

COMUNICACIÓN CORTA

Uso de estimuladores en la supervivencia y desarrollo foliar de propágulos de *Morus alba*

*Use of stimulators in the survival and leaf development of *Morus alba* propagules*

Giraldo J. Martín-Martín, Yolai Noda-Leyva, Yuseika Olivera-Castro y Gertrudis Pentón- Fernández

*Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey,
Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior.
Central España Republicana. CP 44280, Matanzas, Cuba.
Correo electrónico: giraldo@ihatuey.cu.*

RESUMEN: Se realizó un estudio con el objetivo de determinar el efecto del ácido naftilacético (ANA) y el agua sobre la supervivencia y el desarrollo foliar de propágulos de *Morus alba*, y para ello se empleó un diseño de bloques completamente aleatorizados con arreglo factorial. Los tratamientos consistieron en tres variedades: tigreada, yu-62 y universidad mejorada, y dos sustancias estimuladoras del enraizamiento de los propágulos: ANA y agua, además del testigo (sin productos). Se midió la cantidad de plantas que sobrevivieron y el peso verde del área foliar. Los propágulos de la var. tigreada mostraron entre 91 y 100 % de supervivencia; en el caso de las var. yu-62 y universidad mejorada, este indicador fue favorecido por el uso del ANA y el agua. El menor peso del área foliar lo presentó la var. universidad mejorada (14,55 g), al no ser inoculada. Este estudio permite concluir que la variedad tigreada sobresalió en términos de supervivencia, por lo que se considera una de las de mayor potencialidad en cuanto establecimiento y eficiencia en la reproducción asexual. Con el uso del agua como vehículo enraizador se puede lograr la propagación de las variedades nuevas (universidad mejorada y yu- 62); además, el agua y el ANA permitieron que las plantas expresaran un desarrollo adecuado de su área foliar desde edades tempranas.

Palabras clave: ácido naftilacético, agua, enraizamiento

ABSTRACT: A study was conducted in order to determine the effect of naphthaleneacetic acid (NAA) and water on the survival and leaf development of *Morus alba* propagules, and for such purpose a completely randomized block design with factorial arrangement was used. The treatments consisted in three varieties: tigreada, yu-62 and universidad mejorada, and two rooting-stimulating substances of the propagules: NAA and water, in addition to the control (without products). The quantity of plants that survived and the green weight of the leaf area were measured. The propagules of the var. tigreada showed between 91 and 100 % of survival; in the case of the var. yu-62 and universidad mejorada, this indicator was favored by the use of NAA and water. The lowest weight of the leaf area was shown by the var. universidad mejorada (14,55 g), when it was not inoculated. This study allows to conclude that the tigreada variety stood out in terms of survival, for which it is considered one of those with higher potential regarding establishment and efficiency in asexual reproduction. With the use of water as rooting vehicle the propagation of the new varieties (universidad mejorada and yu-62) can be achieved; in addition, water and NAA allowed the plants to express an adequate development of their leaf area since early ages.

Keywords: naphthaleneacetic acid, water, rooting

INTRODUCCIÓN

El uso de los árboles en los sistemas de producción ganadera en el trópico, y en particular en Cuba, es una práctica que data de hace muchos años. En el desarrollo histórico de la ganadería vacuna, los árboles siempre constituyeron un componente en los potreros como sombra, cercas vivas y fuente de madera.

Las primeras investigaciones realizadas en Cuba en este tema estuvieron centradas en el uso de *Leucaena*

leucocephala (Cáceres y Santana, 1990); posteriormente se efectuaron estudios con *Albizia lebbek* (Soca y Simón, 1995), *Gliricidia sepium* (Francisco y Hernández, 1998) y *Morus alba* (Martín, 2004).

En la década de los noventa, se introdujeron en el país las primeras variedades de *M. alba* con el objetivo de validar, en las condiciones cubanas, los resultados que se habían alcanzado en el trópico húmedo de Costa Rica.

Posteriormente, en el año 2000, el Instituto de Zootecnia de Brasil facilitó la obtención de dos selecciones (IZ-40, IZ-64) y tres híbridos (IZ-15/7, IZ-13/6, IZ-56/4), y en 2005 se introdujeron las variedades ichinose, super morera, cheongol y ppong, de Corea del Sur, todas pertenecientes taxonómicamente a la especie *M. alba*.

Más adelante, en el año 2011, la Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EEPFIH) Indio Hatuey amplió su germoplasma con seis variedades: universidad, universidad nueva, universidad mejorada, yu-12 y yu-62, introducidas de China, y la var. murcia de España, de las cuales se desconoce su comportamiento agronómico y productivo en las condiciones edafoclimáticas del país.

En el caso de las primeras variedades introducidas, la vía fundamental de propagación utilizada es la asexual, con material vegetativo que cumpla con los siguientes estándares: estacas de 25 a 30 cm de largo y al menos tres yemas en buen estado, de 1,0 a 1,5 cm de grosor, extraídas de ramas maduras con más de 120 días de edad (Boschini y Rodríguez, 2002); y se recomienda esta vía por ser una forma fácil y rápida de conservar las características de la planta madre.

Sin embargo, en investigaciones preliminares con las variedades recientemente introducidas se ha constatado que estas presentan un buen porcentaje germinativo si se siembran por semilla, pero no ocurre así cuando se utilizan propágulos como método de reproducción.

Es conocido que los reguladores del crecimiento vegetal modifican las características normales del crecimiento de las plantas (Ackerman y Hamemik, 1996) y producen diversas respuestas fisiológicas (Salisbury y Ross, 2000). Las auxinas regulan la proliferación de las raíces y su elongación, así como la dominancia apical (Mok y Mok, 2001). El ácido naftilacético (ANA) es una auxina sintética cuya aplicación, tanto en vivero como en campo, ha mostrado su capacidad de inducir el proceso de enraizamiento en diferentes cultivos: forestales, frutales y ornamentales (Hartman y Kester, 2001; Weaver, 2002).

El uso del agua también constituye un elemento esencial para estimular el desarrollo radicular de los propágulos, pues esta constituye un factor esencial en el transporte de nutrientes, y regula la turgencia de las células y todos los procesos fisiológicos en general (Olivera y Noda, 2011).

En relación con el efecto que pueda inducir el empleo de las fitohormonas o del agua como vehículos que garanticen la eficiencia del enraizamiento de esquejes de morera existe muy poca bibliografía,

y los estudios se han realizado fundamentalmente con las variedades de Costa Rica; de estas se plantea que no presentan problemas en la propagación por esquejes y los resultados han sido satisfactorios (Boschini y Rodríguez, 2002; Noda *et al.*, 2004).

Es por ello que el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del ANA y el agua sobre la supervivencia y el desarrollo foliar de propágulos de *M. alba*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se realizaron en la EEPFIH, ubicada en la zona central de la provincia de Matanzas (Cuba), municipio de Perico; en el punto geográfico determinado por los 22°, 48' y 7" latitud norte y los 81° y 2' de longitud oeste, a 19,01 msnm (Academia de Ciencias de Cuba, 1989).

El experimento tuvo una duración de 60 días, comprendidos entre el 15 de octubre y el 15 de diciembre de 2013.

Las precipitaciones en este periodo fueron de 93,3 mm, y se consideran aceptables respecto al corto periodo de evaluación. La temperatura fue de 23,5°C y la humedad, de 81,8 % (valor que se puede considerar alto).

El suelo donde se llevó a cabo la fase experimental está clasificado como Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández *et al.*, 1999), de topografía plana, y el horizonte superficial se caracteriza por el predominio de minerales arcillosos del tipo 1:1, aunque puede presentar mineral del tipo 2:1 en el 10 % del contenido total de la fracción arcillosa.

Los propágulos procedían de variedades de morera introducidas en Cuba en el año 2011 (yu-62 y universidad mejorada), las cuales presentan una excelente reproducción por semilla; sin embargo, su reproducción por vía agámica no ha resultado satisfactoria en las condiciones del país. Se utilizó como testigo la var. tigreada, incluida en el germoplasma desde 1996 y de excelente reproducción por propágulos.

Estos se obtuvieron mediante el corte de ramas jóvenes (de 30-40 cm de largo y con más de tres yemas en buen estado); y se inocularon, según el tratamiento, con una mezcla (preparada previamente) de ANA a una concentración de 4 000 ppm disuelta en etanol al 70 %, o en agua, sumergiendo la parte basal de la estaca (2-3 cm) en el producto, durante 30 minutos.

Para la plantación se construyeron canteros de 1 m de ancho y 22 m de largo, los cuales fueron fertilizados con cachaza a razón de 10 kg/m². Los propágulos se plantaron de forma vertical, directamente en el suelo, con un marco de 20 cm entre hileras y 10 cm entre propágulos, y a una profundidad de 8-10 cm. Se regó durante todo el periodo

de observación (60 días), momento en que fue interrumpido el crecimiento con el fin de realizar el estudio.

Se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizados, con arreglo factorial 3 x 3. Los tratamientos consistieron en tres variedades: tigreada, yu-62 y universidad mejorada, y dos sustancias estimuladoras del enraizamiento: ANA y agua, además del testigo (sin productos), para un total de nueve tratamientos que se describen a continuación:

- Tratamiento 1: var. tigreada sin enraizador (testigo)
- Tratamiento 2: var. tigreada inoculada con ANA
- Tratamiento 3: var. tigreada embebida en agua
- Tratamiento 4: var. yu-62 sin enraizador (testigo)
- Tratamiento 5: var. yu-62 inoculada con ANA
- Tratamiento 6: var. yu-62 embebida en agua
- Tratamiento 7: var. universidad mejorada sin enraizador (testigo)
- Tratamiento 8: var. universidad mejorada inoculada con ANA
- Tratamiento 9: var. universidad mejorada embebida en agua

Cada tratamiento se replicó cuatro veces, para un total de 36 parcelas. Cada parcela tenía 25 plantas, es decir, cada tratamiento quedó conformado por 100 plantas.

Variables. Las evaluaciones se realizaron en todas las plantas, desde los siete días posteriores a la plantación hasta que alcanzaron 60 días de edad, y en ese momento se consideraron los siguientes indicadores:

- Cantidad de plantas que sobrevivieron.
- Peso verde del área foliar.

Modelo Matemático. Se empleó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + V_i + SE_j + ViSE_{ij} + \beta_k + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ij} es el resultado del tratamiento i -ésimo, al bloque j -ésimo

μ corresponde a la media general

V_i es el Efecto i -ésimo de la Variedad ($i=1, 2, \dots, n$)

SE_j es el Efecto j -ésimo de la Sustancia Estimuladora de Enraizamiento ($j=1, 2, \dots, n$)

β_k es el Efecto del k -ésimo bloque ($k=1, 2, 3, 4$)

ϵ_{ijkl} es el error aleatorio asociado a la observación

Análisis estadístico. Se utilizó la estadística descriptiva en el análisis de los resultados de la variable cantidad de plantas que sobrevivieron; mientras que en el caso del peso verde del área foliar se realizó un análisis de varianza (ANOVA), después de verificar que los supuestos cumplieran con el ajuste de homogeneidad de varianza y distribución normal, con el empleo del paquete estadístico Infostat versión 1.1 (Di Rienzo *et al.*, 2002). Las medias se compararon a través de la

prueba de rangos múltiples de Duncan, para un nivel de significación a $p < 0,05$ (Duncan, 1955).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la variedad tigreada, la mayoría de los propágulos sobrevivieron al transcurrir el período de evaluación (60 días), independientemente del producto enraizador utilizado; de 100 propágulos, sobrevivieron entre el 91 y 100 % (fig.1).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Noda *et al.* (2004) al caracterizar el comportamiento agronómico de esta variedad en la fase de establecimiento, donde se halló un 100 % de supervivencia de los propágulos a los 42 días después de la plantación.

Está ampliamente demostrado que las variedades introducidas en Cuba desde Costa Rica, tales como la indonesia, la criolla, la acorazonada y la tigreada, se reproducen exitosamente por estacas; y sin tratamiento con estimuladores de crecimiento, se alcanza más del 90 % de supervivencia en cada caso.

Según Boschini y Rodríguez (2002), el periodo en que se logra obtener una nueva planta formada es de unos 90 a 120 días; sin embargo, en este estudio después de transcurridos 60 días se encontraron plantas de la var. tigreada potencialmente formadas.

Para las variedades yu-62 y universidad mejorada, la supervivencia de los propágulos se favoreció con el uso del ANA y del agua. Las medias de estos tratamientos resultaron superiores al compararlas con las del testigo; sin embargo, ningún valor superó el 90 % (fig. 1).

Martín *et al.* (2014) evaluaron el poder de reproducción de estas variedades en condiciones naturales de vivero, sin el uso de sustancias enraizadoras, y constataron que la supervivencia inicialmente mostró un comportamiento similar al encontrado en el presente estudio; sin embargo, después de transcurridos 80 días disminuyó la cantidad de plantas vivas.

Se conoce que muchas especies de plantas que son recalcitrantes a la propagación responden eficientemente cuando se utilizan sustancias o fitohormonas que determinan no solo en la tasa de enraizamiento, sino también en la calidad del sistema radical que se forma, lo que garantiza la supervivencia y desarrollo de la planta (Ruíz y Mesén, 2010).

El ANA que se empleó en este estudio es una auxina, cuya función es estimular la expansión y división celular y fomentar el desarrollo de callos, de los que se desprenden crecimientos similares a las raíces (Weaver, 2002). Esta hormona, por difusión, llega a los diferentes órganos mediante los tejidos vasculares (xilema y floema), y además puede ser transportada por células no vasculares como las del cambium y las parcialmente diferenciadas, asociadas al floema (Acosta *et al.*, 2000).

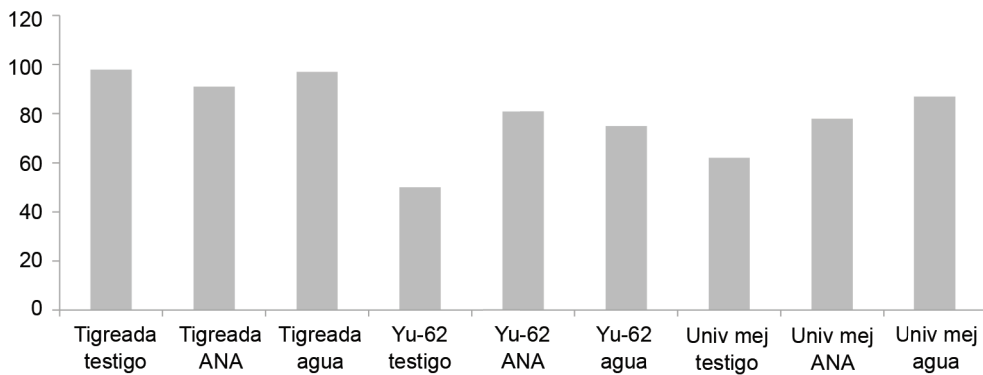


Figura 1. Total de plantas que sobrevivieron a los 60 días, según el efecto de la variedad y la sustancia enraizadora.

El transporte normal de esta auxina comienza en las hojas jóvenes y sigue hacia abajo, a lo largo de los haces vasculares (Salisbury y Ross, 2000).

A través de tal función se explica el resultado que se obtuvo de este estudio, ya que con la formación de nuevas hojas se favoreció la posterior emisión de raíces, lo que proporcionó un mayor número de propágulos sobrevivientes.

Por otra parte, las estacas embebidas en agua respondieron eficientemente a la supervivencia de las plantas. Según señalan Burgos *et al.* (2009), embeber las estacas en agua unas horas antes de la plantación asegura la ruptura por turgencia de las células que se encuentran en diferentes tejidos externos e internos, y propicia un estímulo en la emisión de raíces, las cuales son muy importantes en la absorción de nutrientes que determinan la supervivencia del cultivo.

Estos métodos son alentadores para las variedades de morera recalcitrantes a la propagación por estacas, lo cual resulta importante desde el punto

de vista agrícola, por constituir una forma fácil y rápida de conservar las características de la planta madre (Boschini y Rodríguez, 2002).

En la tabla 1 se muestra el efecto de la interacción entre la variedad y la sustancia estimuladora sobre el peso del área foliar.

La mayoría de los tratamientos no difirieron entre sí; solo la var. universidad mejorada, al no ser inoculada, difirió del resto de los tratamientos y presentó el valor más bajo en el peso del área foliar (14,55 g).

A pesar de ello, la var. universidad mejorada y la yu-62 desarrollaron eficientemente su área foliar. Se debe tener en cuenta que en estas variedades la supervivencia no alcanzó el 100 % (fig.1), y, sin embargo, el peso foliar de los propágulos que sobrevivieron no difirió del de la tigreada, que se usó como testigo y tuvo además un 100 % de supervivencia y buen desarrollo de los propágulos.

El peso del área foliar constituye un indicador importante, por su correlación con la materia seca (Garcés y Forcelini, 2011).

Tabla 1. Efecto de la interacción en el peso del área foliar.

Variedad	Sustancia estimuladora	Peso del área foliar (g)
tigreada	testigo	29,90 ^{ab}
tigreada	ANA	31,94 ^a
tigreada	agua	30,23 ^{ab}
yu-62	testigo	28,67 ^{ab}
yu-62	ANA	31,29 ^a
yu-62	agua	28,92 ^{ab}
univ. mejorada	testigo	14,55 ^c
univ. mejorada	ANA	29,98 ^{ab}
univ. mejorada	agua	32,16 ^a
ES (±)		6,52*

a, b, c, d: letras distintas en cada fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

* $p < 0,05$

En el presente estudio se corroboró lo planteado por Martín (2004) acerca de la excelente producción de esta planta por unidad de área, de la cual, según el autor, una alta proporción está compuesta por hojas y tallos tiernos que son totalmente comestibles por diferentes especies de animales.

Esta planta, desde edades muy tempranas en su ciclo de vida, es capaz de expresar su potencial de rendimiento; las variedades recientemente introducidas en Cuba y evaluadas en este estudio manifestaron aceptables valores en el peso de sus hojas, si se tiene en cuenta que estos se obtuvieron a la edad de 60 días de plantadas las estacas.

El uso del agua y del ANA favoreció, en sentido general, la supervivencia y el desarrollo de los propágulos de estas variedades recalcitrantes a la reproducción agámica. Martín *et al.* (2014) recomendaron el empleo de sustancias estimuladoras en las estacas de las mismas variedades, ya que en su estudio no alcanzaron resultados satisfactorios, a pesar de emplear un sustrato con buen contenido de materia orgánica y riego.

Se concluye que la variedad tigreada sobresalió en términos de supervivencia, por lo que puede ser considerada una de las de mayor potencialidad en cuanto a establecimiento y eficiencia en la reproducción asexual.

Asimismo, el uso del agua como vehículo enraizador resultó eficiente, por lo que puede ser una alternativa para lograr la propagación de las variedades nuevas (universidad mejorada y yu-62).

El uso del agua y del ANA permitió que las plantas expresaran un desarrollo adecuado de su área foliar desde edades tempranas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academia de Ciencias de Cuba. *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. La Habana: Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, 1989.
- Ackerman, R. & Hamemik, H. U. Use of growth regulators in production. *International Plant Propagators' Society (IPPS). Combined Proceedings International Propagators' Society*. 46:574-575, 1996.
- Acosta, M.; Sánchez, J. & Bañón, M. Auxinas. En: J. Azcón-Bieto y M. Talón, eds. *Fundamentos de fisiología vegetal*. España: McGraw-Hill Interamericana, S. A., Ediciones Universitat de Barcelona. p. 305-323, 2000.
- Boschini, C. & Rodríguez, Ana M. Inducción del crecimiento en estacas de morera (*Morus alba*), con ácido indol butírico (AIB). *Agronomía Mesoamericana*. 13 (1):19-24, 2002.
- Burgos, Angela M.; Cenóz, P. J. & Prause, J. Efecto de la aplicación de auxinas sobre el proceso de enraizamiento de estacas de dos cultivares de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). *Revista Científica UDO Agrícola*. 9 (3):539-546, 2009.
- Cáceres, O. & Santana, H. Valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham en diferentes momentos del año. *Pastos y Forrajes*. 13 (2):197-202, 1990.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M. & Robledo, C. W. *InfoStat*, versión 1.1. Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, 2002.
- Duncan, D. B. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 11 (1):1-42, 1955.
- Francisco, Ana G. & Hernández, I. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth y Walp., árbol multipropósito para una ganadería sostenible. *Pastos y Forrajes*. 21 (3):191-200, 1998.
- Garcés, F. R. & Forcelini, C. A. Peso de hojas como herramienta para estimar el área foliar en soya. *Ciencia y Tecnología*. 4 (1):13-18, 2011.
- Hartmann, H. T & Kester, D. E. *Propagación de plantas. Principios y prácticas*. 8va reimpr. México: Editorial Continental, 2001.
- Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. & Rivero, L. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Ciudad de La Habana: AGRINFOR, 1999.
- Martín, G. J. Evaluación de los factores agronómicos y sus efectos en el rendimiento y la composición bromatológica de *Morus alba* Linn. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, 2004.
- Martín, G. J.; Noda, Yolai; Arias, Y.; Pentón, Gertrudis; Prieto, Marlene; Brunet, J. et al. Evaluación de la capacidad de reproducción vegetativa de variedades de morera (*Morus alba* L.). *Pastos y Forrajes*. 36 (2):151-157, 2014.
- Mok, D. W. S. & Mok, M. C. Cytokinin metabolism and action. *Annu. Rev. Plant. Physiol.* 82:89-118, 2001.
- Noda, Yolai; Pentón, Gertrudis & Martín, G. J. Comportamiento de nueve variedades de *Morus alba* (L.) durante la fase de vivero. *Pastos y Forrajes*. 27 (2):131-138, 2004.
- Olivera, Yuseika & Noda, Yolai. Origen, distribución, adaptación, características botánicas, especies y variedades. Morera: un nuevo forraje para la alimentación del ganado. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 9-19, 2011.
- Ruiz-Solsol, H. & Mesén, F. Efecto del ácido indolbutírico y tipo de estacilla en el enraizamiento de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Agronomía Costarricense*. 34 (2):126-132, 2010.
- Salisbury, F. & Ross, C. *Fisiología de las plantas*. España: Editorial Paraninfo-Thomson Learning. 2000.
- Soca, Mildrey & Simón, L. *Albizia lebeck* (L.) Benth. (algarrobo de olor). *Pastos y Forrajes*. 21 (2):101-110, 1995.
- Weaver, R. J. *Reguladores del crecimiento del crecimiento de plantas en la agricultura*. México: Editorial Trillas, 2002.