

Caracterización morfológica de los algarrobos (*Prosopis sp.*) en las regiones fitogeográficas Chaqueña y Espinal norte de Argentina

Morphological characterization of algarrobo trees (Prosopis sp.) from the fitogeographical regions of Chaco and northern Espinal in Argentina

Verga A.¹; D. López Lauenstein²; C. López³; M. Navall¹, J. Joseau⁴; C. Gómez¹; O. Royo¹; W. Degano⁵ y M. Marcó¹

Recibido en febrero de 2008; aceptado en octubre de 2009

RESUMEN

Fue realizada la clasificación de árboles semilleros muestreados en poblaciones naturales de algarrobo (*Prosopis sp.*) de las regiones fitogeográficas Chaqueña y Espinal Norte por rasgos taxonómicos de hojas y de frutos.

Se lograron clasificar "Grandes grupos" morfológicos que pueden ser asociados a las especies de algarrobo descritas para la región. Sin embargo pueden diferenciarse a este nivel también tres formas distintas de *Prosopis alba*.

De acuerdo con estudios sobre especies afines, se presume que estos grupos morfológicos pueden representar ecotipos o inclusive subespecies de *P. alba*.

Palabras clave: *Prosopis alba*; Morfología; Taxonomía; Subespecies; Parque Chaqueño.

ABSTRACT

Classification of trees sampled from natural population of *Prosopis sp.* of Chaqueña and Espinal Norte regions, using taxonomical traits of leaves and fruits, was made.

Morphological "major groups" related to species of *Prosopis* described for this region were found. However three forms of *Prosopis alba* can be differentiated.

According to studies on related species, it can be assumed that these groups can be morphological ecotypes or even subspecies of *P. Alba*.

Keywords: *Prosopis alba*; Morphology; Taxonomy; Subspecies; Parque Chaqueño.

1. INTRODUCCION

En el marco de proyectos institucionales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba y de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, se realizaron trabajos de exploración, marcación, registro de datos de pasaporte y cosecha de material vegetal de árboles semilleros de algarrobo (*Prosopis sp.*) de la región Chaqueña y Espinal Norte. El principal objetivo de estas actividades fue el de constituir poblaciones base para iniciar programas de mejoramiento y conservación sobre este grupo de especies forestales nativas (Verga *et al.*, 2005).

Estos programas tienen como meta proveer a mediano plazo material de propagación con características deseables para su uso en sistemas de producción adaptados al particular ambiente físico, social y económico de la región chaqueña. Una de las estrategias del programa se basará

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

² IFFIVE-INTA.

³ Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. (4200) Santiago del Estero. Argentina.

⁴ Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba

⁵ Facultad de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Formosa

en la selección de los árboles semilleros mediante pruebas de progenie. La instalación de ensayos de progenies con destino futuro a la producción de semilla se constituirá también en un método de conservación *ex-situ* del recurso.

En este contexto, el presente trabajo consiste en la clasificación morfológica del material obtenido como primer paso en el ordenamiento del recurso genético del algarrobo.

Llamamos **ordenamiento del recurso genético** en Algarrobo al proceso de diferenciación de **unidades de uso y conservación**. A estas unidades las definimos como grupos de individuos que poseen cierta identidad morfológica y genética, coherencia en sentido biológico y mantenimiento de identidad en el proceso evolutivo.

El ordenamiento del recurso es un proceso de aproximaciones sucesivas. No se trata de un estudio teórico que devela algo “escondido” en la naturaleza, sino de una construcción humana, que aprovecha las características propias del recurso para constituir unidades de uso.

Durante el proceso de ordenamiento, las unidades de uso y conservación se definen con un grado de detalle creciente en sucesivas etapas: morfológica, genética, ecofisiológica, adaptativa en sentido amplio (al ambiente físico, biológico y al uso) y evolutiva.

El algarrobo es un complejo sistema de especies taxonómicas entrelazadas entre sí que dan por resultado un sinnúmero de formas que ocupan diversos nichos en más de la mitad del territorio continental argentino, extendiéndose también, virtualmente en un continuo, hacia Paraguay, Bolivia, Chile y Perú. Se muestra prácticamente sin solución de continuidad desde el punto de vista tanto geográfico como morfológico y adaptativo, y desde el punto de vista evolutivo todo el conjunto podría definirse como una unidad a escala continental, de la misma forma que el género *Eucalyptus* en Australia o *Quercus* en Europa (Verga, 1995).

Esta característica del algarrobo dificulta la primera etapa del ordenamiento. Las especies clasificadas por la sistemática clásica representan únicamente grupos “*a priori*” de individuos con características morfológicas comunes fácilmente distinguibles de otros. Es el método de ordenamiento *inicial*.

Considerando entonces estas particulares características del complejo algarrobo, no bastan los métodos taxonómicos basados en la observación subjetiva de descriptores, para comenzar el proceso de ordenamiento. Estudios previos sobre especies afines del género (Verga, 1995; Joseau *et al.*, 2005; Verga y Gregorius, 2007) han demostrado que la caracterización morfológica, mediante taxonomía numérica, basada en rasgos de hoja y fruto, permite obtener grupos de individuos con características genéticas comunes en un grado de detalle mucho mayor que el alcanzado mediante la sistemática clásica. A determinado grado de diferenciación morfológica se ha observado que pueden separarse grupos, que por sus distancias genéticas obtenidas con marcadores moleculares, alcanzan niveles entre ecotipos y sub-especies, por lo cual este método de análisis se presenta suficientemente confiable a la vez de práctico por su bajo costo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En la Tabla 1 se muestra el número de individuos marcados en sucesivas campañas de cosecha realizadas entre los años 2001 y 2007. De gran parte de los individuos marcados se tomaron muestras de hojas y frutos para herborizar, se localizó a cada individuo cosechado mediante un posicionador geográfico (GPS). Se efectuaron mediciones sobre el árbol y el sitio, siguiendo la metodología y planillas de cosecha del Banco Nacional de Germoplasma de Prosopis (BNGP) de la FCA-UNC (Karlin *et al.*, 2005). En muchos casos se tomaron fotografías de cada individuo.

La información acumulada sobre este material, si bien es algo fragmentaria, puede considerarse sin precedentes para una especie forestal nativa en nuestro país y es el fruto del esfuerzo sostenido de varios equipos de trabajo.

Tabla 1. Composición del material base de estudio. La clasificación indicada corresponde a la realizada a campo, salvo para *Prosopis chilensis*, *P. flexuosa* e híbridos entre estas dos especies, que fueron determinados mediante taxonomía numérica y marcadores isoenzimáticos según los métodos descritos por Verga, (1995).

Clasificación	Nro. de árboles semilleros muestreados
<i>Prosopis alba</i>	452
<i>Prosopis nigra</i>	194
<i>Prosopis chilensis</i>	73
<i>Prosopis flexuosa</i>	68
<i>Prosopis hassleri</i>	44
<i>Prosopis chilensis x Prosopis flexuosa</i>	21
Otros híbridos	24
Sin identificar	121
TOTAL	997

En la Figura 1 se presenta la distribución geográfica de los árboles semilleros marcados. Corresponden a las regiones fitogeográficas del Chaco árido y parte del Monte (*Prosopis chilensis*, *P. flexuosa* e híbridos interespecíficos), Chaco semiárido y subhúmedo, Espinal Norte y Pampeana (*P. alba*, *P. nigra* y *P. hassleri*, e híbridos interespecíficos).

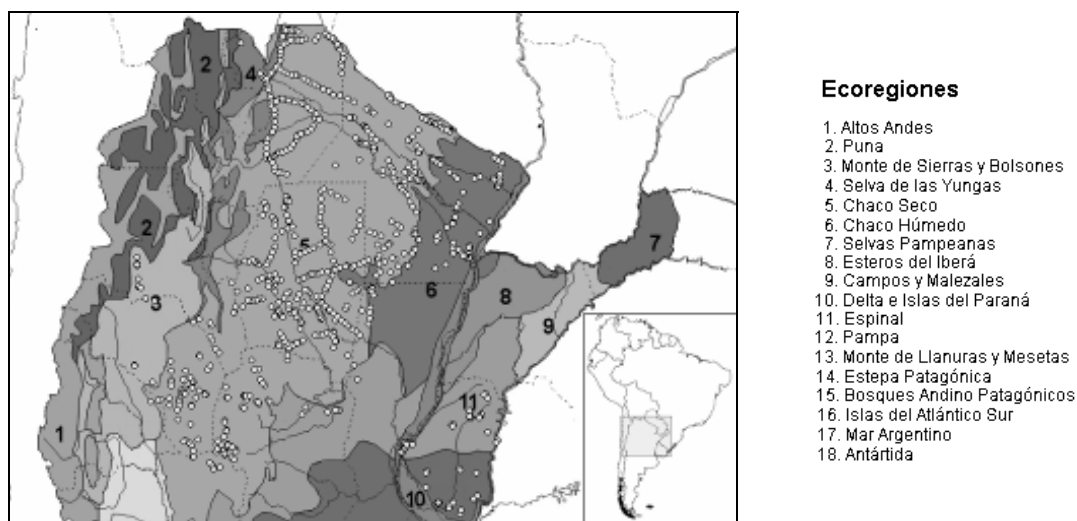


Figura 1. Distribución geográfica de los árboles semilleros marcados. Cada círculo representa un único árbol o un grupo de árboles.

Para realizar la clasificación se ha tomado como unidad taxonómica operativa (OTU en su sigla de habla inglesa) al individuo. Cada individuo fue evaluado mediante la medición de 22 caracteres de hoja y fruto (para detalles ver Anexo I), en algunos casos con cinco y en otros con diez repeticiones.

A partir de una tabla de medias por individuo para cada carácter se obtuvo una matriz de distancias euclídeas mediante el análisis de conglomerados del programa InfoStat (2007) con estandarización previa de los datos. Mediante el método UPGMA (Unweighted pair-group method, arithmetic average) del módulo SAHN CLUSTERING del programa NTSyS (1997) se construyó un dendrograma conteniendo la totalidad de los árboles analizados.

Los grupos morfológicos se formaron determinando un valor umbral de distancia euclídea, considerando integrantes de cada grupo aquellos individuos que se diferencian entre sí por debajo de un umbral establecido (Distancia Euclídea < 5). La bondad del agrupamiento se analizó mediante el método “Análisis Discriminante” del paquete de “Análisis Multivariado” del programa InfoStat (2007).

Se construyó un dendrograma resumen a partir de una nueva matriz de distancias utilizando como criterio de agrupamiento de los datos la pertenencia de cada individuo al grupo establecido previamente, mediante los mismos métodos indicados más arriba.

Por otro lado, a fin de ilustrar sobre las características morfológicas de los grupos formados, se establecieron “Árboles Tipo”, incluyendo en la construcción de una nueva matriz de distancias euclídeas un individuo “virtual” por cada grupo, cuyos valores para cada carácter fueron iguales a los valores medios para cada grupo en cuestión. Una vez obtenida la matriz de distancias, se identificó un individuo por grupo (“árbol tipo” del grupo), utilizando como criterio de selección la menor distancia euclídea con el individuo “virtual” del grupo.

Buena parte de la totalidad de los árboles estudiados puede agruparse según el dendrograma de la Figura 2. Los “grandes grupos morfológicos” formados se presentan con la denominación de la especie más afín a la morfología de cada grupo. Un análisis más detallado de cada gran grupo permite su diferenciación en grupos más reducidos, como así también, en la clasificación general de los árboles individuales, existen otros grupos menores de características intermedias entre la morfología de los “grandes grupos” que aquí se presentan.

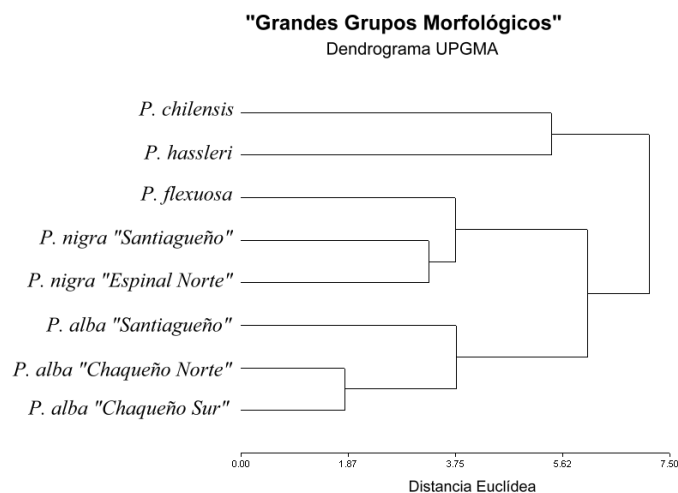


Figura 2. Dendrograma UPGMA que relaciona la morfología de 8 grandes grupos de individuos de la región Chaqueña y Espinal Norte. Cada gran grupo se identifica mediante el nombre de la especie taxonómica de morfología más afín al grupo.

Debido a que este trabajo busca un ordenamiento del recurso genético a nivel regional, basamos el análisis en grupos cuyas diferencias morfológicas se encuentran a nivel de especies o subespecies.

En los casos de *Prosopis chilensis*, *P. flexuosa* y *P. hassleri*, la diferenciación a nivel de estos “grandes grupos” morfológicos se hace sencilla, utilizando las características particulares de cada especie, siguiendo las claves tradicionales. Para el caso de los dos grupos de *P. nigra*, por tratarse de ambientes muy disímiles, especialmente considerando la Provincia de Entre Ríos, donde está presente otra especie estrechamente emparentada, *P. affinis*, de foliólulos y frutos mucho más pequeños y que tiene una evidente influencia en la morfología del grupo aquí denominado como *P. nigra* “Espinal Norte”; la diferenciación con el grupo “Santiagoño” se hace sencilla y alcanza también prácticamente el nivel de especie. Por el contrario, los tres grupos hallados en *P. alba*, si bien ya intuidos por observaciones a campo por algunos investigadores (Mauricio Ewens, comunicación personal), constituyen una novedad. Debido a esto en el presente trabajo se dará especial atención a las características morfológicas y de distribución geográfica de estos tres grupos.

Programas utilizados: NTSys. 1986-1997. Versión 2.01e. Applied Biostatistics Inc. InfoStat Versión 2007p. (www.infostat.com.ar)

3. RESULTADOS

En la Figura 3 se muestra la distribución de los puntos que representan cada uno de los árboles de *Prosopis alba* en los dos ejes canónicos resultantes del análisis discriminante y a continuación, en la Tabla 2, la tabla de clasificación cruzada.

En ambos casos queda demostrada una significativa diferencia entre estos tres grupos respecto de los caracteres morfológicos analizados.

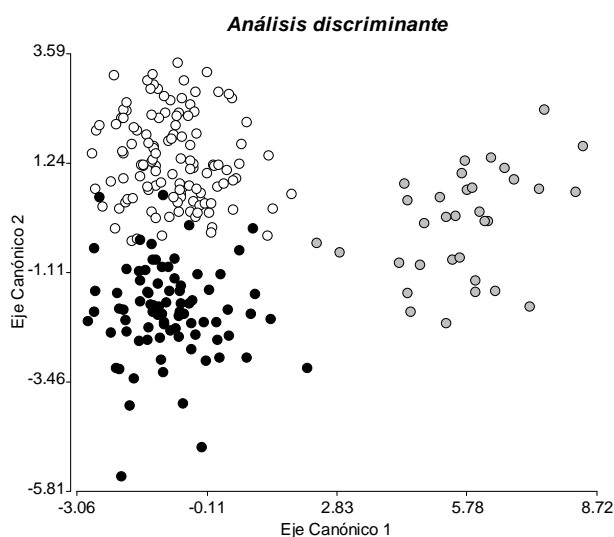


Figura 3. Distribución de los puntos que representan cada árbol de los tres grupos morfológicos de *Prosopis alba* en función de los dos ejes canónicos. Puntos negros: *P. alba* “Santiagoño”, Puntos Blancos: *P. alba* “Chaqueño Norte”, Puntos grises: *P. alba* “Chaqueño Sur”.

Tabla 2. Tabla de clasificación cruzada. En función de los parámetros hallados para cada grupo diferenciado mediante el análisis de conglomerados se reclasifica cada árbol. La tasa de error total de 2.92 se considera muy baja, por lo que los grupos son significativamente diferentes entre sí.

Grupo	(1)	(2)	(3)	Total	Error (%)
(1) P. alba “Santiagoño”	79	4	0	83	4.82
(2) P. alba “Chaqueño norte”	3	121	0	124	2.42
(3) P. alba “Chaqueño Sur”	0	0	33	33	0
Total	82	125	33	240	2.92

En la Figura 4 se presentan hojas y frutos de los “árboles tipo” hallados para los tres grupos morfológicos diferenciados de *Prosopis alba* y la posición geográfica de los árboles muestreados correspondientes a cada grupo (Puntos claros) respecto del total de individuos de *P. alba* identificados (Puntos negros).

A modo de clave se presenta la Tabla 3 donde se indican las medias, valores máximos y mínimos por grupo morfológico para cada carácter analizado.

Tabla 3. Medias, valores mínimos y máximos de los caracteres morfológicos estudiados correspondientes a cada grupo morfológico de *P. alba*. Letras iguales corresponden a diferencias no significativas entre grupos morfológicos. (Para el significado de las abreviaturas ver Anexo I).

Variable	P. alba “Santiagoño”			P. alba Chaqueño “Norte”			P. alba Chaqueño “Sur”		
	Media	Mín	Máx	Media	Mín	Máx	Media	Mín	Máx
LPE	31.57 A	15.6	48.4	24.59 B	11.4	41	26.81 B	14.8	51.6
NPI	2.07 A	1.2	3.1	2.39 B	1.6	3.8	2.66 C	2	3.6
LPI	95.83 A	70.6	125.22	83.95 B	58.4	117.4	90.93 A	61.2	115.2
NFOL	31.72 A	22.2	44.3	36.5 B	25.2	49.5	37.85 B	31.4	51.4
DIFOL	3.09 A	2.21	4.37	2.34 B	1.8	3.3	2.43 B	1.84	3.09
LFOL	0.94 A	0.67	1.24	0.65 B	0.46	0.93	0.69 B	0.47	1.04
AFOL	0.16 A	0.11	0.2	0.14 B	0.1	0.19	0.12 C	0.09	0.17
L-AFOL	5.97 A	4.05	7.45	4.72 B	3.61	6.2	5.85 A	4.88	7.67
FALC	0.95 A	0.92	0.97	0.95 B	0.91	0.97	0.97 C	0.96	0.99
ARFOL	0.13 A	0.06	0.21	0.08 B	0.04	0.15	0.08 B	0.04	0.16
AP-TOT	0.17 A	0.15	0.19	0.18 B	0.16	0.2	0.2 C	0.18	0.22
APICE	0.81 A	0.76	0.86	0.81 A	0.75	0.87	0.92 B	0.84	0.99
LFR	171. AB	100	242	167 A	72	234	180 B	129	245
AFR	13.92 A	10.12	18.93	13.21 B	9.46	17.36	13.74 AB	10.63	18.33
GFR	4.6 A	3.2	6.1	4.52 A	3.2	6.44	4.46 A	3.2	5.53
A-GFR	3.08 A	1.96	4.3	2.99 A	1.64	4.1	3.13 A	2.18	4.25
FFR	2.29 A	1	3	2.23 AB	1.2	3	2.09 B	2	3
CFR	1.48 A	1	3	1.49 A	1	3.2	2.09 B	1	3
BFR	1.55 A	1	2	1.68 A	1	3	1.3 B	1	2

Prosopis alba “Santiagoño”*Prosopis alba* “Chaqueño Norte”*Prosopis alba* “Chaqueño Sur”

Figura 4. Imágenes de hojas y frutos y posición de los individuos para los tres grupos morfológicos diferenciados de *Prosopis alba*.

Se puede observar en la Tabla 3 y en la Figura 4 que las diferencias morfológicas más importantes se dan entre los algarrobos blancos chaqueños y santiagueños, especialmente a nivel de hoja. El santiagueño es de hojas mayores, con mayor largo y ancho de foliólulo, mayor longitud de pecíolo y de pina y mayor distancia entre foliólulos. Tiene un menor número de foliólulos por pina y son raras las hojas con tres pares de pinas. También se diferencian en cuanto a la forma del foliólulo. El santiagueño es más delgado y de ápice más aguzado que el chaqueño. Entre los dos tipos de algarrobo blanco chaqueño la diferenciación es significativamente menor.

4. DISCUSIÓN

La clasificación morfológica de los algarrobos a nivel regional permite diferenciar grandes grupos que pueden ser asociados a especies taxonómicas. Manteniendo esta escala, se observa sin embargo que individuos que responden a las características taxonómicas de la especie *Prosopis alba* puede ser subdividido en tres grandes grupos morfológicos que se diferencian significativamente por un número importante de caracteres de hoja y fruto y a un nivel equivalente al encontrado entre otras especies taxonómicas del género.

Los análisis realizados sobre estos grupos para confirmar la bondad de la clasificación alcanzada, indican que sus diferencias morfológicas son de importancia. Mediante una clave adecuada podrían ser diferenciados sus individuos inclusive utilizando únicamente caracteres de hoja, especialmente entre *Prosopis alba* “Santiagoño” y ambos “Chaqueños”.

Como se indica en la introducción, las diferencias morfológicas en este grupo de especies están normalmente relacionadas con diferenciación genética. Si bien habrá que comprobarlo en estudios genéticos futuros, se puede afirmar que, en general, el grado de diferenciación genética hallado entre grupos morfológicos de estas características implica que pueden ser considerados como unidades con cierta independencia evolutiva.

De confirmarse esta conclusión tendrá incidencia en las estrategias, tanto de mejoramiento para el uso de estos recursos como para su conservación.

El patrón de diferenciación entre estos grupos no escapa a lo ya observado entre otros grupos del género (Verga, 1995; Joseau *et al.*, 2005): Las diferencias morfológicas no son netas, los ambientes donde se distribuyen se superponen en algunas áreas y existen zonas donde aparecen como simpátricos (con seguridad en el SE Salteño y áreas limítrofes entre las provincias de Chaco y Santiago del Estero). La diferenciación entre los grupos aparece entonces con características continuas, donde tanto la morfología de los individuos, como las condiciones ambientales que ocupan, presentan en buena parte toda una gama de formas intermedias que “conectan” a los grupos en cuestión. Sin embargo los “núcleos” de cada grupo son perfectamente diferenciables entre sí y poseen características propias.

Las características topográficas del Parque Chaqueño Semiárido y Subhúmedo que pueden asociarse a una gran llanura, contribuyen a que este patrón de diferenciación “continua” se manifieste con más fuerza aún que lo observado en el Chaco árido. Allí existe una localización más neta de los ambientes por la influencia de las sierras. En esta región se observa una distribución de *Prosopis chilensis* asociada al pedemonte, donde existen aportes extra de agua por escorrentía y subsuperficial, mientras que *P. flexuosa* ocupa las llanuras. En cambio, en el área de distribución de *P. alba* las diferencias ambientales son más sutiles, continuas y dispersas geográficamente.

5. CONCLUSIONES

El presente trabajo debe considerarse como una primera aproximación a la clasificación de los algarrobos a nivel regional, especialmente referida a *P. alba*. La comprobación de la existencia de grupos diferenciados de *P. alba* desde el punto de vista morfológico, que ocupan ambientes distintos permite ahora iniciar una caracterización más detallada de esos ambientes en función de la distribución de cada grupo morfológico, como así también su análisis genético, con las herramientas de la genética de poblaciones y la biología molecular, a fin de ir determinando si se corresponden con distintas unidades evolutivas adaptadas diferencialmente a los ambientes en que se encuentran, siguiendo los pasos para la identificación de unidades de uso y conservación.

En esta primera etapa queda probado entonces que existen por lo menos dos formas morfológicas de *Prosopis alba* en la región chaqueña que se diferencian con cierta facilidad y que se distribuyen de tal modo que sus “núcleos” ocupan áreas con ambientes diferenciales.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen expresamente la participación del personal técnico y de apoyo de las unidades del INTA: IFFIVE, EEA Santiago del Estero, EEA Roque Sáenz Peña, EEA Concordia, EEA Colonia Benítez, EEA Yuto, EEA Catamarca, EEA La Rioja, Estación Forestal INTA Presidencia de la Plaza, Estación Forestal INTA Villa Dolores, AER Moscón; de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNSE, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNC, de la Universidad Católica de Santiago del Estero, de la Universidad Nacional de Formosa y de la Dirección de Bosques de la Provincia de Formosa, que colaboraron en las tareas de selección de árboles y recolección de material de herbario y propagación.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Joseau, J.; A. Verga; M. Díaz. 2005. “Los Recursos Genéticos de *Prosopis*”. IDIA XXI, Año V, N° 8, Julio de 2005. 207-211.
- Joseau, M. J.; A. Verga; M. del P. Díaz y N. Julio. 2006. “Caracterización morfológica y genética de poblaciones del género *Prosopis* del Chaco semiárido del Norte de Córdoba y Sur de Santiago del Estero”. Tema III. Desarrollo Forestal Zonas Áridas y Semiáridas. II Congreso Latinoamericano IUFRO. 23 al 27 de Octubre de 2006. La Serena, Chile. En CD. Desarrollo Edición: Carlos A. Norberto. SAGPyA-BIRF. 2005.
- Karlin U. O.; R. Coirini y R. Zapata. 2005. “Recolección de germoplasma. Conservación de recursos forestales nativos en Argentina”. En: El Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis*.
- Verga, A. 1995. “Genetische Untersuchungen an *Prosopis chilensis* und *P. flexuosa* (Mimosaceae) im trockenen Chaco Argentiniens”. Göttingen Research Notes in Forest Genetics. Abteilung für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Universität Göttingen ISSN 0940-7103, Nro. 19, 96 pp.
- Verga, A. 2005. “La hibridación: Proceso clave para la evolución de complejos de especies y determinantes para implementar estrategias de uso y conservación”. BAG, Basic and Applied Genetics. Revista de la Sociedad Argentina de Genética. ISSN BAG 1666-0390. Actas del XXXIV Congreso Argentino de Genética. Septiembre de 2005.
- Verga, A.; A. Córdoba; M. Montura; D. López Lauenstein; M. Melchiorre; J. Joseau; C. Carranza; M. Ledesma; D. Recalde; L. Tomalino; S. Mendoza y R. Vega. 2005. “El Proyecto Algarrobo del INTA”, IDIA XXI, Año V, N° 8, Julio de 2005. 201-206.

Verga, A. y H. R. Gregorius. 2007. "Comparing morphological with genetic distances between populations: A new method and its application to the *Prosopis chilensis* – *P. flexuosa* complex". *Silvae Genetica*, 2007, 56(2), 45-51.

ANEXO I

Para la caracterización morfológica se toman por árbol 10 hojas totalmente expandidas y sanas y 5 frutos, en lo posible totalmente maduros, sanos y enteros. En ambos casos se buscará representar en la muestra la variación que se observa tanto entre las hojas como entre los frutos en el árbol.

Caracteres morfológicos utilizados para taxonomía numérica

1	LPE	Largo de pecíolo (mm)
2	NPI	Número de pares de pinas
3	LPI	Largo de la pina (mm)
4	NFOL	Número de pares de foliólulos
5	DIFOL	Distancia entre foliólulos en la pina (mm)
6	LFOL*	Largo del foliólulo (mm)
7	AFOL*	Ancho del foliólulo (mm)
8	L-AFOL*	Relación Largo/Ancho del foliólulo
9	FALC*	Falcado (Relación entre la distancia desde el ápice hasta la base del foliólulo y la longitud de una línea que pasa por el centro del foliólulo)
10	ARFOL*	Área del foliólulo (cm ²)
11	AP-TOT*	Relación entre la superficie del tercio superior del foliólulo respecto del área total del foliólulo
12	APICE*	Relación entre el área del tercio superior del foliólulo respecto de un rectángulo que lo inscribe
13	ARTOT	Área total de la hoja (cm ²), calculada según $ARTOT = ARFOL \times 2 \times NFOL \times 2 \times NPI$
14	L-DIFOL	Relación largo del foliólulo respecto de la distancia entre foliólulos en la pina
15	DIFOL-A	Relación de la distancia entre foliólulos en la pina respecto del ancho del foliólulo
16	LFR	Largo del fruto (cm)
17	AFR	Ancho del fruto (mm)
18	GFR	Grosor del fruto (mm)
19	A-GFR	Relación ancho/grosor de fruto
20	FFR	Forma del fruto (Clases: 1- Recto, 2- Falcado, 3- Espiralado)
21	CFR	Color del fruto (Clases: 1- Amarillo, 2- Amarillo con manchas aisladas oscuras, 3- Prepondera el oscuro sobre pocas manchas amarillas, 4- Oscuro)
22	BFR	Forma del borde del fruto (Clases 1 Liso, 2- Con estrangulaciones, 3- Arrosariado)

(*) Caracteres medidos mediante el programa "Hoja" de distribución gratuita (solicitarlo a anibal.r.verga@gmail.com)

Se debe tener el cuidado de que el largo de la pina y el número de foliólulos por pina correspondan a la misma pina y que el ancho y el largo de foliólulo correspondan al mismo foliólulo y pertenezcan a la pina medida.

Largo del fruto: Para medir el largo del fruto se usa un cable. Luego de extenderlo sobre el fruto, se coloca sobre una regla y se obtiene el valor que corresponde.

Ancho de fruto: Se mide sobre la región media del fruto y sobre la parte más ancha del artejo. Con calibre digital.

Grosor de fruto: Se miden sobre un artejo central que tenga semilla. Con calibre digital.

Color de fruto (clases): 1: Amarillo uniforme; 2: Fondo amarillo con bordes violetas y con algunas manchas violetas, 3: Prepondera el violeta o negro sobre el amarillo que aparece, o como un fondo muy tapado o como manchas y 4: Totalmente oscura, sin amarillo.

Forma del fruto (clases): 1. Recto (realmente derecho); 2: falcado (con forma de un arco); 3: espiralado (torsionado en dos dimensiones o formando un círculo casi completo).

Borde del fruto (clases): 1. Borde recto (sin estrangulaciones); 2: Aparecen algunas estrangulaciones, pero la mayor parte del borde es recto; 3) Estrangulado en todos los artejos; 4) Arrosariado (las estrangulaciones son mucho más estrechas que los artejos).

Se incluye como carácter la relación ancho/grosor del fruto (tener cuidado de medir ambos caracteres sobre el mismo fruto y en el mismo sitio (artejo central lleno)).

