

## Concentración de ácido indolbutírico, tamaño y diámetro de estaca en la especie forrajera *Morus alba* L.

Concentration of indole butyric acid, size and diameter of cutting on the forage specie *Morus alba* L.

Pedro Antonio Moratinos López<sup>1, 2\*</sup>, Emmy Karin Flores Rodríguez<sup>3</sup>, Daniel Antonio Perdomo Carrillo<sup>1</sup>, Maribel del Carmen Ramírez Villalobos<sup>4</sup>, Danny Eugenio García Marrero<sup>5, 6, 7</sup> y María Gabriela Medina Rivero<sup>1, 8</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Agrarias, Núcleo Universitario Rafael Rangel (NURR), Universidad de Los Andes (ULA), Trujillo, Venezuela. <sup>2</sup>Grupo de Investigación en Producción Animal (GIPA), NURR-ULA, Trujillo, Venezuela. <sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Trujillo, Venezuela. <sup>4</sup>Departamento de Botánica. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Zulia, Venezuela. <sup>5</sup>Laboratorio de Fitoquímica, Departamento de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), Concepción, Biobío, Chile. <sup>6</sup>Centro de Investigación en Biodiversidad y Ambientes Sustentables (CIBAS), UCSC, Concepción, Biobío, Chile. <sup>7</sup>Investigador Asociado Área de Productos Químicos, Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT), Universidad de Concepción, Concepción, Biobío, Chile. <sup>8</sup>Doctorado en Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

### Resumen

Se evaluó el efecto de la concentración de ácido indolbutírico (AIB) (0, 1000, 2000 y 3000 mg.kg<sup>-1</sup>), tamaño (TE: 20, 30 y 40 cm) y diámetro de estaca (DE: delgada 1-2 cm y gruesa 2,5-3,5 cm) en el enraizamiento de *Morus alba*. Se determinaron porcentaje de sobrevivencia (PS) y estacas enraizadas (PE), altura de planta (AP), número de hojas (NH) y ramas (NR). La concentración de AIB influyó en PS y PE, y TE en PE. La interacción de TE con AIB afectó AP, y la de AIB con TE y DE a NH y NR. AIB a 2000 mg.kg<sup>-1</sup> incrementó PS y PE. Las estacas de 30 y 40 cm tratadas con 1000 y 2000 AIB mg.kg<sup>-1</sup>, respectivamente, alcanzaron

Recibido el 06-02-2017 • Aceptado el 23-04-2020

\*Autor de correspondencia. Correo electrónico: moratinosp13@gmail.com

mayor AP. Esta última concentración aplicada en estacas delgadas y gruesas con los TE anteriores, o bien, gruesas de 40 cm con 1000 mg.kg<sup>-1</sup> AIB registraron mayor NH y NR.

**Palabras clave:** auxina, enraizamiento, sobrevivencia.

### Abstract

The effect of concentration of indole butyric acid (IBA) (0, 1000, 2000, and 3000 mg.kg<sup>-1</sup>), size (SC: 20, 30 and 40 cm) and diameter of cutting (DC: thin 1-2 cm and thick 2.5-3.5 cm) on the rooting of *Morus alba* were evaluated. Percentage of survival (PS) and rooting cuttings (PR), plant height (PH), number of leaves (NL) and branches (NB) were evaluated. The concentration of IBA influenced PS and PR, and SC on PR. The interaction of SC with IBA affected PH, and the interaction of IBA with SC and DC the NL and NB. IBA at 2000 mg.kg<sup>-1</sup> increased PS and PR. The 30 and 40 cm cuttings treated with 1000 y 2000 mg.kg<sup>-1</sup> IBA, respectively, reached greater PH. This last concentration applied on thin and thick cuttings with the two previous SC, or thick 40 cm with 1000 mg.kg<sup>-1</sup> IBA registered greater NL and NB.

**Keywords:** auxin, rooting, survival.

## Introducción

La morera (*Morus alba* L.) es reconocida como una de las mejores opciones forrajeras en el trópico Latinoamericano, por su adaptación climática, sobresaliente producción de follaje de excelente calidad nutricional (García *et al.*, 2011; Martín *et al.*, 2014). La propagación vegetativa por estaca parece ser la más conveniente estrategia para asegurar las características productivas de las plantas progenitoras y acortar los tiempos para su plena explotación (Pelicano *et al.*, 2007). Sin embargo, en Venezuela hay poca información sobre la propagación de la morera (Medina *et al.*, 2007) y para garantizar un buen enraizamiento es necesaria la aplicación de auxinas, así como,

conocer el tamaño y el diámetro de la estaca.

Con el objetivo de intensificar la producción de plantas de morera variedad Criolla para utilizarla en sistemas silvopastoriles en el estado Trujillo, Venezuela, se evaluó el efecto de la concentración de ácido indolbutírico (AIB), del tamaño y el diámetro de la estaca sobre el enraizamiento de dicha especie.

## Materiales y métodos

El experimento se realizó en la finca “San Andrés”, ubicada en el sector El Jagüito, municipio Andrés Bello, estado Trujillo a 50 msnm. El material vegetal fue sembrado en forma vertical en bolsas de polietileno negro de 1 kg, conteniendo un sustrato

constituido de tierra negra, estiércol de bovino lavado y arena lavada de río en proporción 6:3:1, utilizándose 720 estacas semileñosas, subapicales, con al menos tres nudos, y con hojas de la variedad Criolla, de 120 días de edad. El experimento se realizó entre julio y septiembre de 2015, se mantuvo bajo 60 % de sombra a 28 °C aproximadamente. El riego fue manual y diario.

Se empleó un diseño totalmente aleatorizado con arreglo factorial 4x3x2, con seis réplicas por tratamiento y cinco estacas como unidad experimental. Los factores de estudio correspondieron a cuatro concentraciones de AIB (0, 1000, 2000 y 3000 mg.kg<sup>-1</sup>), tres tamaños de estaca (20 cm, 30 y 40 cm con 3 a 4 yemas, 5 a 6 yemas y 7 a 8 yemas, respectivamente) y dos diámetros de estaca de 1-2 cm (estaca delgada) y de 2,5-3,5 cm (estaca gruesa). En los primeros 2 cm de la base de cada estaca se aplicó el AIB en pasta (petrolato 100 %). A las ocho semanas después de la siembra, se determinaron porcentaje de sobrevivencia (PS) y de estacas enraizadas (PE) en cinco plantas por tratamiento, unidad de muestreo; y se midió la altura de planta (AP) desde la base de la estaca hasta el ápice de la rama apical y se contaron el número de hojas (NH) y el de ramas (NR) por planta. Para el procesamiento de la información se utilizó el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) ver. 24 para Windows®.

### Resultados y discusión

Las variables PS y PE mostraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) por efecto de la concentración de AIB aplicada en las estacas de morera

(cuadro 1). El diámetro de la estaca también influyó en PE. El tamaño de la estaca y las interacciones entre los factores de estudio -concentración de AIB, tamaño y diámetro de la estaca- presentaron diferencias ( $p > 0,05$ ) en ambas variables. La concentración de 2000 mg.kg<sup>-1</sup> de AIB fue diferente ( $p < 0,05$ ) a las demás y registró los máximos PS y PE. A pesar de que la no aplicación de AIB fue diferente de la concentración mencionada también permitió PS y PE notablemente altos (cuadro 1). Los resultados coincidieron con los indicados por Pérez *et al.* (1992), quienes obtuvieron porcentajes de enraizamiento superiores a 75 % en estacas de morera.

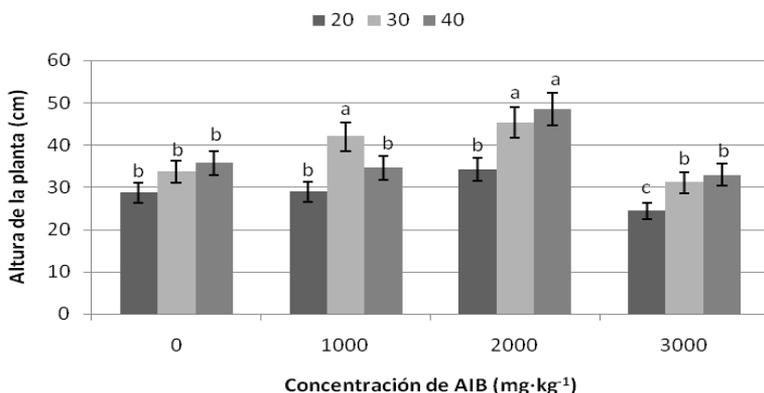
PS durante el aviveramiento no se vio afectado por el diámetro de la estaca, sin embargo, para el PE se obtuvieron diferencias ( $p < 0,05$ ) a favor de aquellas de mayor grosor, lo que pudiera explicarse considerando que los tallos gruesos poseen una alta relación carbono nitrógeno (C/N), y que este carbono de reserva se utiliza en la emisión de nuevas raíces adventicias por parte de la planta (Hartmann *et al.*, 2002).

AP estuvo afectada por la interacción o combinación de la concentración de AIB con el tamaño de la estaca (figura 1). AP fue mayor cuando las estacas de 30 cm de longitud se trataron con 1000 o 2000 mg.kg<sup>-1</sup> de AIB, y cuando las de 40 cm se impregnaron con 2000 mg.kg<sup>-1</sup> de AIB. Los valores de AP obtenidos fueron superiores a los 38,9 y 48,0 cm reportados por Medina *et al.* (2007) en estacas de 30 y 40 cm, respectivamente. La AP lograda en

**Cuadro 1. Efecto de la concentración de AIB, tamaño y diámetro de la estaca sobre el porcentaje de sobrevivencia y enraizamiento de la morera var. Criolla.**

Factor de estudio	Niveles	Porcentaje de sobrevivencia (%)	Porcentaje de enraizamiento (%)
Concentración de AIB (mg.kg <sup>-1</sup> )	0	90,34b	87,80c
	1000	93,10b	90,19b
	2000	98,73a	98,67a
	3000	83,54c	85,43c
	EE ±	3,16*	2,89*
Tamaño de la estaca (cm)	20	92,07	91,02
	30	93,54	95,53
	40	93,65	91,19
	EE ±	0,88NS	2,56NS
Diámetro de la estaca (cm)	1-2	92,35	90,47b
	2,5-3,5	93,47	95,93a
	EE ±	0,56NS	1,96*

Medias con letras distintas entre filas presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). AIB: Ácido indolbutírico. EE: error estándar. \*Significativo ( $p < 0,05$ ). NS: no significativo.



**Figura 1. Efecto de la interacción del tamaño de la estaca con la concentración de AIB sobre la altura de la planta de morera var. Criolla. Medias con letras distintas presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).**

la presente investigación se explica básicamente por el hecho de que las auxinas también intervienen en el crecimiento del tallo (Acosta *et al.*, 2013).

En cuanto al NH, se vio influenciado por la interacción de la concentración de AIB con el tamaño y el diámetro de la estaca (cuadro 2). La mayor cantidad de hojas o NH se obtuvo cuando a las estacas de menor diámetro (1-2 cm), independientemente del tamaño, y a las estacas gruesas (2,5-3,5 cm) de 30 y 40 cm se les aplicó 2000 mg.kg<sup>-1</sup> de AIB (cuadro 2), lo que confirmó la tendencia del efecto beneficioso de la aplicación de la auxina a este nivel de concentración.

Dicho comportamiento coincidió con lo señalado por Caballero *et al.* (2006), quienes determinaron que el

incremento progresivo del diámetro y la longitud de la estaca ocasiona mayor número de brotes, ramas, desarrollo radical, así como, velocidad de crecimiento porque la respuesta se encuentra estrechamente relacionada con la traslocación de nutrientes hacia los puntos de crecimiento y la cantidad de metabolitos activadores por unidad de volumen.

NR también fue afectado por la interacción de la concentración de AIB con el tamaño y diámetro de la estaca (cuadro 3). Los mejores resultados se lograron al utilizar estacas de menor diámetro de 30 y 40 cm de longitud tratadas con AIB a razón de 2000 mg.kg<sup>-1</sup>. Una respuesta estadísticamente igual se observó en las estacas de mayor diámetro de 30 y 40 cm de largo empleando 2000

**Cuadro 2. Efecto de la interacción de la concentración de AIB con el tamaño y diámetro de la estaca en el número de hojas de la morera var. Criolla.**

Diámetro de la estaca (cm)	AIB (mg.kg <sup>-1</sup> )	Número de hojas (EE± 0,86)		
		Tamaño de la estaca (cm)		
		20	30	40
1-2	0	7,32b	8,37b	8,94b
	1000	8,81b	8,81b	6,84b
	2000	11,77a	13,75a	13,85a
	3000	7,97b	7,88b	7,74b
2,5-3,5	0	8,41b	8,00b	8,95b
	1000	7,77b	8,89b	9,20b
	2000	6,85b	13,82a	12,87a
	3000	7,00b	8,54b	6,39b

AIB: Ácido indolbutírico. Medias con letras distintas presentan diferencias significativas (p<0,05).

**Cuadro 3. Efecto de la interacción de la concentración de AIB con el tamaño y diámetro de la estaca en el número de ramas de la morera var. Criolla.**

Diámetro de la estaca (cm)	AIB (mg.kg <sup>-1</sup> )	Número de ramas (EE± 0,31)		
		Tamaño de la estaca(cm)		
		20	30	40
1-2	0	3,89b	2,74bc	2,32b
	1000	3,01b	2,75b	3,84b
	2000	3,68b	5,56a	5,34a
	3000	2,73b	2,78b	2,98b
2,5-3,5	0	3,71b	2,88b	2,59b
	1000	2,95b	3,45b	6,75a
	2000	3,43b	5,94a	6,92a
	3000	1,78c	1,86c	2,13b

AIB: Ácido indolbutírico. Medias con letras distintas presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

mg.kg<sup>-1</sup> de AIB, y en las de 40 cm tratadas con 1000 mg.kg<sup>-1</sup> de AIB. La cantidad de ramas fueron superiores a las obtenidas en cinco variedades de morera evaluadas por Martín *et al.* (2014).

## Conclusiones

La aplicación de 2000 mg.kg<sup>-1</sup> de AIB incrementó el porcentaje de sobrevivencia y el de estacas enraizadas en morera. Los tratamientos que consistieron de la combinación de estacas de 30 y 40 cm con 1000 y 2000 AIB mg.kg<sup>-1</sup>, respectivamente, permitieron mayor altura de planta. En las estacas delgadas y gruesas de 30 y 40 cm tratadas con 2000 AIB mg.kg<sup>-1</sup>, o bien,

gruesas de 40 cm con 1000 mg.kg<sup>-1</sup> AIB obtuvieron mayor número de hojas y de ramas. Todas las variables estudiadas constituyeron excelentes indicadores morfoestructurales del efecto del AIB, tamaño y diámetro de la estaca en el enraizamiento de esta especie.

## Literatura citada

- Acosta, M., J. Sánchez B. y M. Bañón A. 2013. Auxinas. In: Azcón-Bieto J. y M. Talón (Eds.). Fundamentos de fisiología vegetal. Segunda Edición. McGraw-Hill. Interamericana. p. 377-398.
- Caballero C., L. Marín, R. Soto, E. Parets, D. Ramírez, Y. Kuan, R. Padrón y A. Socorro. 2006. Efecto del grosor del esqueje de morera (*Morus alba*) sobre su comportamiento durante

los primeros 60 días de plantada. Memorias I Taller de Agricultura Alternativa, Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos. Cuba. p. 25-30.

García, D., M. Medina, P. Moratinos, L. Cova, D. Perdomo y T. Clavero. 2011. Influencia de la variedad, la frecuencia de corte y la fertilización en el rendimiento de proteína verdadera de morera en el estado Trujillo, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 28(4): 503-522.

Hartmann, H., D. Kester, F. Davies y R. Geneve. 2002. *Plant Propagation. Principles and Practices. Seventh Edition* Prentice-Hall. New Jersey. 437 p.

Martín, G., Y. Noda, Y. Arias, G. Pentón, M. Prieto, J. Brunet y L. Castañeda. 2014. Evaluación de la capacidad de reproducción vegetativa de variedades de morera (*Morus alba* L.). *Pastos y Forrajes* 37(2): 151-157.

Medina, M. G., D. E. García, T. Clavero, J. M. Iglesias y J. G. López. 2007. Evaluación inicial de la morera (*Morus alba* L.) en condiciones de vivero. *Zootecnia Tropical* 25(1): 43-49.

Pelicano, A., M. Divo, N. Zamuner, J. Danelón y M. Yoshida. 2007. Efecto de la propagación asexual y prolongación del período vegetativo de *Morus alba* en la producción de capullos de seda. *Cien. Inv. Agr.* 34(2): 81-89.

Pérez, J., A. González, J. Fernández y S. Bañón. 1992. La morera como árbol ornamental. *Horticultura* 76: 13-23.