

CRECIMIENTO Y EXOMORFOLOGÍA DE PLÁNTULAS DE *PROSOPIS ALBA* GRISEB. Y *PROSOPIS HASSLERI* HARMS EN CONDICIONES UNIFORMES DE CULTIVO*

María M. BRIZUELA^{1,2}, Alicia D. BURGHARDT^{1,2}, Sofía I. MARTINEZ²,
Diego DE PANIS² y Ramón A. PALACIOS^{1,2}

¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y ²Laboratorio de Plantas Vasculares, Departamento Biodiversidad y Biología Experimental. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

RESUMEN

La Región Chaqueña tiene una larga historia de explotación forestal sin ningún tipo de manejo sustentable de los bosques. En el Distrito Chaqueño Oriental se encuentran las mejores poblaciones de algarrobos para incluir en planes de forestación y reforestación. Dado que la única alternativa para revertir la disminución de la masa boscosa en esta zona es reforestar, se hace necesario conocer la respuesta de distintas especies y procedencias en diferentes condiciones climáticas para planificar su posterior implantación.

El presente estudio pretende utilizar la exomorfoología de las plántulas de dos especies de algarrobo como descriptor morfológico para caracterizar precozmente el germoplasma, y por otro lado, obtener información acerca del desarrollo y del crecimiento en altura y diámetro de las plántulas de ambas especies, en condiciones uniformes, como un aporte para futuros planes de reforestación.

Se pusieron a germinar, en cajas de Petri, semillas de *Prosopis alba* Griseb (provenientes de Santa Fe) y de *P. hassleri* Harms (de Formosa). A los 7 días de la germinación, las plántulas se transplantaron a macetas colocadas en un invernáculo en condiciones ambientales uniformes y se mantuvieron con el suelo a capacidad de campo. Un total de 128 plántulas fueron desarrolladas siguiendo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se estudiaron los siguientes caracteres morfológicos: Eófilo: longitud del pecíolo y raquis, número de pares de folíolos, distancia entre folíolos, largo y ancho del folíolo medio, forma y ápice del folíolo. Metáfilo: longitud del pecíolo y raquis, longitud de la pina basal, número de pares de folíolos, distancia entre folíolos, largo y ancho del folíolo medio, forma y ápice del folíolo. Se calcularon las relaciones entre largo y ancho del folíolo medio y entre ancho y distancia entre folíolos para el eófilo y el metáfilo. Altura total, diámetro del tallo inmediatamente arriba del nudo cotiledonar y número de ramificaciones a las 20 semanas. Los resultados se analizaron estadísticamente.

Las plántulas de ambas especies son faneroepígeas con cotiledones foliares, eófilos pinnados y metáfilos bipinnados. Se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para longitud del raquis, número de pares de folíolos, distancia entre folíolos, largo y ancho del folíolo medio de los eófilos y para longitud del raquis, longitud de la pina basal, número de pares de folíolos,

distancia entre folíolos, largo y ancho del folíolo medio de los metáfílos. Además fue significativa ($p \leq 0,05$) la diferencia en altura y diámetro a las 20 semanas. Es posible la diferenciación en renovales naturales dado que existen características cuantitativas que diferencian netamente las plántulas de ambas especies. *P. hassleri* parece tener una mejor respuesta en las condiciones estudiadas, alcanzando un mayor desarrollo en diámetro del tallo y altura que *P. alba*.

Palabras clave: *algarrobo - cultivo bajo invernáculo - plántulas - exomorfología*

SUMMARY

Growing and exomorphology of *Prosopis alba* Griseb y *Prosopis hassleri* Harms seedlings under uniform cultivation conditions

The Chaqueña Region has a long history of forest exploitation, without any sustainable management. In the Eastern Chaqueño District optimum populations of “algarrobos” are found that are to be included in forestation and reforestation plans. Given that the only alternative for reversion of forest mass decrease is reforestation, it is necessary to ascertain the response and provenance of various species subjected to diverse climatic conditions to plan their future implantations. The present study intends to utilize the exomorphology of seedlings as a morphological descriptor for early characterization of germoplasm and for recognition of the species in natural areas. Additionally it will provide information about their growth and development in height and diameter under uniform conditions. Seeds of *Prosopis alba* (from Santa Fe) and *P. hassleri* (from Formosa) were germinated in Petri dishes. Seven days after germination, the seedlings were transplanted to pots watered to field capacity and cultivated under uniform conditions in a greenhouse. A total of 128 individuals were planted following a random block design with four repetitions. The following morphologic characters were studied: Eophylls: length of petiole and rachis; number of pairs of folioles; distance between folioles; the length and width of the middle foliole; the shape and apex of the foliole. Metaphylls: length of petiole and rachis; length of the basal pinna; the number of foliole pairs; the distance between folioles; the length and width of the middle foliole; the shape and apex of the folioles. The total height and stem diameter immediately above the cotyledonar knot at 20 weeks growth. The results were statistically analyzed. Seedlings of both species were phaneroepigeal possessing foliar cotyledons, pinnate eophylls and bipinnate metaphylls. Significant differences were found ($p \leq 0.05$) for the rachis length, the number of foliole pairs, the distance between folioles; the length and width of the central foliole of the eophylls and the length of the rachis, length of the basal pinna, the number of foliole pairs, the distance between folioles; the length and width of the central foliole of the metaphylls. Furthermore there were significant differences for height and stem diameter. The differentiation between *P. alba* and *P. hassleri* is possible in natural areas given that there exists quantitative characteristics that discriminate seedlings of both species. *Prosopis hassleri* appears to exhibit a better response for the conditions studied, reaching better development in stem diameter and height than *P. alba*.

Key words: *algarrobo - greenhouse - seedlings - exomorphology*

Introducción

La tala indiscriminada y destrucción de bosques en las provincias fitogeográficas del Chaco, del Monte y del Espinal Argentino, entre otras, ha sido ampliamente documentada. Un análisis comparativo de la superficie cubierta por los bosques chaqueños entre los años 1957 y 2002 muestra una dramática reducción, sólo se mantiene un 15 % de la superficie original y está al borde de la desaparición. Estas zonas son un vivo y triste ejemplo no sólo del deterioro ambiental, sino de un aumento de la marginalidad y la pobreza, migración de poblaciones, ataque a los derechos de las comunidades nativas con la desaparición de culturas y el terrible avance del desierto.

Algunas especies del género *Prosopis* L. (Leguminosae-Mimosoideae) constituyen un importante recurso forestal y pueden ser utilizadas en sistemas sustentables para mejorar las condiciones socioeconómicas en zonas áridas y semiáridas donde la desertificación no sólo lleva al descenso productivo, sino directamente, a la desaparición de los recursos (Verga, 2000 a).

Existen estudios sobre la distribución y frecuencia de las especies de la región biogeográfica chaqueña (Hunziker *et al.*, 1975, 1986; Palacios y Bravo, 1981; Burghardt y Palacios 1991, 1998; Burghardt, 1996; Zuloaga y Morrone, 1999). Verga (2000a,b) realizó un interesante aporte a la posibilidad de emplear una estrategia de mejoramiento en *Prosopis* sp, utilizando información morfológica y molecular para la identificación de poblaciones de *P. chilensis*, *P. flexuosa* y potenciales híbridos interespecíficos. Las bases para este planteo fueron desarrolladas anteriormente por Verga (1995)

Un estudio exomorfológico de plántulas en jardín uniforme se ha llevado a cabo en ocho especies del género con el objeto de analizar la potencialidad de la técnica,

evaluar las diferencias existentes entre las especies y encontrar descriptores morfológicos que permitan distinguirlas, ya sea para la identificación de germoplasma como para su reconocimiento en renovales naturales (Burghardt *et al.*, 2000).

Prosopis alba “algarrobo blanco” y *Prosopis hassleri* “algarrobo paraguayo” son especies pertenecientes a la Sección Algarobia, estando incluidas en diferentes series: *P. alba* en Chilenses y *P. hassleri* en Ruscifoliae.

Ambas son promisorias por sus características maderables, forrajeras (frutos dulces), alimenticias para consumo humano y por proveer sombra para ganado y otros cultivos.

Las dos especies crecen en la región Chaqueña oriental, sin embargo, *P. alba* tiene una amplia distribución creciendo, además, en otras planicies subtropicales de Argentina, Uruguay, Paraguay, sur de Bolivia hasta el Perú. La distribución de *P. hassleri* es más restringida, hallándose sólo en esta región (Burkart, 1976).

El estudio de las características morfológicas de plántulas en estadios tempranos de desarrollo permite distinguir las especies ya que conservan la estructura taxonómica evidenciada por las características de los individuos adultos, constituyen marcadores potencialmente útiles en el análisis de germoplasma y nos brindan la posibilidad de reconocer las plántulas a campo (Burghardt *et al.*, 2000). Estudios comparativos del crecimiento diferencial de plantas en los primeros estadios de tres especies de *Prosopis* (Vilela *et al.*, 1996) demostraron variaciones significativas entre especies.

El presente estudio pretende proveer de información básica para utilizar la exomorfología de plántula como descriptor morfológico en la caracterización precoz del germoplasma en estas especies y para su reconocimiento en renovales naturales donde ambas pudiesen encontrarse en

simpatría. Asimismo, obtener información acerca del desarrollo y crecimiento en altura y diámetro de ejemplares de ambas especies en condiciones uniformes como un aporte para futuros planes de reforestación.

Materiales y Métodos

La recolección de los frutos fue realizada, en 2005, conjuntamente con la preparación de ejemplares de herbario. Estos fueron coleccionados por Ramón Palacios (R. Palacios) y depositados en el Herbario de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (BAFC). Los materiales estudiados se detallan a continuación siguiendo las indicaciones de Holmgren y Holmgren (1998):

P. alba: ARGENTINA. Provincia. Santa Fe: Dpto. Gral. Obligado. Ruta Provincial 31. Camino de Intiyaco a Tartagal, R. Palacios 3463-3464-3465 (BAFC).

P. hassleri: ARGENTINA. Prov. Formosa: Parque Nacional Pilcomayo, R. Palacios 3455-3456-3457-3458-3459 (BAFC).

A partir de frutos enteros, se extrajeron 20 semillas por individuo. Las mismas se pusieron a germinar, en cajas de Petri con algodón y papel absorbente previa escarificación mecánica.

Siete días luego de la germinación, las plántulas se pasaron a macetas conteniendo una mezcla de arena y tierra fértil (1:2) y se colocaron en el invernáculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, ubicado en la Ciudad Universitaria de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (34° 38' lat S y 58° 28' long O) en condiciones uniformes de luminosidad, temperatura (promedio en el experimento 30°) y disponibilidad hídrica (regando semanalmente a capacidad de campo).

Un total de 128 plántulas provenientes de las 8 plantas madres (16 semillas por planta) fueron desarrolladas siguiendo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

La descripción de las plántulas se realizó siguiendo la nomenclatura de Duke y Polhill, 1981.

Las variables morfológicas analizadas numéricamente fueron 1) Eófilos (totalmente desplegados): longitud del pecíolo y raquis,

número de pares de folíolos, distancia entre folíolos, largo y ancho del folíolo medio, forma y ápice del folíolo medio 2) Metáfilos: longitud del pecíolo y raquis, longitud de la pina basal, número de pares de folíolos, distancia entre folíolos, largo y ancho del folíolo medio, forma y ápice del folíolo; 3) porcentaje de hojas uniyugadas, biyugadas y triyugadas a las 20 semanas; y 4) altura de la planta, diámetro del tallo a la altura del nudo cotiledonar y número de ramificaciones a las 20 semanas. Para eófilos y metáfilos se calcularon las siguientes relaciones: relación largo/ancho del folíolo medio, y relación ancho del folíolo/distancia entre folíolos.

Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis multivariante de varianza (MANOVA) utilizando el paquete de programas Statsoft Inc. (1998).

Resultados

Los resultados del estudio estadístico de todas las variables estudiadas para cada plántula reveló que no hubo diferencias significativas entre individuos de *P. alba* ni entre individuos de *P. hassleri*, es por esto que se consideraron dos unidades operativas correspondientes a las dos especies estudiadas.

Las plántulas de ambas especies son faneroepígeas con cotiledones foliares, eófilos pinnados y metáfilos bipinnados. (Figura 1) confirmando las observaciones realizadas en estudios previos para otras procedencias de las mismas especies (Burghardt et al. 2000).

A las 20 semanas, las plántulas de *Prosopis hassleri* presentaron todos sus metáfilos uniyugados, mientras que *P. alba* exhibió una variación foliar semejante a la existente en adultos pudiendo observarse tempranamente la aparición de hojas uni-bi y triyugadas

La media de los caracteres morfológicos cuantitativos estudiados por especie, así como los estados modales de los caracteres cualitativos se consignan en la Tabla 1.

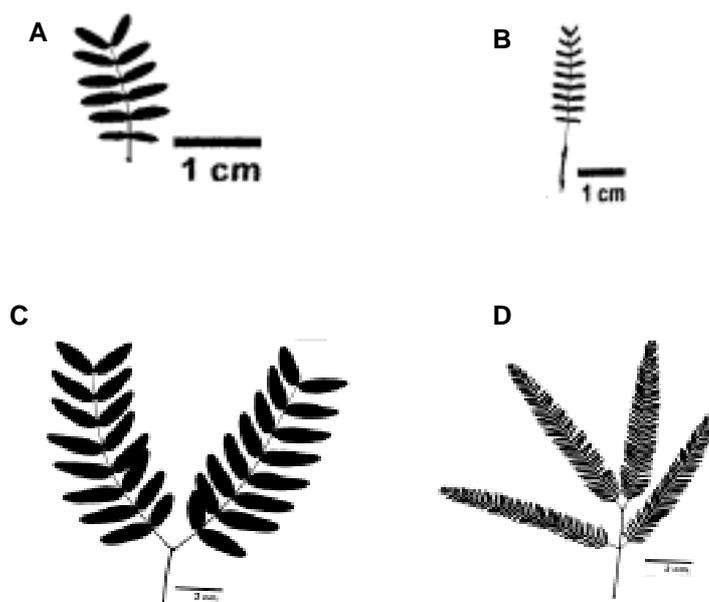


Figura 1. A: Eófilo de *P. hassleri* B: Eófilo de *P. alba*; C: Metáfilo de *P. hassleri* D: Metáfilo de *P. alba*

Tabla 1. Promedios de los caracteres cuantitativos y moda en caso de los cualitativos para ambas especies. Los asteriscos señalan diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

	Variabes	<i>P. hassleri</i>	<i>P. alba</i>	S
Eófilo	pecíolo (mm)	4,050852527	3,544036963	
	raquis (mm)	10,38398125	14,11428055	*
	n° pares folíolos	4,628251748	8,366966367	*
	Distancia (mm)	2,508782637	1,812720613	*
	largo (mm)	4,847472527	3,725847486	*
	ancho (mm)	1,716697436	1,02017982	*
	relación largo/ancho	2,864011518	3,716426891	*
	relación ancho/distancia	0,71208237	0,569857362	*
	forma folíolo	Eliptico	Eliptico	
	ápice folíolo	Agudo	Obtuso	
Metáfilo	pecíolo (cm)	2,005695971	1,887916667	
	pinna largo (cm)	9,523945055	7,825544872	*
	n° pares folíolos	12,84824176	39,6724359	*
	Distancia entre folíolos (mm)	7,59007326	2,126923077	*
	relación ancho/distancia	0,682917408	0,709748932	
	largo folíolo (mm)	16,16404396	6,313141026	*
	ancho folíolo (mm)	5,09047619	1,364262821	*

Continúa en la página siguiente...

Viene de la página anterior...

Variables	<i>P. hassleri</i>	<i>P. alba</i>	S
relación largo/ancho	3,266354336	5,256762821	*
forma folíolo	Ovado	Lineal	
ápice folíolo	Agudo	Agudo	
raquis largo (cm)	0	0,851314103	*
% de hojas uniyugas a las 20 semanas	100	52,01798718	*
% de hojas biyugas a las 20 semanas	0	38,69792628	*
% de hojas triyugas a las 20 semanas	0	9,049711538	*
Altura 20 semanas	62,41912821	4,4552976	*
Diámetro 20 semanas	0,476984066	0,43874761	*
Ramificaciones 20 semanas	0,135164835	0,15892857	

De las 17 variables exomorfológicas estudiadas en eófilos y metáfilos analizadas con MANOVA, 14 presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las especies estudiadas. Las variables crecimiento y diámetro a las 20 semanas para cada especie también mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre especies, con el mayor desarrollo en *P. hassleri*.

Ambas especies presentaron similares características en cuanto al número total de ramificaciones a las 20 semanas, presentando un 90 % de las plantas un único tallo principal, y encontrándose un máximo de tres ramificaciones por planta.

Discusión

En el estudio exomorfológico de los eófilos y metáfilos se observan 14 variables que presentan diferencias significativas, esas variables permiten identificar con precisión las especies estudiadas y constituyen descriptores que suministran interesante información para la identificación de germoplasma en estado de plántula y para su reconocimiento temprano en renovales naturales.

P. hassleri presentó 100 % de hojas uniyugadas a las 20 semanas desde la

germinación, mientras que *P. alba* mostró tres tipos de hojas: uni-bi y triyugas en las condiciones de estudio, coincidiendo, en ambos casos con lo observado en plantas adultas en ambientes naturales (Palacios y Brizuela, 2005).

Estudios previos recomiendan a *Prosopis alba* para ser utilizada en sistemas agroforestales y silvopastoriles por su buen crecimiento en diámetro (Vilela et al., 1996). Nuestros análisis muestran que *Prosopis hassleri* posee un crecimiento en diámetro y altura significativamente mayor aún que el presentado por *Prosopis alba*, mostrando mejor aptitud para el desarrollo en las primeras semanas de vida en las condiciones estudiadas. Sería interesante realizar un estudio a campo para analizar esta mayor aptitud en estadios posteriores. De corroborarse esta característica, pasaría a ser la especie más recomendable para su utilización en sistemas forestales.

Referencias bibliográficas

- BURGHARDT, A. D.; PALACIOS R. A. (1991). Estudio electroforético en cuatro especies del género *Prosopis* (Leguminosae). *Soc. Arg. de Botánica*. 27 (1-2): 43-48.
- BURGHARDT, A. D. (1996). La identidad de cuatro especies de *Prosopis* L. expresada a

- través de sus patrones electroforéticos. *Mendeliana* 12 (1):38-50.
- BURGHARDT, A.D.; R.A. PALACIOS. (1998). Variabilidad Intraespecífica en *Prosopis ruscifolia* Grisebach (Leguminosae). *Physis*. (Buenos Aires), Secc C, 56(130-131): 49-57.
- BURGHARDT, A.D.; BRIZUELA, M.M.; PICCA, P.I. (1998). Variación de los caracteres morfológicos de la semilla en *Prosopis* L. (Mimosaceae) XXVI *Jornadas Argentinas de Botánica* (Río Cuarto, Córdoba) Resúmenes: p. 208.
- BURGHARDT, A.; BRIZUELA M.; PALACIOS R., (2000). Variabilidad en plántulas de algunas especies de *Prosopis* L. (Fabaceae). En busca de descriptores morfológicos. *Multequina* 9: 23-33.
- BURKART, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae, subfam. Mimosoideae). *Journal of the Arnold Arboretum* 57:217-525.
- DUKE, J.; POLHILL R. (1981). Seedlings of Leguminosae. *Advances in legumes systematics*. Ed. R Polhill & P. Raven.
- HOLMGREN, P. K.; HOLMGREN N. H. (1998). Index Herbariorum. New York Botanical. <http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp>
- HUNZIKER, J.H.; POGGIO L.; NARANJO C.A.; PALACIOS R.A.; ANDRADA A.B. (1975). Cytogenetics of some species and natural hybrids in *Prosopis* (Leguminosae) *Can. J. Genet. Cytol.* 17:253-262.
- HUNZIKER, J.H.; SAIDMAN B.O.; NARANJO C.A.; PALACIOS R.A.; POGGIO L. ; BURGHARDT A.D. (1986). Hybridization and Genetic Variation of Argentine Species of *Prosopis*. *Forest Ecology and Management* 16: 301-315.
- PALACIOS, R.A.; BRAVO L. (1981). Hibridación natural de *Prosopis* (Leguminosae) en la región chaqueña argentina. Evidencias morfológicas y cromatográficas. *Darwiniana* 23: 3-35.
- PALACIOS R. A.; BRIZUELA M.M. (2005). *Flora Fanerogámica Argentina*. Fascículo 92. 128: parte 13. Proflora CONICET.
- STATSOFT, INC. (1998). STATISTICA 5.1 for Windows [Computer program manual]. Tulsa, Oklahoma.
- VERGA, A. (1995). Estudios genéticos en *Prosopis chilensis* y *Prosopis flexuosa* (Mimosaceae) en el Chaco árido argentino. *Göttingen Research Notes in Forest Genetics*. Göttingen. 79 pp.
- VERGA, A. (2000a). Algarrobos como especies para forestación: una estrategia de mejoramiento *SAGPyA Forestal* 16: 12-19.
- VERGA, A. (2000 b). Algarrobos como especies para forestación: una estrategia de mejoramiento (2º nota) *SAGPyA Forestal* 17: 2-9.
- VILELA, A.; BRIZUELA, M.; PALACIOS, R. (1996). Influencia del riego sobre el tamaño de las hojas y el crecimiento en la altura y el diámetro de *Prosopis alba*, *P. flexuosa* y *P. alpataco* (Mimosaceae) cultivados bajo invernáculo. *Investigación Agraria y Recursos Forestales* 5 (1):
- ZULOAGA, F.; MORRONE O. (1999). Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina II. Missouri Botanical Garden Press.