

# Efecto del ácido 3-indolbutírico sobre el enraizamiento adventicio y la altura de plantines clonales de *Prosopis alba* Grisebach

*Effect of Indole 3-Butyric Acid on adventitious rooting and height of cuttings of Prosopis alba Grisebach*

Oberschelp, G. P. J.<sup>1</sup> y M. A. Marcó<sup>1</sup>

## RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto del ácido 3-indolbutírico (AIB) sobre el enraizamiento adventicio, y altura de los plantines obtenidos de estacas herbáceas y semileñosas de *Prosopis alba*, se seleccionaron 15 árboles de 6 años de edad, los cuales fueron recepados para estimular la emisión de brotes. Se realizaron cosechas de brotes a los 65 y 120 días del recepado, las estacas obtenidas permanecieron 40 días bajo condiciones controladas de humedad y temperatura en módulo de propagación y posteriormente fueron trasladadas a vivero; a los 120 días se evaluó el enraizamiento y la altura del plantín. Las distintas dosis de AIB influyeron en forma significativa sobre el enraizamiento de estacas herbáceas, donde el testigo y los tratamientos de 2,5 y 5 mg L<sup>-1</sup> exhibieron altas tasas de enraizamiento respecto al de 10 mg L<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** Propagación vegetativa; Juvenilidad; Mejoramiento genético.

## ABSTRACT

In order to assess indole-3-butyric acid (IBA) influence on adventitious rooting and height of herbaceous and half woody cuttings of *Prosopis alba*, 15 trees of 6 years old were selected and coppiced to stimulate sprouting. Harvests of sprouts were done at 65 and 120 days after coppice, obtained cuttings were kept for 40 days under controlled humidity and temperature conditions in propagation chamber and straight afterwards taken to the greenhouse. Effective rooting and cutting height were evaluated after 120 days. Different IBA dosages showed significant influence over adventitious rooting in herbaceous cuttings, where control, 2,5 and 5 mg L<sup>-1</sup> exhibited high rooting rates in relation to 10 mg L<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Vegetative propagation; Juvenility; Tree breeding.

## 1. INTRODUCCION

El algarrobo blanco (*Prosopis alba* Grisebach) posee una amplia distribución natural, encontrándose en las planicies subtropicales de Argentina, Uruguay, Paraguay y sur de Bolivia hasta Perú (Burkart, 1976). Su madera es de buena calidad para usos en carpintería y pisos, sus frutos son utilizados como forraje y para consumo humano (Jozami y Muñoz, 1984; Pasiecznik, 2004) convirtiéndolo en la base de sustento en algunas economías regionales. Sus poblaciones naturales se ven disminuidas debido a la continua expansión de las zonas agrícolas y ganaderas, así como al permanente aprovechamiento silvícola, con un consecuente deterioro cualitativo del recurso genético. El bosque original se encuentra fuertemente fragmentado y en algunas áreas circunscrito a pequeños relictos o simplemente árboles aislados en banquinas de caminos y bordes de alambrado (Joseau *et al.*, 2005).

<sup>1</sup> EEA INTA – Concordia. Mejoramiento Genético Forestal. Estación Yuquerí s/n s/n CP:3200 CC:34. Concordia, Entre Ríos, Argentina. E-mail: joberschelp@correo.inta.gov.ar

Recientemente, el INTA implementó un programa de conservación y mejoramiento genético de *Prosopis* con el propósito de conservar e introducir el Algarrobo al cultivo para la producción de madera de usos de alto valor comercial (Verga *et al.*, 2005), donde la propagación vegetativa es un capítulo importante a desarrollar.

La propagación vegetativa otorga la oportunidad de vencer las limitaciones impuestas al mejoramiento por largos ciclos de vida, fructificación y/o floraciones irregulares y la alogamia, sorteando la necesidad de la reproducción sexual y facilitando la captura de genotipos individuales (Leakey *et al.*, 1994). Una eficiente caracterización, selección y clonación de individuos con características deseadas permitiría la posterior instalación de huertos semilleros clonales, huertos de hibridación, bancos clonales y eventualmente, la implementación de la silvicultura clonal de esta especie.

Propagar vegetativamente material juvenil es relativamente fácil en la mayoría de las especies arbóreas, pero el enraizamiento se vuelve más difícil con el incremento de la edad. Dentro de un mismo árbol existen zonas que mantienen más tiempo la juvenilidad y pueden ser estimulados a para la producción de material vegetativo fisiológicamente juvenil (White *et al.*, 2007; Bonga e Von Aderkas, 1992). Generalmente, estacas originadas de regiones inferiores o centrales de la planta poseen características más juveniles que aquellas de regiones superiores y periféricas (Bonga, 1982).

Dentro de las sustancias reguladoras de crecimiento, las auxinas son las que presentan mayores efectos en la formación de raíces adventicias (Gaspar y Coumans, 1987; Gaspar y Hofinger, 1988; Hartmann *et al.*, 1997), siendo las hojas jóvenes y yemas activas, la principal fuente de auxinas endógenas, que permiten la rizogénesis en ausencia de auxina exógena (Hartmann *et al.*, 1997). La aplicación exógena de auxinas induce la formación de raíces adventicias, las más utilizadas son el ácido 3-indolbutírico (AIB) y el ácido naftalén acético (ANA), resultando más efectivas en la inducción rizogénica que la auxina natural, el ácido 3-indolacético (AIA) (Geneve y Hauser, 1982).

Las condiciones ambientales juegan también un papel preponderante en el enraizamiento, Klass *et al.* (1985) demostró que la temperatura del aire, el fotoperíodo y la intensidad lumínica influye en el enraizamiento de *P. alba* con óptimos resultados a 35°C, un fotoperíodo de 12 horas y elevada intensidad lumínica. En estas condiciones las estacas necesitan nebulización continua para sobrevivir y enraizar (Wojtusik *et al.*, 1994).

En el género *Prosopis* existen especies que exhiben buena capacidad de enraizamiento de estacas, como *Prosopis juliflora* que alcanza tasas entre 80 y 90% y *Prosopis glandulosa* con 100%, así como especies de muy baja capacidad de enraizamiento como *P. cineraria* (9%) y *P. tamarugo* (4%) (De Souza Nascimento, 1993; Dick *et al.*, 1991; Harris, 1992). Para *P. alba* los antecedentes indican que posee buena capacidad rizogénica con porcentajes de enraizamiento entre 58% y 83% (Klass *et al.*, 1985,1987; De Souza and Felker, 1986).

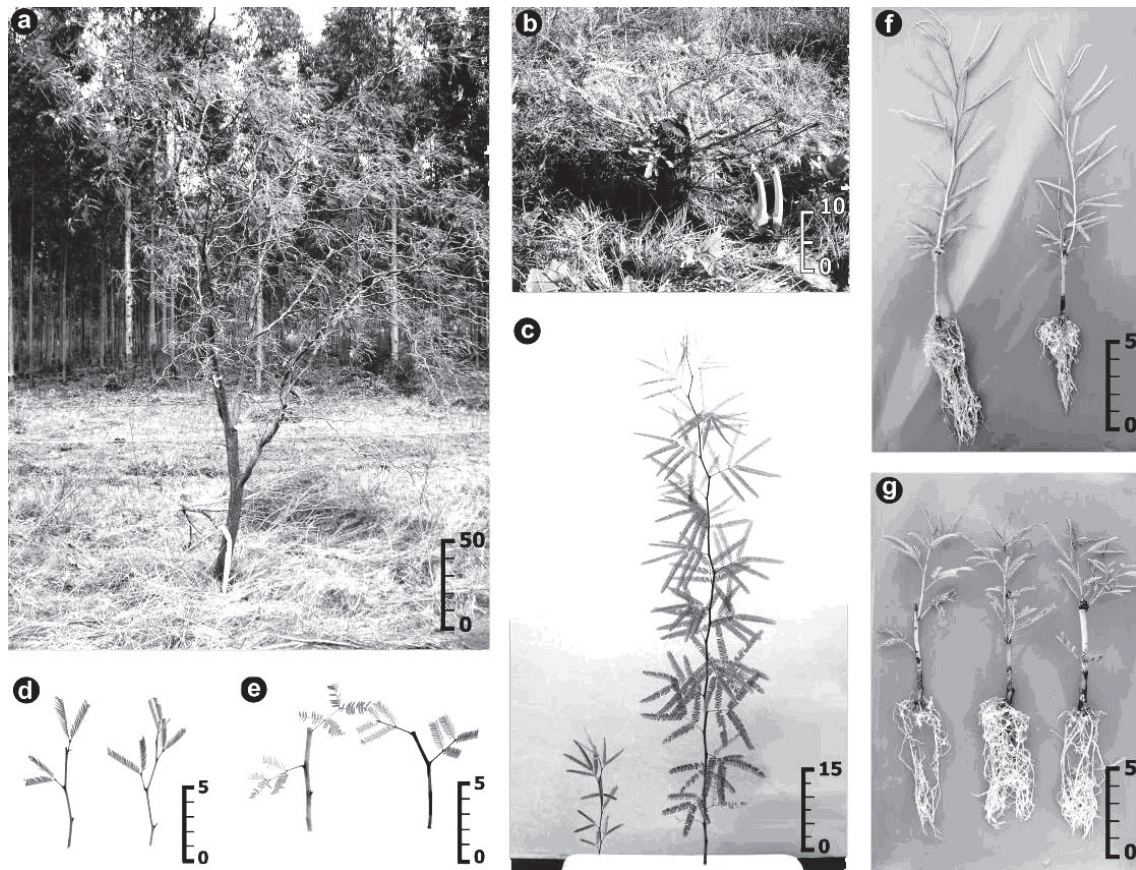
El éxito de un programa de producción clonal de plantines depende básicamente del potencial rizogénico de los propágulos (Hartmann *et al.*, 1997), entonces el rescate de material requiere imperativamente la obtención de material juvenil con capacidad de enraizar (Alfenas *et al.*, 2004).

Es entonces importante desarrollar técnicas que aseguren la captura y multiplicación exitosa de *P. alba* en calidad y cantidad adecuada para contribuir a su conservación y mejoramiento.

Estas experiencias fueron realizadas para determinar el efecto de distintas concentraciones de AIB sobre el enraizamiento y el crecimiento en altura de plantines clonales obtenidos a través de estacas de rebrotes basales de *P. alba* de 6 años de edad.

## 2. MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron 15 individuos de *P. alba* de 6 años de edad en un rodal implantado en Concordia, Entre Ríos (Figura 1.a), éstos fueron recepados a 50 cm de altura utilizando motosierra y a continuación, para obtener un corte más limpio, con serrucho de poda a 15-20 cm de altura. Posteriormente se realizó el control de malezas alrededor de las cepas con Glifosato (3% v/v) y se fertilizó con 25 gramos de fosfato diamónico (18-46-0). Las cosechas de brotes se realizaron a los 65 días del recepado, obteniéndose brotes de consistencia herbácea de 15-20 cm y a los 120 días del recepado, obteniéndose brotes semileñosos de 60-80 cm de longitud (Figuras 1.b y 1.c). Los brotes se transportaron en tambores plásticos con agua para evitar la deshidratación de los mismos. Se confeccionaron estacas de 8 cm de largo con dos hojas, reducidas al 50% de superficie foliar (Figuras 1.d y 1.e); posteriormente se sumergieron 10 minutos en Benomil 0,2% p/v, a continuación, se sumergió la base de las estacas (2 cm) durante 10 segundos en las soluciones de auxina. Para el preparado de las soluciones se utilizó ácido 3-indolbutírico (AIB) sal potásica (Sigma®) en agua destilada en las concentraciones de 0, 2.5, 5 y 10 mg L<sup>-1</sup> p/v.



**Figura 1.** a) Individuo de *P. alba*, b) Individuo recepado con rebrotes, c) Tipos de brotes utilizados, izquierda herbáceos, derecha semileñosos, d) Estacas de brotes herbáceos, e) Estacas de brotes semileñosos, f) Plantines de brotes herbáceos, g) Plantines de brotes semileñosos. Escalas en centímetros.

Se emplearon tubetes plásticos tronco cónicos de 100 cm<sup>3</sup>, como sustrato se utilizó una mezcla 1:1 de perlita y vermiculita. Se realizaron aplicaciones de fungicidas cada 7 días rotando los productos (Captan 0,2% p/v, Benomil 0,1% p/v y Flutriafol 0,1% v/v). La temperatura y humedad relativa ambiente en el módulo de propagación durante el período de enraizamiento fue monitoreada con termohigrógrafo, la temperatura media fue de 25,2 °C, con una máxima de 35,2°C y una mínima de 14,8°C, la humedad relativa promedio fue de 74,9%

con valores extremos de 100% de máxima y 51,1% de mínima, éstas condiciones se lograron mediante cobertura de media sombra 60% en los techos y nebulización intermitente con picos tipo “fogger”. A los 40 días del estaqueo se trasladaron las estacas a vivero bajo cubierta plástica y riego por microaspersión donde se fertilizaron semanalmente con una solución nutritiva ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  0,05% p/v + Peters<sup>®</sup> 4-25-35 0,1 % p/v).

Se realizó una evaluación de enraizamiento efectivo, determinada por la presencia de raíces adventicias y de altura de plantín a los 120 días de edad.

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, con 8 estacas por parcela, 3 repeticiones en la experiencia de estacas herbáceas y 4 repeticiones en la experiencia con estacas semileñosas. Se realizó un análisis de la varianza con el programa SAS System (SAS, 2002) y se aplicó el test de separación de medias de Tukey ( $P < 0,05$ ).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Estacas de brotes herbáceos (Cosecha a los 65 días del recepado)

Las variables evaluadas sobre las estacas obtenidas en la primer cosecha de brotes (Tabla 1) indican un efecto significativo de la concentración de AIB sobre el enraizamiento (ENR) de las estacas de *P. alba* donde los mayores porcentajes de enraizamiento (Figura 2.a) se obtuvieron en el tratamiento AIB 5 mg L<sup>-1</sup> y en el testigo (45,8%).

En el caso de la altura (ALT) el efecto del AIB no fue significativo, igualmente cabe mencionar que el tratamiento AIB 5 mg L<sup>-1</sup> exhibió mayor altura de plantines respecto a los restantes tratamientos (Figura 2.b).

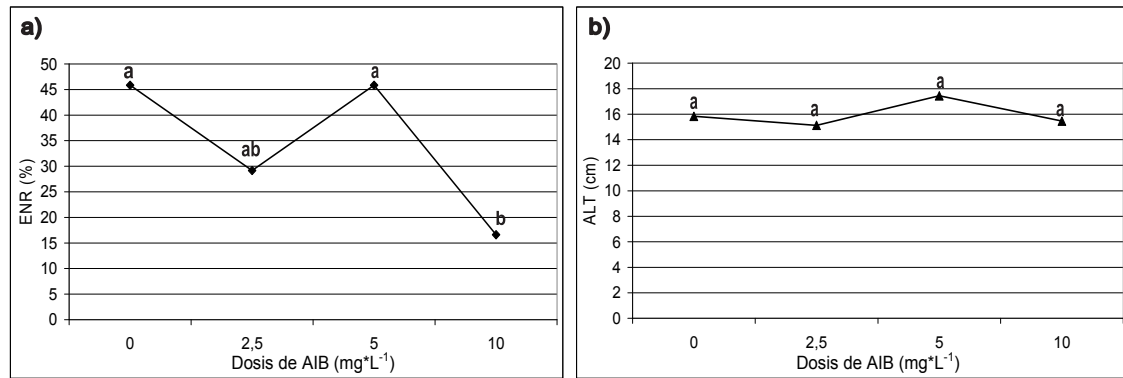
**Tabla 1.** Análisis de la varianza de enraizamiento de estacas (ENR) y altura (ALT) del plantín de *P. alba* a los 120 días de edad.

FV	GL	CM	
		ENR (%) <sup>1</sup>	ALT (cm)
AIB	3	15,192**	37,187 ns
Error	8	4,987	22,643
Media	-	34,37 <sup>2</sup>	16,17
CV	-	13,8	29,42

ns, \* y \*\* = no significativo, significativo al 5% y 1% respectivamente por el test de F

<sup>1</sup> Datos transformados a la raíz cuadrada de  $x$

<sup>2</sup> Datos sin transformar



**Figura 2.** a) Enraizamiento de estacas herbáceas de *P. alba* a los 120 días de edad según distintas dosis de AIB aplicadas y, b) altura de plantines clonales de estacas herbáceas de *P. alba* a los 120 días de edad según distintas dosis de AIB aplicadas.

Letras iguales sobre las medias de los tratamientos indican que no existen diferencias significativas al 5% de nivel de probabilidad según test de Tukey.

### Estacas de brotes semileñosos (Cosecha a los 120 días del recepado)

No se encontraron efectos significativos del AIB sobre ENR y ALT (Tabla 2), los mayores porcentajes de enraizamiento se obtuvieron en ausencia de hormona y con AIB 2,5 mg L<sup>-1</sup>, en este último se registraron también las mayores alturas (Figura 3.a y 3.b). La elevada dispersión de las variables evaluadas (CV 58,8% para ENR y 68,02% para ALT) puede atribuirse a la heterogeneidad del material vegetal, considerando que se obtenían de 5 a 7 estacas de cada uno de los brotes de 60-80 cm de longitud utilizados (Figuras 1.c y 1.e).

Existe gran influencia de la posición de la estaca original en el ortet sobre la morfología (Topófisis) y grado de madurez fisiológica (Ciclófisis) del ramet, (Olesen, 1978). Consecuentemente el gradiente de juvenilidad en el brote influye sobre la capacidad de enraizamiento de las estacas. En *Prosopis juliflora* la posición relativa de las estacas en plantas madres influye significativamente, con altas tasas de enraizamiento en nudos mas bajos (Dick et al., 1991). Esto ocurre de manera similar en *Eucalyptus* donde la utilización de brotes y estacas grandes (macrocuttings) provoca mayores variaciones y un menor potencial rizogénico, en comparación con técnicas de minicuttings y microcuttings (Alfenas et al., 2004).

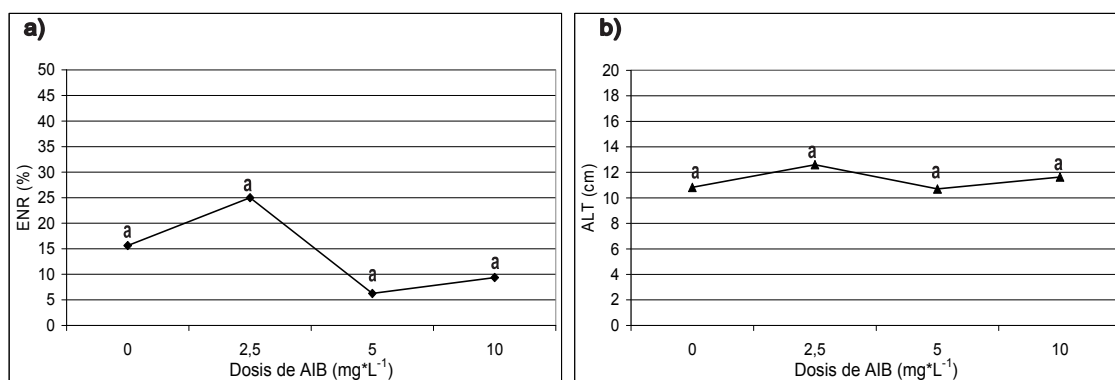
**Tabla 2.** Análisis de la varianza de enraizamiento de estacas (ENR) y altura (ALT) del plantín de *P. alba* a los 120 días de edad.

FV	GL	CM	
		ENR (%) <sup>1</sup>	ALT (cm)
AIB	3	7,099 ns	29,71 ns
Error	12	3,495	32,89
Media	-	14,06 <sup>2</sup>	8,43
CV	-	58,8	68,02

ns, \* y \*\* = no significativo y significativo al 5% y 1% respectivamente por el test de F

<sup>1</sup> Datos transformados a la raíz cuadrada de  $x$

<sup>2</sup> Datos sin transformar



**Figura 3.** a) Enraizamiento de estacas semileñosas de *P. alba* a los 120 días de edad según distintas dosis de AIB aplicadas y, b) altura de plantines clonales de estacas semileñosas de *P. alba* a los 120 días de edad según distintas dosis de AIB aplicadas. Letras iguales sobre las medias de los tratamientos indican que no existen diferencias significativas al 5% de nivel de probabilidad según test de Tukey.

En estas experiencias el enraizamiento de *P. alba* es coincidente con antecedentes que indican un buen potencial rizogénico (Klass, S. *et al.*, 1985,1987; De Souza, S. M. y Felker, P. 1986).

Cabe mencionar que en los tratamientos con AIB donde se observaron mayores porcentajes de enraizamiento (5 mg L<sup>-1</sup> en estacas herbáceas y 2,5 mg L<sup>-1</sup> en estacas semileñosas) se apreció un mayor número de raíces adventicias (variable no evaluada), en los mismos tratamientos en los cuales las medias de las alturas resultaron mayores.

En ambas experiencias se observó que la utilización de AIB no resultó determinante en el enraizamiento y que la más alta concentración de AIB (10 mg L<sup>-1</sup>) provocó un marcado descenso de la tasa de enraizamiento, atribuible a que una acumulación excesiva de auxinas inhibe la rizogénesis (Gaspar *et al.*, 1994).

#### 4. CONCLUSIONES

En base a estos resultados se puede concluir que:

Las diferentes concentraciones de AIB utilizadas no tuvieron efecto sobre la altura de los plantines.

Las concentraciones de 10 mg L<sup>-1</sup> de AIB ejercieron un efecto negativo sobre el porcentaje de enraizamiento de las estacas herbáceas. En estacas semileñosas las dosis de AIB evaluadas no causaron efecto significativo sobre las variables analizadas.

Si bien excede los alcances del presente trabajo, cabe mencionar el contraste observado entre ambas experiencias, donde las estacas de brotes herbáceos exhibieron mayores porcentajes de enraizamiento y altura de plantines respecto a las estacas semileñosas, aspecto a tener en cuenta en futuras experiencias de propagación vegetativa con esta especie.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- Alfenas, A. C.; Zauza E. A. V.; R. G. Máfia; T. F. Assis. 2004. "Clonagem e doenças do Eucalipto". Editora UFV, Viçosa, MG, Brasil. 442p.
- Bonga, J. M. 1982. "Plant Propagation in relation to juvenility, maturity, and rejuvenation". In: Bonga, J.L. and Durzan, D.J. (eds.). Tissue culture in Forestry. Dordrecht, Nijhoff, 1982. p.387-412.
- Bonga, J. M.; P. von Aderkas. 1992. "In vitro culture of trees". Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 236p.
- Burkart, A. 1976. "A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoideae)". J. Arn. Arb. 57: 217-525.
- De Souza, S. M. y P. Felker. 1986. "The influence of stock plant fertilization on tissue concentrations of N, P, and carbohydrates and the rooting *Prosopis alba* cuttings". Forest Ecology and Management 16:181-190.
- De Souza Nascimento, C. E. 1993. "Propagação vegetativa da algarobeira por estaquia em casa de vegetação e em condições de telado". EMBRAPA (CEPATSA) N°77, fev./93, p.1-10.
- Dick, J. M.; K. East and R. R. B. Leakey. 1991. "Influence of propagation environment and cutting length on the rooting of *Prosopis juliflora* (Swartz) DC. Nitrogen Fixing" Tree Research Reports 9: 114-116.
- Gaspar, Th.; C. Kevers; J. F. Hausman y V. Repetti. 1994. "Peroxidase activity and endogenous free auxin during adventitious root formation". In: Lumsden, P.J., Nicholas, J.R. y Davies, W.J. (eds.), Physiology, Growth and Development of plants in Culture. pp. 289-298. Kluwer Academic Publ. Netherlands.
- Gaspar, Th y M. Coumans. 1987. "Root formation". In: Bonga, J. y Durzan, D. (eds.). Cell and tissue culture in forestry. Vol. 2, pp. 202-217. Dordrecht Martines Nijhoff.
- Gaspar, Th. y M. Hofinger. 1988. "Auxin metabolism during adventitious rooting". In: Davis, T. D.; Haissig, B. E. y Shankla, N. (eds.). Adventitious Root Formation in Cuttings. pp. 117-131. Dioscorides Press.
- Geneve, R. y C. Hauser. 1982. "The effect of AIA, AIB, ANA y 2,4-D on root formation and ethylene evolution in *Vigna radiata* cuttings". J. Amer. Soc. Hortic. Sci. 19: 320-329.
- Hartmann, H. T.; D. Kester; F. T. Davies jr. and R. L. Geneve. 1997. "Plant propagation; principles and practices". New Jersey, Prentice-Hall International. 770p.
- Harris, P. J. C. 1992. "Vegetative Propagation of *Prosopis*". pp 175-191. En: Dutton, R.W. (Ed) *Prosopis species: Aspects of their value, research and development*. CORD, University of Durham, Durham, UK.
- Joseau, J.; A. Verga; M. del P. Díaz. 2005. "Los recursos genéticos de *Prosopis*". In: Senigaglia, C.; Marcó, G.; Rearte, D.; Rodríguez, R.; Berra, G.; Actis, J.J.; Elverdín, J.; Hofer, C. y Schlichter, T. (Eds.). IDIA XXI Forestales. Ediciones INTA. pp. 8: 207-211.
- Jozami, J. M. y J. de D. Muñoz. 1984. "Árboles y arbustos indígenas de la provincia de Entre Ríos". IPNAYS (CONICET-UNL).
- Klass, S.; R. Bingham; L. Finker y P. Felker. 1985. "Optimization of environment for rooting cuttings of highly productive clones of *Prosopis alba* (mesquite/algarrobo)". J. Hort. Sci. 60:275-284.
- Klass, S.; J. Wright; P. Felker. 1987. "Influence of Auxins Thiamin and Fungal Drenches on the Rooting of *Prosopis-Alba* Clone B-2v-50 Cuttings". J. Hort. Sci. 62: 97-100.
- Leakey, R. R. B.; A. C. Newton; J. Dick. 1994. "Capture of genetic variation by vegetative propagation: processes determining success". In: Leakey, R. R. B.; Newton, A. C., (eds.) Tropical trees: the potential for domestication and the rebuilding of forest resources. London, HMSO, 72-83. (ITE Symposium, 29).
- Olesen, P. O. 1978. "On cyclophysis and topophysis". Silvae Genética 27: 173-178.

- Pasiecznik, N. M.; P. J. C. Harris and S. J. Smith. 2004. "Identifying Tropical Prosopis Species: A Field Guide". HDRA, Coventry, UK. ISBN 0 905343 34 4. 30 p.
- SAS Institute Inc. 2002. SAS/STAT "User's Guide". Release 9.1 Edition.
- Verga, A.; *et al.* 2005. "El Proyecto Algarrobo del INTA". In: Senigagliesi, C.; Marcó, G.; Rearte, D.; Rodríguez, R.; Berra, G.; Actis, J.J.; Elverdín, J.; Hofer, C. y Schlichter, T. (eds.). IDIA XXI Forestales. Ediciones INTA. pp. 8: 201-206.
- White, T. L.; W. T. Adams and D. B. Neale. 2007. "Forest Genetics". CABI Publishing. CAB International, Wallingford, UK. 704 p.
- Wojtusik, T.; M. T. Boyd and P. Felker. 1994. "Effect of different media on vegetative propagation of *Prosopis juliflora* cuttings under solar-powered mist". *Forest Ecology and Management*. 67: 267-271.

