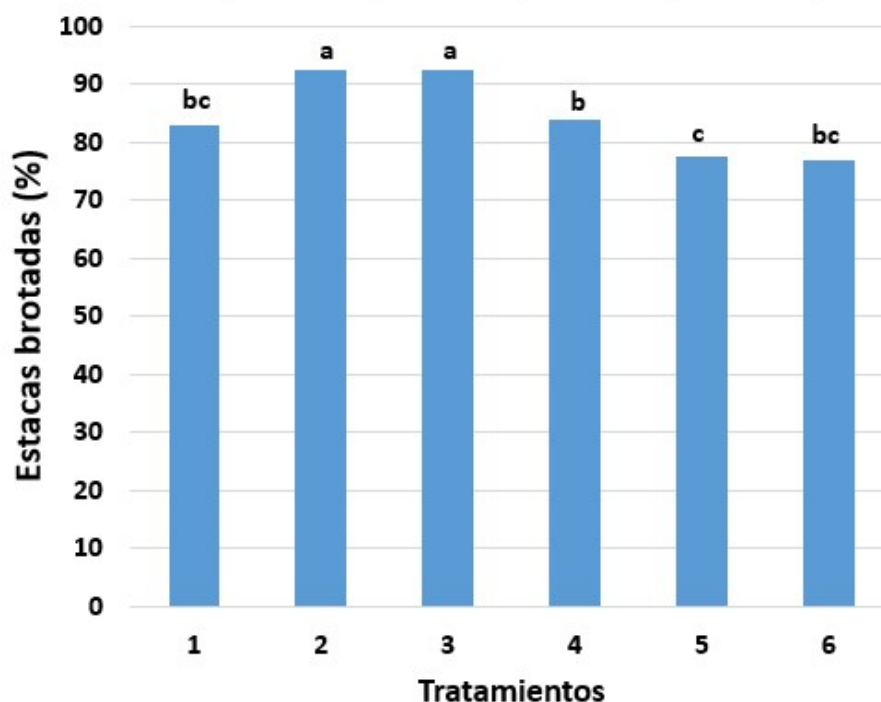
Los tratamientos tuvieron una influencia favorable en la cantidad de plantas brotadas; obteniéndose valores por encima del 75 %. Esto se debe principalmente al uso de estacas centrales, las que no poseen yemas terminales (principal fuente productora de ácido indolacético), por lo que se reduce las auxinas endógenas y rompe la dominancia apical, favoreciéndose el equilibrio auxinas - citoquinina, estimulándose la brotación. El MINAG (2001) resalta la factibilidad de utilizar

estacas centrales en la propagación de frutales por esquejes y coincide con lo expuesto por Acosta y González (2000).

Los mejores resultados corresponden al segundo y tercer tratamiento con más del 90 % de plantas brotadas, sin diferencia entre ellos (Figura).

Al analizar la influencia de los tratamientos sobre el número de brotes por estaca (Tabla 1)

se observa que estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos con los diferentes substratos. Según Weaver (1980) independientemente del uso de reguladores de crecimiento, la cantidad de brotes emitidos por estacas de frutales va a estar en estrecha relación con la cantidad de reservas presentes en los esquejes y con el tipo de material utilizado, es decir si son



* Medias con letras diferentes difieren según la prueba de Rango Múltiple Duncan para $p < 0,05$

C.V.(%) = 7,63 ES $x \pm = 0,26$

Figura - Porcentaje de estacas brotadas según tratamiento

Tabla 1 - Influencia de los tratamientos sobre el número de brotes por estacas

Tratamientos	Brotos por estacas
75 % M.O.+ 25 % zeolita (testigo) + zeolita	2,38
50 % M.O. + 25 % suelo + 25 % zeolita + zeolita	2,02
50 % suelo + 50 % M.O. + arena	2,18
75 % M.O. + 25 % arena + arena	2,31
50 % M.O. + 25 % suelo + 25 % arena + arena	2,29
50 % suelo + 50 % M.O. + zeolita	2,34
E.S.	0,038 ns
C.V. %	4,46

ns: no existe diferencia significativa entre las medias para $p < 0,05$

provenientes de la parte apical de ramas, de la base o provenientes de estacas del centro de las ramas utilizadas. También se destaca como un elemento importante la existencia de la cantidad de yemas, las cuales incrementan las posibilidades de brotación en comparación con el uso de estacas basales (Hartmann y Kester, 1991).

Otro elemento que tiene estrecha relación con el número de brotes por estaca es el grado de lignificación que en este caso era bajo. Loeza *et al.* (2014) encontraron mayor cantidad de brotes y raíces en estacas de dos especies de *Bursera* con bajos niveles de lignificación al compararlas con las de alto grado de lignificación.

La formación del callo para los tratamientos evaluados (Tabla 2) destaca como los mejores tratamientos el 1, 2, 4 y 6 con valores entre los 15 y 17 días, aunque lo más significativo es que todas las variantes utilizadas son capaces de inducir la formación del callo. En este caso destaca el haber realizado el corte inclinado a las estacas pues según Castellanos y Bonfil (2010) este promueve la brotación de raíces adventicias.

Cuando una estaca se coloca en condiciones ambientales favorables para el enraizamiento se desarrolla cierta cantidad de callo en su extremo basal y posteriormente, ahí aparecen las primeras raíces, por lo que este proceso se asocia al enraizamiento. En algunas especies,

aparentemente la formación del callo es precursora de la formación de raíces adventicias (Hartmann y Kester, 1991).

El porcentaje de estacas enraizadas fue mayor del 55 % para todos los tratamientos (Tabla 3). Estos resultados son superiores a los obtenidos por Rivero *et al.* (2005) al evaluar el mismo indicador, pero en otro tipo de sustratos. Igualmente supera lo obtenido por Moratinos *et al.* (2008) al evaluar la influencia del ácido indolbutírico en varios indicadores, entre los que se encontraban el porcentaje de estacas enraizadas; y son similares a los obtenidos por Ferreira y Martins (1996) y Pires *et al.* (1996). Pese a lo expuesto, el tratamiento dos fue el mejor, difiriendo significativamente del resto de los tratamientos.

Estos resultados tienen que ver con el uso de la solución de ácido indolacético para todas las estacas en los tratamientos, pues independientemente del sustrato utilizado, está demostrada la factibilidad en el enraizamiento de esquejes, incluso en especies de difícil enraizamiento (melocotón) fueron reportados porcentajes de enraizamiento superiores al 60 % con el uso de reguladores de crecimiento, para concentraciones superiores a las utilizadas en este experimento (González, 2012).

En el número de raíces también el tratamiento dos fue el mejor y hubo diferencias significativas respecto al resto de los tratamientos. Estos resultados, similares a los

Tabla 2 - Influencia de los tratamientos en la formación del callo

Tratamientos	Formación del callo (días)
75 % M.O.+ 25 % zeolita (testigo) + zeolita	15,66 ^{ab}
50 % M.O. + 25 % suelo + 25 % zeolita + zeolita	17,33 ^{abc}
50 % suelo + 50 % M.O. + arena	17,66 ^{bc}
75 % M.O. + 25 % arena + arena	15,33 ^a
50 % M.O. + 25 % suelo + 25 % arena + arena	18,33 ^c
50 % suelo + 50 % M.O. + zeolita	17,00 ^{abc}
C.V. (%)	9,05
E.S.	0,36

Medias con letras diferentes difieren según la prueba de Rango Múltiple Duncan para $p < 0,05$

Tabla 3 - Efecto de los tratamientos en el porcentaje de estacas enraizadas, número de raíces, longitud de las raíces y de estacas vivas a los 60 días

Tratamientos	Porcentaje de estacas enraizadas	Cantidad de raíces	Longitud de las raíces (cm)	Porcentaje de estacas vivas
75 % M.O.+ 25 % zeolita (testigo) + zeolita	55 ^b	2,50 ^b	8 ^b	88 ^a
50 % M.O. + 25 % suelo + 25 % zeolita + zeolita	58 ^a	2,55 ^a	9 ^a	88 ^a
50 % suelo + 50 % M.O. + arena	54 ^c	2,12 ^e	8 ^b	86 ^b
75 % M.O. + 25 % arena + arena	55 ^{bc}	2,32 ^c	9 ^a	87 ^{ab}
50 % M.O. + 25 % suelo + 25 % arena + arena	54 ^c	2,05 ^f	8 ^b	87 ^{ab}
50 % suelo + 50 % M.O. + zeolita	56 ^b	2,26 ^d	7 ^c	85 ^c
C.V. (%)	2,76	8,10	9,99	1,43
E.S. ±	0,31	0,038	0,17	0,25

Medias con letras diferentes difieren según la prueba de Rango Múltiple Duncan para $p < 0,05$

obtenidos por González (2012), Rivero *et al.* (2005) y Moratinos *et al.* (2008) y están en estrecha relación con la capacidad de esta planta para formar el callo en un período menor de 20 días y luego emitir raíces, además de la influencia favorable que tiene el uso de la materia orgánica sobre la generación de raíces y el crecimiento. 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, del contenido de clorofila y la intensidad de la respiración (Burbano, 1998). La variable longitud de las raíces fue mejor en los tratamientos dos y cuatro. Este resultado puede estar influenciado por las excelentes propiedades físicas y químicas de ambos sustratos utilizados.

El porcentaje de estacas vivas se situó en el rango de 85 y 88 %, 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. Resultados similares fueron reportados por Rivero *et al.* (2005). Los mejores tratamientos fueron 1, 2, 4, y 5 con diferencias significativas referente a los otros tratamientos, al realizar prueba de rango múltiple de Duncan para un 95 % de confiabilidad.

A los 90 días de la investigación se obtuvo que el mejor tratamiento tuvo un 88 % de estacas vivas de las cuales, el 58 % se encontraban enraizadas en relación al total, lo que representa el 65,8 % de esquejes enraizados de la cantidad de estacas vivas resultante.

De forma general, el segundo tratamiento fue el mejor, destacándose en todas las variables evaluadas. Este tratamiento es capaz de reducir el porcentaje de materia orgánica en un 25 % comparado con el primer tratamiento y utilizó suelo y zeolita como componentes del sustrato, sin afectar la producción de plantas por esquejes en el cultivo de la Acerola. En este sentido Gómez y Leyva (2004) tuvieron buenos resultados al utilizar sustratos con similares características para la producción de plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.

CONCLUSIONES

El uso de diferentes proporciones de suelo, arena, materia orgánica y zeolita es efectivo para la producción de posturas de Acerola (*Malpighia emarginata* DC) por el método de esquejes.

La combinación más destacada de sustratos destinados a la producción de posturas de Acerola es 50 % de M.O. + 25 % suelo + 25 % zeolita + cobertura de zeolita y 75 % de M.O. +

25 % de zeolita + cobertura de zeolita, las que se destacan por haber obtenido un 88 % de estacas vivas, 55 - 58 % de estacas enraizadas, 2,50 - 2,55 raíces por estaca y un promedio de 8 - 9 cm de longitud de las raíces.

BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA, J.F. y GONZÁLEZ, J. F. 2000. Enraizamiento de estacas de *Bougainvillea glabra* chois. *Agrícolas Vergel*, noviembre.
- 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.
- CASTELLANOS, C. y BONFIL, C. 2010. Establecimiento y crecimiento inicial de tres especies de *Bursera* Jacq. exl. L. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1 (2): 93-108.
- GÓMEZ, Y. y LEYVA, I. 2004. Obtención de sustratos destinados a la producción de plantas de *Eucaliptos grandis* en viveros por el método de tubetes plásticos de 90 cm³ de capacidad en la EFI Guanahacabibes. III Taller Internacional de Agricultura Sostenible de Montaña, Centro Universitario de Guantánamo, Cuba, p. 54.
- GONZÁLEZ, F. D. 2012. Propagación masiva del Melocotón (*Prunus persica* (L.) Basch) en umbráculos rústicos. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cuba, 45 p.
- HARTMANN, H. y KESTER, D. 1991. Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Segunda edición. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., México. 760 p.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J. M., BOSCH, D. y RIVERO, L. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de suelos, Agrinfor, La Habana.
- INSTITUTO DE SUELOS. 2010. Tipos de suelo del municipio Cumanayagua y principales factores limitantes presentes. Mapa 1: 25 000. Estación Experimental de Suelos de Cumanayagua, Cuba.
- LOEZA, J. M., DÍAZ-LÓPEZ, E., CAMPOS-PASTELÍN, J. M., ORLANDO-GUERRERO, J. I. 2014. Efecto de lignificación de estacas sobre enraizamiento de *Bursera morelensis* Ram. y *Bursera galeottiana* Engl. en la Universidad de la Cañada en Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca, México. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 20 (3): 222-226.
- MARTINS, A. y FERREIRA, R. 1996. Efeito do tratamento de estacas herbáceas de Acerola com auxinas (AIB e ANA) em diferentes doses. En: XIV Congresso Brasileiro de Fruticultura (Eds), Curitiba, Brasil, p. 32.
- MESA, J. 2000. Enraizamiento de esquejes de especies frutales. XI Forum de Ciencia y técnica, Municipio Cienfuegos, Cuba, 10 p.
- MINAG. 2001. Propagación de frutales. Instituto de Investigaciones de Cítricos y otros Frutales, Matanzas, Cuba, 43 p.
- MORATINOS, P., FLORES, E., GÓMEZ, A. y RAMÍREZ-VILLALOBOS, M. 2008. Enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia glabra* L. y *M. emarginata* Sessé & Moc. ex D.C.). *Revista Facultad de Agronomía*, 25(3): 405-420.
- PIRES, E., SUASSUNA, N., DOS SANTOS, J., *et al.* 1996. Comportamento de estacas subterminais de quatro seleções de aceloreira (*Malpighia glabra* L.) em ambiente de cámara úmida. En: XIV Congresso Brasileiro de Fruticultura, Curitiba, Brasil, p. 30.
- RIVERO, G., RAMÍREZ, M., CARABALLO, B., y GUERRERO, R. 2005. Enraizamiento de

estacas de semeruco (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 22(2): 129-141.

WEAVER, R. J. 1980. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas. D. F., México. 134 p.

Recibido el 16 de diciembre de 2017 y Aceptado el 16 de febrero de 2019