

Propagación vegetativa de nanche *Malpighia mexicana* y *Byrsonima crassifolia**

Vegetative propagation of nanche *Malpighia mexicana* and *Byrsonima crassifolia*

María de los Ángeles Maldonado Peralta¹, Gabino García de los Santos², José Rodolfo García Nava³ y Adelaido Rafael Rojas García^{4§}

¹Universidad Autónoma de Guerrero-Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica, Campus Cruz Grande. Municipio de Florencio Villareal, Guerrero, México. (angelitam_02@hotmail.com). ²Colegio de Postgraduados-PREGEP-Semillas, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco, km 36.5. Texcoco, México. CP. 56250. (garciaag@colpos.mx). ³Colegio de Postgraduados-Botánica, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco, km 36.5. Texcoco, México. CP. 56250. (garcianr@colpos.mx). ⁴Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia núm. 2. Cuajinicuilapa, Guerrero, México. CP. 41940. (rogarcia_05@hotmail.com). §Autor para correspondencia: rogarcia_05@hotmail.com.

Resumen

Se evaluó la propagación vegetativa de nanche (*Malpighia mexicana* A. Juss. y *Byrsonima crassifolia* (L) H. B. K.), bajo sombra al 70 y 90%, y ácido indolbutírico (AIB) a 1 000, 3 000 y 10 000 ppm y un testigo. Las estacas se colectaron en Oaxaca, México, y el experimento se estableció en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Se utilizaron 240 estacas leñosas de 20 cm, de cada especie, impregnadas 5 cm de la base con el tratamiento de AIB y se sembraron a 10 cm de profundidad, en charolas de 5 L, llenadas con turba con arena (1:1 v/v); de éstas combinaciones resultaron 16 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones de 10 estacas (unidades experimentales) que se establecieron en un diseño en BCA. A los 7 meses se evaluó el porcentaje de sobrevivencia, brotación, estacas con callo y enraizamiento, y número y longitud de raíces. El ANOVA y la prueba de medias Duncan ($p \leq 0.05$), indicaron que las dos especies presentaron sobrevivencia y brotación, pero raíces sólo *M. mexicana*; la sombra al 70% fue mejor y en éstas variables, el testigo superó a los demás tratamientos; sin embargo, sólo presentaron raíces las estacas tratadas con AIB. *B. crassifolia* produjo estacas con callo cuando se usó 10 000 ppm de AIB.

Abstract

The vegetative propagation of nanche (*Malpighia mexicana* A. Juss. and *Byrsonima crassifolia* (L) H.B.K.) was evaluated, under shade at 70 and 90%, and Indole butyric acid (IBA) at 1 000, 3 000 and 10 000 ppm and a control. The stem cuttings were collected in Oaxaca, Mexico, and the experiment was established at the Colegio de Postgraduados, Montecillo Campus. 240 stem cuttings of 20 cm of each species were impregnated 5 cm from the base with IBA treatment and seeded at 10 cm depth in 5 L trays filled with peat with sand (1:1 v/v); these combinations resulted in 16 treatments, each with 3 replicates of 10 stem cuttings (experimental units) that were established in a BCA design. At 7 months the percentage of survival, sprouting, cuttings with callus and rooting, and number and length of roots were evaluated. The ANOVA and the Duncan test of means ($p \leq 0.05$), indicated that the two species showed survival and sprouting, but only *M. mexicana* showed roots; shadow at 70% was better and in these variables, the control overcame the other treatments; however, only the cuttings treated with IBA showed roots. *B. crassifolia* produced callus in the stakes when 10 000 ppm IBA was used.

Palabras clave: clonación, estacas leñosas, promotores del enraizamiento.

Keywords: cloning, rooting promoters, woody stakes.

Introducción

Las plantas de la familia Malpighiaceae son originarias de México y Centro América (Mezadri *et al.*, 2008; Mondin *et al.*, 2010). Los frutos tienen importancia agronómica y comercial por su calidad morfológica (Maldonado-Peralta *et al.*, 2016); alto contenido de ácido ascórbico, considerándolos un antioxidante o nutrimento nutracéutico (Mezadri *et al.*, 2006; Mondin *et al.*, 2010). El método de propagación de estas especies es principalmente por semilla (Junqueira *et al.*, 2002), implicando segregación hereditaria o heterogeneidad en las poblaciones de plantas y en la producción y calidad de frutos (Martins *et al.*, 2000); además, a pesar de que la semilla presenta alta viabilidad (Maldonado-Peralta *et al.*, 2016), la germinación es baja (Azerêdo *et al.*, 2006). Por otro lado, la propagación vegetativa permite que la especie conserve íntegramente las características distintivas del genotipo, observadas en los progenitores a través de generaciones (Paiva *et al.*, 2003).

El uso de estacas es un método clásico de propagación, que promueve la multiplicación de plantas seleccionadas y mantiene las características deseables (Meletti, 2000), resultando en plantas más uniformes, con mayor estabilidad genética y producción homogénea (Oliveira *et al.*, 2003). Diversos autores reportan propagación vegetativa con éxito en especies frutales consideradas de difícil enraizamiento, por ejemplo en *Citrus* (De Andrade y Martins, 2003), anonas (De Figueirêdo *et al.*, 2013; Junior y Martins, 2014), *Pouteria campechiana* (Chiamolera *et al.*, 2014), *Prunus salicina* (Tonietto *et al.*, 2001) e indican que la presencia de hojas en las estacas promueve la formación de raíces (Costa Junior, 2000).

Existen especies que son difíciles para emitir raíces, por lo que en estos casos es necesario utilizar diferentes técnicas y estimulantes del enraizamiento, como es el ácido indolbutírico, que ha mostrado resultados positivos en diferentes especies leñosas (Vernier y Cardoso, 2013). La propagación vegetativa presenta complicaciones, desde ambientales hasta aquellas propias de la especie, por ello es necesario buscar formas y materiales apropiados, que mejoren los resultados de esta forma de propagación; el uso de auxinas mejora el enraizamiento de estacas (Gontijo *et al.*, 2003), de esta manera se indica que el uso de reguladores del

Introduction

The plants of the Malpighiaceae family are native of Mexico and Central America (Mezadri *et al.*, 2008, Mondin *et al.*, 2010). The fruits have agronomic and commercial importance due to their morphological quality (Maldonado-Peralta *et al.*, 2016); high content of ascorbic acid, considering them an antioxidant or nutraceutical nutrient (Mezadri *et al.*, 2006; Mondin *et al.*, 2010). The propagation method of these species is mainly by seeds (Junqueira *et al.*, 2002), implying hereditary segregation or heterogeneity in plant populations and fruit production and quality (Martins *et al.*, 2000); in addition, although the seed is highly viable (Maldonado-Peralta *et al.*, 2016), germination is low (Azerêdo *et al.*, 2006). On the other hand, vegetative propagation allows the species to conserve the distinctive characteristics of the genotype, observed in the parents through generations (Paiva *et al.*, 2003).

The use of cuttings is a classical propagation method, which promotes the multiplication of selected plants and maintains the desirable characteristics (Meletti, 2000), resulting in more uniform plants with greater genetic stability and homogeneous production (Oliveira *et al.*, 2003). Several authors reported successful vegetative propagation in fruit species considered difficult to root, for example in *Citrus* (De Andrade and Martins, 2003), anonas (De Figueirêdo *et al.*, 2013, Junior and Martins, 2014), *Pouteria campechiana* (Chiamolera *et al.*, 2014) *Prunus salicina* (Tonietto *et al.*, 2001) and the presence of leaves on the cuttings seems to indicate they promote the formation of roots (Costa Junior, 2000).

There are species that are difficult to emit roots, so in these cases it is necessary to use different techniques and rooting stimulants, such as indolebutyric acid, which has shown positive results in different woody species (Vernier and Cardoso, 2013). The vegetative propagation presents complications, from environmental to those proper to the species, therefore it is necessary to look for appropriate forms and materials, which would improve the results of this propagation form; the use of auxins improves rooting of cuttings (Gontijo *et al.*, 2003), thus it is indicated that the use of growth regulators is one of the most studied aspects,

crecimiento es uno de los aspectos más estudiados, debido a que hacen eficiente el proceso, obteniendo plantas con mayor calidad aérea y de raíz (Bastos *et al.*, 2009; Takata *et al.*, 2012).

En trabajos de enraizamiento de estacas leñosas de acerola (*Malpighia emarginata* Sessé y Moc. Ex DC y *M. glabra* L.) en invernadero, con diferentes sustratos y promotores del crecimiento, se encontró desde 45 hasta 92% de estacas enraizadas (Alves *et al.*, 1991; Musser, 2001) y en estacas sub-apicales se obtuvo 96% de enraizamiento (Gomes *et al.*, 2000). Ribero-Maldonado *et al.* (2005), evaluaron el enraizamiento de estacas apicales con hojas de *M. emarginata*, en diversos sustratos y concentraciones de AIB; con cachaza de caña y abono de río, obtuvieron 97.5% de sobrevivencia y 47.5% de estacas enraizadas, por la viabilidad que se alcanzó es necesario considerarlo para futuras investigaciones, y en estacas sub-apicales de *M. emarginata* y *M. glabra* con hojas encontraron 45.05 y 52.27% de enraizamiento, respectivamente.

Bastos *et al.* (2004), indican que el método clásico de propagación comercial es el injerto, pero ello conlleva altos costos de mano de obra; siendo la propagación por estaca una alternativa, que permite la obtención de plantas de mejor calidad a menor costo y con las características deseables (Nacata *et al.*, 2014). El objetivo de la presente investigación fue evaluar el enraizamiento de estacas leñosas de dos especies de nanche (*Malpighia mexicana* A. Juss. y *Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K.), colectadas en Santa María Zoquitlán, Oaxaca, México, usando sombra y ácido indolbutírico como promotor del crecimiento.

Materiales y métodos

Esta investigación se realizó en los invernaderos del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, en 2014. *Malpighia mexicana* A. Juss. se encontraba en reposo y *Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K. en plena producción. Se seleccionaron arbustos madre silvestres, procedentes de semilla y sin síntomas visuales de problemas fitosanitarios, ubicados en el cerro el Guilache de Santa María Zoquitlán, Oaxaca, localizado a 16° 35' 33.34" latitud norte, 96° 18' 50.36" longitud oeste a una altitud de 1 333 m, temperatura promedio anual de 31 °C, zona de selva baja caducifolia y clima tropical seco (INEGI, 2012).

because they make the process efficient, obtaining plants with greater aerial quality and roots (Bastos *et al.*, 2009; Takata *et al.*, 2012).

In rooting researches of woody cuttings of acerola (*Malpighia emarginata* Sessé and Moc. Ex DC and *M. glabra* L.) in greenhouse with different substrates and growth promoters, it was found from 45 to 92% of rooted cuttings (Alves *et al.*, 1991; Musser, 2001) and in sub-apical stakes 96% of rooting was obtained (Gomes *et al.*, 2000). Ribero-Maldonado *et al.* (2005), evaluated the rooting of apical cuttings with leaves of *M. emarginata*, in various substrates and IBA concentrations; with cane sugarcane and river manure, obtaining 97.5% of survival and 47.5% of rooted cuttings, due to the viability that was reached, it is necessary to consider it for future researches, and in sub-apical stakes of *M. emarginata* and *M. glabra* with leaves there was found 45.05 and 52.27% of rooting, respectively.

Bastos *et al.* (2004) indicate that the classical method of commercial propagation is grafting, but this entails high labor costs; being the propagation by cutting an alternative that allows the obtaining of plants of better quality at a lower cost and with the desirable characteristics (Nacata *et al.*, 2014). The objective of this investigation was to evaluate the rooting of woody cuttings of two nanche species (*Malpighia mexicana* A. Juss. and *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.), collected in Santa María Zoquitlán, Oaxaca, Mexico, using shade and indolebutyric acid as a growth promoter.

Materials and methods

This research was carried out in the greenhouses of the College of Postgraduates, Montecillo Campus, Texcoco, Estado de México, in 2014. *Malpighia mexicana* A. Juss. was at rest and *Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K. in full production. Wild mother shrubs were selected from seed and without visual symptoms of phytosanitary problems, located on the Guilache hill of Santa Maria Zoquitlán, Oaxaca, located at 16° 35' 33.34" north latitude, 96° 18' 50.36" west longitude and an altitude of 1 333 m, average annual temperature of 31 °C, low deciduous forest area and dry tropical climate (INEGI, 2012).

De las plantas madre, el 12 de abril se cortaron 240 estacas leñosas, de 20 cm cada una, se envolvieron en papel periódico humedecido con agua y fungicida Captan 1 gL⁻¹, y se trasladaron en sacos de plástico de 10 kg. Como promotor del enraizamiento se usó Ácido Indobutírico (AIB) en concentraciones de 1 000, 3 000 y 10 000 ppm, y un testigo sin enraizador, se sembraron en turba con arena 1:1 (volumen/volumen). El 13 de abril se estableció el experimento, los sustratos se mezclaron, humedecieron a capacidad de campo y se llenaron charolas de 5 L; las estacas se lavaron, podaron y se les cortó la base para eliminar el área oxidada, luego se trataron con AIB impregnándolas 5 cm de la base con la concentración correspondiente; inmediatamente se sembraron a 10 cm de profundidad en el sustrato, cada charola se etiquetó y se introdujo en una bolsa de plástico transparente, la cual se cerró y ató a la parte alta del invernadero para evitar que el plástico interfiriera con las estacas. Las charolas se colocaron bajo los tratamientos de sombra al 70 y 90% mediante malla sombra negra, se revisaron constantemente para detectar la presencia de hongos o sequía. Gontijo *et al.* (2003); Vargas *et al.* (1999), indican que estacas de especies leñosas enraizadas durante mayor tiempo, presentan mejores resultados; las estacas establecidas no se movieron hasta el momento de la evaluación, que fue a los 7 meses (13 de noviembre).

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar (BCA), los factores estudiados fueron: 2 especies de nanche, 4 tratamientos de AIB y 2 niveles de sombra, con arreglo factorial de tratamientos (2*4*2), de estas combinaciones resultaron 16 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones de 10 estacas (unidades experimentales). Las variables respuesta evaluadas fueron: porcentaje de sobrevivencia, brotación, estacas con callo y enraizamiento, y número y longitud de raíces, obtenidos a partir del número total de estacas establecidas. Los datos obtenidos en porcentajes, se transformaron utilizando la función ARCSIN, $\sqrt{\frac{x}{100}}$ se realizó un análisis de varianza (Anova) y prueba de comparación de medias Duncan ($p \leq 0.05$), con el paquete estadístico SAS® 9.2, (SAS Institute, 2009).

Resultados y discusión

Las dos especies sobrevivieron a siete meses de establecido el experimento (Cuadro 1); en esta variable, *B. crassifolia* y *M. mexicana*, no presentaron diferencias significativas. Las estacas que sobrevivieron presentaron brotes, pero el porcentaje de estacas con callo disminuyó, y las estacas con raíces también.

From the mother plants, on April 12th, 240 woody cuttings of 20 cm each were wrapped in newspaper moistened with water and Captan fungicide 1 gL⁻¹, and transferred in 10 kg plastic bags. Indobutyric Acid (IBA) at concentrations of 1 000, 3 000 and 10 000 ppm was used as rooting promoters and a control without promoter were used and sown in peat with sand 1:1 (volume/volume). On April 13th the experiment was established, the substrates were mixed, moistened to field capacity and filled with 5 L trays; the cuttings were washed, pruned and cut off the base to remove the oxidized area, then treated with IBA by impregnating 5 cm of the base with the corresponding concentration; they were immediately planted 10 cm deep in the substrate, each tray was labeled and placed in a transparent plastic bag, which was closed and tied to the top of the greenhouse to prevent the plastic from interfering with the cuttings. The trays were placed under shade treatments at 70 and 90% using black shade mesh, they were constantly checked for fungi or drought. Gontijo *et al.* (2003); Vargas *et al.* (1999), indicate that cuttings of woody species rooted for a longer time, show better results; the established cuttings did not move until the time of the evaluation, which was 7 months after (November 13th).

A randomized complete block design (BCA) was used, the factors studied were: two species of nanche, four treatments of IBA and two levels of shadow, with factorial arrangement of treatments (2*4*2), from these combinations resulted 16 treatments, each with three replicates of 10 cuttings (experimental units). The response variables evaluated were: percentage of survival, sprouting, cuttings with callus and rooting, and number and length of roots, obtained from the total number of established cuttings. The data obtained in percentages were transformed using the ARCSIN function $\sqrt{\frac{x}{100}}$ an analysis of variance (ANOVA) and Duncan's mean comparison test ($p \leq 0.05$) were performed using the SAS® 9.2 statistical package (SAS Institute, 2009).

Results and discussion

The two species survived seven months after the experiment was established (Table 1); in this variable, *B. crassifolia* and *M. mexicana*, did not show significant differences. The surviving cuttings showed shoots, but the percentage of cuttings with callus decreased, and also cuttings with roots. *B. crassifolia* did not present rooting.

B. crassifolia no presentó enraizamiento. El proceso normal de propagación en las dos especies de nanche fue por semilla, aunque con largos periodos de germinación, y con resultados para *B. crassifolia* de 64.44% (Jaimes *et al.*, 2014) y para especies del género *Malpighia* de 30% (Azerêdo *et al.*, 2005).

The normal propagation process in the two species of nanche is by seed, but with long germination periods, with results for *B. crassifolia* of 64.44% (Jaimes *et al.*, 2014) and for species of the *Malpighia* genus of 30% (Azerêdo *et al.*, 2005).

Cuadro 1. Variables evaluadas en estacas de dos especies de nanche.
Table 1. Variables evaluated on cuttings of two species of nanche.

Variables	Especies		Coeficiente de variación
	<i>M. mexicana</i>	<i>B. crassifolia</i>	
Sobrevivencia (%)	10.51 a	13.59 a	75.43
Brotación (%)	10.51 a	13.59 a	75.43
Estacas con callo (%)	10.26 a	11.47 a	92.72
Enraizamiento (%)	3.84 a	0 b	70.11
Número de raíces	0.88 a	0 b	68.99
Longitud de raíces (cm)	2.34 a	0 b	89.16

Medias con letras diferentes en la misma hilera difieren significativamente (Duncan $p \leq 0.05$).

Es posible con mayor investigación se incremente el éxito en la propagación de nanche; sin embargo, los resultados encontrados en este trabajo muestran que estas especies leñosas al propagarlas por estaca es difícil su enraizamiento, alcanzando un poco más de 10% de sobrevivencia y enraizamiento solo en *M. mexicana*. Investigaciones realizadas en nuez de macadamia, usando estacas semi leñosas se alcanzó 10% de enraizamiento (Bastos *et al.*, 2006). Al ser especies que presentan dificultad al propagarse de esta forma, otra alternativa factible de estudiar en nanche, es la realización de acodos (Daneluz *et al.*, 2009), que ha resultado ser eficaz en nuez de macadamia, con 25.3% de enraizamiento, utilizando 6 000 ppm de AIB y 53.8% cuando los acodos se realizaron en diciembre (Entelmann *et al.*, 2014), considerando en nanche diferentes épocas, y que permita obtener diferentes resultados.

It is possible that more research will increase the success in nanche propagation; however, the results found in this paper show that these woody species when propagating them by cutting show difficult rooting, reaching barely more than 10% of survival and only *M. mexicana* showed roots. Research on macadamia nuts using semi-woody cuttings reached 10% of rooting (Bastos *et al.*, 2006). As a species that presents difficult propagation in this way, another feasible alternative to study in nanche is the realization of layers (Daneluz *et al.*, 2009), which has proved to be effective in macadamia nuts, with 25.3% of rooting, using 6 000 ppm IBA and 53.8% when the arrangements were made in December (Entelmann *et al.*, 2014), considering different times in nanche, and this allows different results to be obtained.

Las especies que crecen en climas tropicales y sub tropicales responden al sombreado, y se obtuvieron mejores resultados de enraizamiento cuando se usó sombra de 70%, siendo igual la sobrevivencia y brotación de estacas (Cuadro 2), además de que la mayoría de las estacas presentaron callosidad cuando se establecieron bajo este mismo nivel de sombra; sin embargo, con sombra al 90%, hubo poca sobrevivencia y bajo esta condición no se presentó enraizamiento. Estudios en *B. crassifolia* muestran que el enraizamiento con sombra al 70% es mejor que la sombra de 90% (Duarte *et al.*, 2003), lo que coincide con lo encontrado en esta investigación.

The species that grow in tropical and subtropical climates respond to shading, and better rooting results were obtained when 70% shade was used, with equal survival and sprouting of cuttings (Table 2), as well as the majority of cuttings showed callus when they were settled under this same shade level; however, with shade at 90%, there was little survival and under this condition there was no rooting. Studies in *B. crassifolia* show that rooting with shade at 70% is better than the 90% shadow (Duarte *et al.*, 2003), which coincides with what was found in this research.

La sobrevivencia y brotación en las dos especies de nanche, fueron mejor en el testigo que en las diferentes concentraciones de AIB (Figura 1), que indica que todas las estacas vivas, presentaron brotes; sin embargo, entre concentraciones de AIB estadísticamente no se encontraron diferencias. Gontijo *et al.* (2003), usaron 2 800 mg L⁻¹ de AIB en estacas de acerola (*M. glabra* L.) con hojas y lograron hasta 50% de enraizamiento, mientras que cuando se usó AIB en concentraciones de 1 500 y 2 000 mg L⁻¹ y evaluadas a los 60 días, se produjo más de 80% de estacas enraizadas, situación contraria a la de esta investigación, en la que los porcentajes de enraizamiento fueron bajos (Lopes *et al.*, 2003). Esto a la vez demuestra que el uso de AIB en tiene efecto en el enraizamiento, porque aunque los resultados se mostraron bajos, donde no se usó se presentó ausencia de raíces.

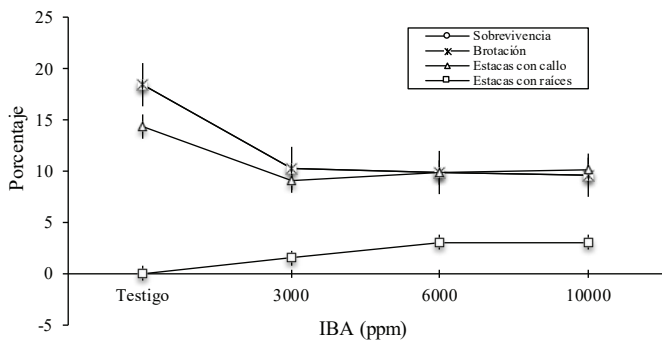


Figura 1. Porcentaje en las variables evaluadas en las dos especies de nanche, usando diferentes concentraciones de AIB y un testigo sin promotor del enraizamiento.

Figure 1. Percentage in the evaluated variables of two nanche species, using different concentrations of IBA and a control without rooting promoter.

Las dos especies estadísticamente se presentaron iguales en estacas con callo, donde el testigo mostró mayor porcentaje, seguido por el uso de 10 000, 6 000 y 3 000 ppm de AIB, respectivamente. Situación contraria a la variable anterior sucedió en el porcentaje de estacas con raíces, debido a que el testigo no alcanzó a enraizar, y en *M. mexicana* con las tres concentraciones de AIB, aunque bajo, pero hubo enraizamiento. Las estacas enraizadas con 10 000 ppm de AIB, presentaron raíces de 2.78 cm en promedio, aquellas donde se usó 6 000 y 3 000 ppm de AIB fueron de 1.13 y 0.78 cm, respectivamente. Investigaciones realizadas en acerola (*M. glabra* L.), utilizando estacas tratadas con 2 800 mg L⁻¹ de AIB, establecidas en diferentes sustratos, han mostrado mayor enraizamiento (Silva *et al.*, 2010), por

Cuadro 2. Enraizamiento de estacas de dos especies de nanche con diferente nivel de sombra.

Table 2. Rooting of cuttings of two species of nanche with different levels of shade.

Variables	Sombra		Coeficiente de variación
	70%	90%	
Sobrevivencia (%)	20.69 a	3.41 b	75.43
Brotación (%)	20.69 a	3.41 b	75.43
Estacas con callo (%)	18.29 a	3.41 b	92.72
Enraizamiento (%)	3.84 a	0 b	70.11
Número de raíces (cm)	0.87 a	0 b	68.99
Longitud de raíces (cm)	2.34 a	0 b	89.16

Medias con letras diferentes en la misma hilera difieren significativamente (Duncan $p \leq 0.05$).

Survival and sprouting in the two nanche species were better in the control than in the different concentrations of IBA (Figure 1), indicating that all live cuttings showed sprouting; however, among different AIB concentrations no statistically differences were found. Gontijo *et al.* (2003) used 2 800 mg L⁻¹ of IBA on acerola (*M. glabra* L.) cuttings with leaves and achieved up to 50% rooting, whereas when IBA was used at concentrations of 1 500 and 2 000 mg L⁻¹ and evaluated at 60 days, there were more than 80% of rooted cuttings, a situation that is contrary to this research, in which the rooting rates were low (Lopes *et al.*, 2003). This in turn shows that the use of IBA has an effect on rooting, because although the results shown were low, where it was not used, there was absence of roots.

The two species were statistically similar in callus stakes, where the control showed a higher percentage, followed by the use of 10 000, 6 000 and 3 000 ppm IBA, respectively. Situation contrary to the previous variable in the percentage of cuttings with roots, because the control did not show roots, and in *M. mexicana* with the three concentrations of IBA, although low, but there was rooting. Rooted cuttings with 10 000 ppm of IBA had roots of 2.78 cm on average, those with 6 000 and 3 000 ppm IBA were 1.13 and 0.78 cm, respectively. Research in acerola (*M. glabra* L.), using cuttings treated with 2 800 mg L⁻¹ of IBA, established in different substrates, have shown greater rooting (Silva *et al.*, 2010), so in nanche it

lo que en nanche es necesario realizar mayor investigación para determinar el sustrato, tipo de estacas y condiciones ambientales adecuadas para aumentar el enraizamiento.

En la interacción cada especie presentó diferente conducta, con variaciones de acuerdo a la sombra y promotores del enraizamiento (Cuadro 3). Las dos especies establecidas usando sombra al 70%, superaron en la mayoría de las variables a la sombra de 90%; además, *B. crassifolia* al 70% de sombra las estacas que sobrevivieron también brotaron, mientras que a mayor sombra solo el testigo sobrevivió.

is necessary to carry out further research to determine the substrate, type of cuttings and adequate environmental conditions to increase rooting.

In the interaction it was found that each species presented different behavior, with variations according to the shade and rooting promoters (Table 3). The two species established using shade at 70%, surpassed in most of the variables to those in the 90% shade; in addition, in *B. crassifolia* under 70% shade, where surviving cuttings also sprouted, whereas the higher the shade only the control survived.

Cuadro 3. Variables evaluadas en la interacción de todos los factores estudiados.
Table 3. Variables evaluated in the interaction of all studied factors.

Especie/ sombra	Variables concentración de AIB	Sobrevivencia (%)	Brotación (%)	Estacas con callo (%)	Estacas con raíces (%)	Núm. de raíces	Longitud de raíces (cm)
<i>B. crassifolia</i> Sombra 70%	Testigo	26.57 a	26.57 a	12.29 abc	0 b	0 b	0 b
	1 000	19.93 ab	19.93 ab	15.003 abc	0 b	0 b	0 b
	3 000	21.15 ab	21.15 ab	21.15 ab	0 b	0 b	0 b
	10 000	26.08 a	26.08 a	26.08 a	0 b	0 b	0 b
<i>B. crassifolia</i> Sombra 90%	Testigo	15.003 abc	15.003 abc	15.003 abc	0 b	0 b	0 b
	1 000	0 c	0 c	0 c	0 b	0 b	0 b
	3 000	0 c	0 c	0 c	0 b	0 b	0 b
	10 000	0 c	0 c	0 c	0 b	0 b	0 b
<i>M. mexicana</i> Sombra 70%	Testigo	26.07 a	26.07 a	23.86 ab	0 b	0 b	0 b
	1 000	21.15 ab	21.15 ab	21.15 ab	6.15 ab	0.67 b	3.1 b
	3 000	12.29 abc	12.29 abc	12.29 abc	12.29 a	2.67 a	5.5 b
<i>M. mexicana</i> Sombra 90%	10 000	12.29 abc	12.29 abc	12.29 abc	12.29 a	3.67 a	11.1 a
	Testigo	6.15 bc	6.15 bc	6.15 bc	0 b	0 b	0 b
	1 000	0 c	0 c	0 c	0 b	0 b	0 b
	3 000	6.15 bc	6.15 bc	6.15 bc	0 b	0 b	0 b
	10 000	0 c	0 c	0 c	0 b	0 b	0 b
	CV	82.75	82.75	91.17	90	81.87	84.2

Medias con letras diferentes de las variables respuesta en la misma hilera difieren significativamente (Duncan $p \leq 0.05$). CV= coeficiente de variación.

M. mexicana también presentó el mejor comportamiento cuando las estacas se sembraron bajo sombra de 70%. En esta especie el testigo presentó sobrevivencia, brotación y estacas con callo pero con ninguna estaca enraizada, situación contraria se encontró en las estacas con aplicación de promotor del enraizamiento, donde a pesar de los bajos porcentajes, con las cuatro concentraciones de AIB algunas estacas alcanzaron a enraizar, indicando que hubo efecto de las auxinas en el enraizamiento, y con 10 000 ppm de AIB

M. mexicana also showed the best behavior when the cuttings were planted under shade of 70%. In this species, the witness presented survival, sprouting and cuttings with callus but with no rooted cuttings, contrary situation was found in the cuttings with application of rooting promoter, where despite the low percentages, with the four concentrations of IBA some cuttings reached rooting, indicating that there was an effect of auxins on rooting, and with 10 000 ppm of IBA the roots were larger. Shade of 90%

las raíces fueron de mayor tamaño. La sombra de 90% en el testigo y con 3 000 ppm de AIB en *M. mexicana*, dio iguales resultados para sobrevivencia, brotación y estacas con callo pero sin presencia de raíces.

Conclusiones

Las dos especies de nanche presentaron baja sobrevivencia y brotación; sin embargo, en México es la primera investigación que abarca este tema, lo que permite ser una base para futuros trabajos, además estas especies son consideradas de difícil propagación, y enraizamiento sólo se encontró en *M. mexicana*. En nanche, el uso de promotores del enraizamiento es necesario para la obtención de raíces, además de que la propagación debe realizarse bajo sombra. De acuerdo a lo obtenido es necesario continuar investigando, con diferentes técnicas de propagación, en diversas épocas del año y con distintos materiales, hasta encontrar mejores resultados.

in the control and with 3 000 ppm of AIB in *M. mexicana* gave equal results for survival, sprouting and cuttings with callus but without root presence.

Conclusions

The two nanche species showed low survival and sprouting; however, in Mexico this is the first research that covers this subject, which allows it to be the base for future works, in addition these species are considered of difficult propagation, and rooting was only found in *M. mexicana*. In nanche, the use of rooting promoters is necessary for the obtaining of roots, in addition to that the propagation must be realized under shade. According to the obtained it is necessary to continue investigating, with different techniques of propagation, in different times of the year and with different materials, until finding better results.

End of the English version



Literatura citada

- Alves, R. E.; Silva, Q. A. e Silva, H.; e Musser, S. R. 1991. Contribuição ao estudo da acerola I. Efeitos do IBA e da sacarose no enraizamento de estacas. *Rev. Bras. Frutic.* 13:19-26.
- Azerêdo, A. G.; Matos, P. V.; Lopes, P. K.; Silca, A. e Rodrigues, F. L. 2005. Viabilidade e vigor de sementes de acerola (*Malpighia puniceifolia*) submetidas à embebição sob diferentes temperaturas. *Pes. Agrop. Trop.* 35:81-84.
- Azerêdo, G. A.; Matos, P. V.; Lima, A. A.; Silva, A. e Guedes, M. A. 2006. Viabilidade de sementes de acerola (*Malpighia puniceifolia*) influenciada pelo substrato, temperatura e coloração de frutos. *Pes. Agrop. Trop.* 36:7-11.
- Bastos, D. C.; Martins, A. B. G.; Scaloppi, J. R. E. J.; Sarzi, I. e Fatinansi, J. C. 2004. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas apicais e basais de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) sob condições de nebulização intermitente. *Rev. Bras. Frutic.* 26:284-286.
- Bastos, D. C.; Pio, R.; Araújo, J. P. C. e Scarpate F. J. A. 2006. Efeito do ácido indolbutírico na propagação por estacas de dois cultivares de macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche). *Rev. Cient. Rural.* 11:120-125.
- Bastos, D. C.; Pio, R.; Scarpate F. J. A.; Almeida, L. F. P.; Entelmann, F. A. e Alves, A. S. R. 2006. Tipo de estaca e concentração de ácido indol-butírico na propagação da lichieira. *Ciências Agrotécnicas.* 30:97-102.
- Chiamolera, M. F.; Da Silva, A.; De C. C.; Sabião, R. R.; Da Cunha, T. P. L. e Martins, A. B. G. 2014. Clonagem de canistel por estaquia. *Rev. Bras. Frutic.* 36:649-654.
- Daneluz, S.; Pio, R.; Chagas, E. A.; Barbosa, W.; Ohland, T. e Kotz, T. E. 2009. Propagação da figueira 'Roxo de Valinhos' por alporquia. *Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal.* 31:285-290.
- De Figueirêdo, G. G. R.; Vilasboas, F. S.; De Oliveira, S. J. R.; Sodré, G. A. e Do Sacramento, C. K. 2013. Propagação da gravioleira por ministaquia. *Rev. Bras. Frutic.* 35:860-865.
- De Andrade, A. R. e Martins, A. B. G. 2003. Propagação vegetativa de porta-enxertos para citros. *Rev. Bras. Frutic.* 25:134-136.
- Duarte, O.; Escobar, O. y Soriano, L. 2003. Propagación del nance (*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.) por estacas terminales con hoja y estacas leñosas. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture.* 47:167-169.
- Entelmann, A. F.; Filho, S. J. A.; Pio, R.; Silva, R. S. e Souza, M. F. B. 2014. Emergência de plântulas e enraizamento de estacas e alporques de porta-enxertos de nogueira-macadâmia. *Rev. Bras. Frutic.* 36:237-242.
- Gomes, E.; Dilermando, P.; Martins, B. G. A. e Ferraudó, S. A. 2000. Análise de grupamentos e de componentes principais no processo seletivo em genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata*). *Rev. Bras. Frutic.* 22:36-39.
- Gontijo, T. C. A.; Ramos, J. D.; Mendonça, V.; Pio, R.; Neto, S. E. A. y Corrêa, F. L. O. 2003. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indol-butírico. *Rev. Bras. Frutic.* 25:290-292.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2012. Dirección General de Geografía. Coordinación de Desarrollo de Proyectos. Subdirección de Actualización de Marco Geoestadístico. www.inegi.gob.mx/prod_serv/..espanol/bvinegi/.../2005/agenda2005.pdf.
- Jaimes, A. C.; García, S. G.; Carballo, C. A.; Calderón, Z. G.; Jaimes, A. F. y Cuevas, S. J. A. 2014. Tolerancia a la desecación en semillas de nanche (*Byrsonima crassifolia* L.) Kunth. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 5:819-831.

- Junior, S. E. J. e Martins, A. B. G. 2014. Estaquia em anonas. Edição especial. In: V Congresso Internacional y Encontro Brasileiro sobre Annonaceae: do gene à exportação. Rev. Bras. Frutic. 36:147-156.
- Junqueira, K. P.; Pio, R.; Vale, R. M. e Ramos, D. J. 2002. Cultura da acerola. Lavras: UFLA, Boletim Técnico Núm. 96. 31 p.
- Lopes, J. C.; Alexandre, R. S.; Silva, A. E.; Da, C. e Riva, E. M. 2003. Influência do ácido indol-3-butírico e do substrato no enraizamento de estacas de acerola. Rev. Bras. Frutic. 9:79-83.
- Maldonado, P. M. A.; García, S. G.; García, N. J. R.; Ramírez, H. C.; Hernández, L. A.; Valdez, C. J. M.; Corona, T. T. y Cetina A. V. M. 2016. Calidad morfológica de frutos y endocarpios de nanche rojo (*Malpighia mexicana*, Malpighiaceae). Acta Bot. Mex. 117:37-46.
- Maldonado, P. M. A.; García, S. G.; García, N. J. R.; Ramírez, H. C.; Hernández, L. A.; Valdez, C. J. M.; Corona, T. T. and Cetina A. V. M. 2016. Seed viability and vigour of two nanche species (*Malpighia mexicana* and *Byrsonima crassifolia*). Seed Sci. Technol. 44:1-9.
- Martins, A. B. G.; Nogueira, A. D. J. and Mattos, P. B. L. 2000. Fatores que afetam a propagação da aceroleira (*Malpighia glabra*) por estaquia herbácea. In: Congresso brasileiro de fruticultura, 16. 2000, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBF, 1. CD-ROM.
- Meletti, L. M. M. 2000. Propagação de fruteiras tropicais. Guaíba: Agropecuária. 239 p.
- Mezadri, T.; Fernández, P. M. S.; Villaño, D.; García, P. M. C. y Troncoso, A. M. 2006. El fruto de la acerola: composición y posibles usos alimenticios. Arch. Latinoam. Nutr. 56:101-109.
- Mezadri, T.; Villano, D.; Fernández, P. M. S.; García, P. M. C. and Troncoso, A. M. 2008. Antioxidant compounds and antioxidant activity in acerola (*Malpighia emarginata* DC.) fruits and derivatives. J. Food Comp. Anal. 21:282-290.
- Mondin, M.; De Oliveira, C. A. and Carneiro, M. L. V. 2010. Karyotype characterization of *Malpighia emarginata* (Malpighiaceae). Rev. Bras. Frutic. 32:369-374.
- Moratinos, P.; Flores, E.; Gómez, Á. e Ramírez V. M. 2008. Enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia glabra* L. y *M. emarginata* Sessé & Moc. ex D.C.). Nota Técnica: Rev. Facultad Agron. 25:405-420.
- Musser, R. S. 2001. Caracterização de acessos de aceroleira (*Malpighia emarginata*) do Banco Ativo de Germoplasma da UFRPE em Pernambuco. Tese (Doutorado)-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 143 p.
- Nacata, G.; De Andrade, R. A.; Jasper, S. P. e Prata, R. S. 2014. Propagação de variedades de caramboleira por estaquia herbácea. Rev. Bras. Frutic. 36:248-253.
- Oliveira, J. A.; Junqueira, T. V. N.; Peixoto, R. J. e Pereira, V. A. 2002. Efeito dos substratos artificiais no enraizamento e no desenvolvimento de estacas de maracujazeiro- azedo (*Passiflora edulis* Sims f. flavicarpa Deg). Rev. Bras. Frutic. 24:505-508.
- Oliveira, A. P.; Nienow, A. A. e Calvete, E. O. 2003. Capacidade de enraizamento de estacas semilenhosas e lenhosas de cultivares de pessegueiro tratadas com AIB. Rev. Bras. Frutic. 25:282-285.
- Paiva, J. R.; Alves, E. R.; Barros, M. L.; Crisóstomo, R. J.; Moura, F. H. C. e Almeida, E. A. S. 2003. Seleção de clones de acerola (*Malpighia emarginata*) no estado do Ceará, Brasil. Proceedings of the Interamerican Society For Tropical Horticulture. 47:99-102.
- Rivero, M. G.; Ramírez, M.; Caraballo, B. e Guerrero, R. 2005. Enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC). Rev. Facultad Agron. 22:129-141.
- Silva, D. L. P. N.; Costa, E.; Ferreira, A. A. F.; Silva, R. A. C. e Gomes, A. V. 2010. Enraizamento de estacas de aceroleira: efeitos de recipientes e substratos. Rev. Agraria. 3:126-132.
- Takata, W. H. S.; Silva, E. G. and Bardivesso, D. M. 2012. Enraizamento de estacas de *Duranta repens* Linn "Aurea" em função de doses de IBA.
- Tonietto, A.; Fortes, G. R.; De, L. y Da Silva, J. B. 2001. Enraizamento de miniestacas de ameixeira. Rev. Bras. Frutic. 23:643-646.
- Vargas, S.; Arellano, G. e Soto, R. 1999. Enraizamiento de estacas de icaco (*Chrysobalanus icaco* L.) sometidas a aplicaciones de auxinas. Bioagro. 11:103-108.
- Vernier, R. M. and Cardoso, B. S. 2013. Influência do ácido indol-3-butírico no enraizamento de estacas em espécies frutíferas e ornamentais. Revista Eletrônica de Educação e Ciência. 03:2237-3462.