



ESTUDIO DE LA VARIACIÓN MORFOLÓGICA EN TRES PROCEDENCIAS DE *PROSOPIS FLEXUOSA* Y SU MANIFESTACIÓN EN CULTIVO BAJO CONDICIONES UNIFORMES

STUDY OF THE MORPHOLOGICAL VARIATION IN THREE PROCEDENCES OF PROSOPIS FLEXUOSA, AND ITS MANIFESTATION IN CULTURE UNDER UNIFORM CONDITIONS

M.M. BRIZUELA, A.D. BURGHARDT, D.TANONI Y R.A. PALACIOS

Laboratorio de Plantas Vasculares, Departamento Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. *Consejo Nac. de Investigaciones Científicas y Técnicas. Lab. 11. 4° piso. Pab. II. Ciudad Universitaria Buenos Aires. República Argentina.
e-mail brizuela@bg.fcen.uba.ar

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó una comparación de tres procedencias de *Prosopis flexuosa*. Las mismas fueron coleccionadas en las provincias de Mendoza, Catamarca y San Juan. Se analizaron las características fenotípicas del material de herbario. Con las variables estudiadas se realizaron análisis numéricos concluyendo que existe una clara variación intraespecífica. Luego se realizó un ensayo, bajo condiciones uniformes, de las tres procedencias para ver si dichas variaciones se debían a una respuesta a las condiciones ambientales o a una componente genética.

De todo lo analizado se puede concluir que las diferencias se deben a una diferenciación en la composición genética y la procedencia de Mendoza se encuentra evidentemente alejada de las otras dos.

Palabras clave: algarrobo dulce, ensayo, características fenotípicas, exomorfología, Mendoza, Catamarca, San Juan

SUMMARY

In this paper, we carried out a comparison of three provenances of Prosopis flexuosa. Collections were made in the provinces of Mendoza, Catamarca and San Juan. Phenotypic characteristics of the herbarium material were analyzed and numerical analysis were carried out. These analysis allowed to conclude that there is a clear intraspecific variation.

Afterwards, we conducted a trial test under uniform conditions with individuals coming from the three provinces. We wanted to find out if the intraspecific

variation was caused by environmental conditions or an inheritable component.

The results indicate that differences would be due to genetic variation. The accession from Mendoza shows the greatest differences in the group analyzed.

Key words: mesquite, trial, characteristic phenotypics, exomorphologic, Mendoza, Catamarca and San Juan

INTRODUCCIÓN

El área de distribución de *Prosopis flexuosa* abarca varias provincias fitogeográficas, entre ellas, la del Monte. Las formas de vida pueden ser tanto arbóreas como arbustivas (Roig, 1987). Esta especie constituye un recurso multipropósito importante por su utilización en el mejoramiento de la vida rural así como un elemento estabilizador de áreas alteradas. Su inclusión en sistemas agroforestales y silvopastoriles favorece la conservación del ambiente y la diversificación de actividades productivas reduciendo el riesgo de pérdidas económicas (Vilela *et al.*, 1997). Es una de las seis especies consideradas interesantes por su potencial agroforestal en regiones áridas y semiáridas (FAO, 1987).

En Chile la especie presenta una clara variación intraespecífica evidenciada por el análisis de características morfológicas y bioquímicas (Zallocchi *et al.*, 1990). Su hábitat y requerimiento ecológico en ese país ya fue bien descrito por Habit (1985) y Peralta y Serra (1987).

Los estudios de procedencias son de fundamental importancia cuando se quie-

re seleccionar germoplasma para la preservación de un recurso y su inclusión como parte integrante de sistemas agroforestales y silvopascícolas.

El objetivo de este trabajo es estudiar la variación intraespecífica, analizando individuos de tres procedencias diferentes de *P. flexuosa* y verificar si las diferencias son producto de una respuesta al ambiente o si existe diferenciación genética entre las poblaciones ya sean arbustivas o arbóreas.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizaron tres viajes de recolección entre los años 1995 al 1998.

Se herborizaron los individuos de cada población y se depositaron en el herbario BAFC (Holmgren *et al.*, 1990).

Las poblaciones muestradas corresponden a las siguientes localidades:

Mendoza: Dep. Las Heras. Camino de Barreal a Uspallata, sobre ruta 40, aproximadamente 5 km. al norte de Uspallata; R. A. Palacios 2599, 2600, 2601, 2602, 2603.

Catamarca: Dep. Tinogasta. Fiambalá a Chaschuil. Huanchin, Loro Huasi margen norte del río Chaschuil, en proximidades de la Casa de Vialidad, 2082 msm; R. A. Palacios 2695, 2696, 2698, 2699. El Algarrobal R. A. Palacios 2700

San Juan: Dep. Jáchal. San José de Jáchal R. A. Palacios 2851, 2852, 2853, 2854.

Se realizaron estudios exomorfológicos en cada uno de los especímenes coleccionados.

Se midieron las siguientes características morfológicas de acuerdo a Palacios *et al.* 1988: longitud y grosor de la espina (cm), longitud total de la hoja (cm), longitud del pecíolo (cm), número de pares de pinnas primarias, longitud y latitud de la pinna (cm), número de pares de folíolos, distancia entre folíolos (mm), longitud y latitud del folíolo (mm) (Figura 1), longitud y latitud del fruto (cm), y espesor del fruto (mm) y longitud del apéndice apical del fruto (mm).

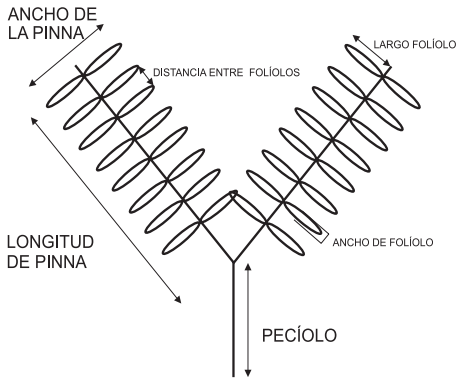


Figura 1. Esquema de una hoja bipinnada indicando los caracteres cuantitativos analizados
Figure 1. Scheme of a leaf bipinnate showing the analyzed quantitative characters

Los caracteres se midieron para cada individuo con diez repeticiones.

También se tomaron las siguientes medidas de las semillas: longitud y latitud de semilla (mm), diámetro de la línea fisural (mm), abertura de la línea fisural (mm), distancia entre la línea fisural y el extremo calazal (mm), y espesor de la semilla (mm). Para medir el espesor de la semilla se usó un Vernier Caliper (Figura 2).

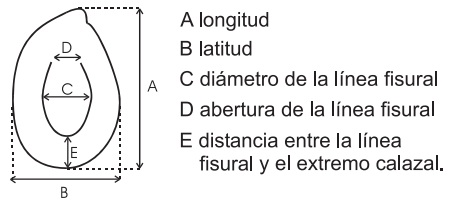


Figura 2. Perfil semiesquemático de una semilla
Figure 2. Profile semischematic of a seed

Las mediciones de caracteres de semilla se realizaron con un microscopio estereoscópico provisto de un ocular graduado, habiéndose realizado 30 repeticiones por individuo.

Fueron calculados los valores medios de todos los caracteres para todos los individuos en cada población, los cuales constituyeron la base sobre la cual se aplicó el Método de agrupamiento de medias no ponderadas (UPGMA) (Sneath y Sokal, 1973). Se pusieron a germinar semillas provenientes de los individuos coleccionados en cajas de Petri con algodón humedecido y sobre papel de filtro en estufa de germinación, previa escarificación mecánica. A los tres días de producida la emergencia se transplantaron a macetas individuales, las cuales fueron colocadas siguiendo un diseño completamente aleatorizado, en invernáculo bajo condiciones uniformes de luminosidad, fotoperíodo, temperatura y disponibilidad hídrica.

Finalmente se tomaron los datos de 25 plántulas en el momento en el que la cuarta hoja estuvo completamente expandida y se midieron las siguientes variables cuantitativas (en mm): en los cotiledones: largo y ancho. En las hojas pinnadas: largo del pecíolo, longitud y

latitud de la lámina, número de pares de folíolos, distancia entre folíolos, longitud y latitud del folíolo. En las hojas bipinnadas: longitud del pecíolo, longitud y latitud de la pinna primaria, n° pares folíolos, distancia entre folíolos, longitud y latitud del folíolo. Se midió la longitud de los tres primeros entrenudos.

Las variables cualitativas fueron: forma del folíolo, ápice y base (tanto en hojas pinnadas como en bipinnadas).

Con el objetivo de obtener caracteres que reflejen la forma, independientemente de los valores absolutos, se definieron las siguientes relaciones entre variables: relación longitud/latitud del cotiledón; relación longitud/latitud de la lámina en hojas pinnadas; relación longitud/latitud de la pinna en hojas bipinnadas; longitud/latitud de los folíolos y latitud/distancia entre folíolos tanto en las hojas pinnadas como en las bipinnadas.

Fueron calculados los valores medios de todos los caracteres de plántulas de cada población (las modas son utilizadas para caracteres cualitativos cuyos estados fueron codificados numéricamente). Sobre esta base se aplicó el Método de agrupamiento de medias no ponderadas (UPGMA) (Sneath y Sokal, 1973).

RESULTADOS

Los resultados de las distintas mediciones son presentados en la Tabla 1 (Individuos adultos colectados en poblaciones naturales) y Tabla 2 (plántulas).

El resultado de la aplicación del Análisis de Agrupamientos para los datos morfológicos de los individuos provenientes de cada población se señala en la Figura 3a y el obtenido a partir de los datos de plántulas desarrolladas en jardín uniforme, en la Figura 3b.

Se puede observar la congruencia en la estructura taxonómica generada debi-

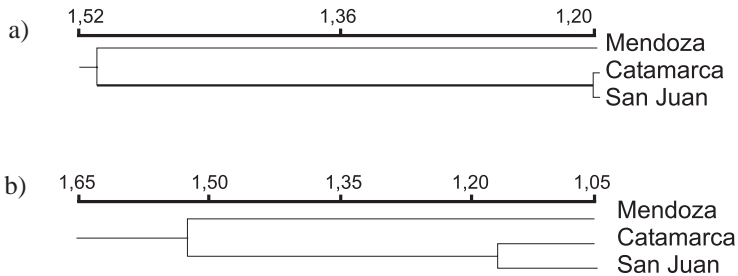


Figura 3. Análisis de Agrupamientos, Método de Medias no Ponderadas (UPGMA) basado en matrices de Distancias Taxonómicas Promedio calculadas a partir de:

- a) Datos de plantas madres
- b) Datos de plántulas desarrolladas en jardín uniforme

Figure 3. Phenogram resulting of an UPGMA applied to Taxonomic Distance Matrix calculated on the base of:

- a) Data of plants collected on the field
- b) Data of offspring in greenhouse

do a que en ambos estudios, el de las plantas madres y su F1, los análisis de agrupamiento muestran una estrecha similitud entre las procedencias de Catamarca y San Juan, mientras que la de Mendoza se separa claramente.

DISCUSIÓN

Los resultados indican una estrecha similitud morfológica entre los individuos procedentes de Catamarca y San Juan, mientras que la procedencia de Mendoza se separa de ellas netamente. Las caracte-

terísticas que diferencian a esta procedencia son longitud de las espinas, longitud total de la hoja, longitud del pecíolo, longitud de la pinna primaria, longitud del folíolo, longitud del fruto y longitud del ápice del fruto (Tabla 1).

Es necesario señalar que en estudios previos Cony (1996) ha podido demostrar que existen variaciones asociadas a áreas geográficas y que las mismas son heredables, lo cual resulta particularmente favorable para planes de mejoramiento, mediante selección (Cony, 1996).

Tabla 1. Promedios y desviaciones standard de los datos morfológicos de los individuos de las tres procedencias

Table 1. Means and standard deviations of the morphological data of the individuals of each provenances

	MENDOZA		CATAMARCA		SAN JUAN	
	Media	Desv.Std.	Media	Desv.Std.	Media	Desv.Std.
long. espina (cm)	5,352	1,227709	1,385	1,435426	1,512	0,362381
grosor espina(mm)	2,4656	0,490650	0,757142	0,060609	1,9782	0,422725
long tot.de hoja(cm)	4,972	0,666123	14,652	1,434980	14,558	1,689931
long peciolo (cm)	1,4825	0,376256	4,014	0,512474	3,89	0,483166
N°de pares de pinna 1°	1	0	1	0	1	0
long pinna 1° (cm)	3,996	0,705641	11,32666	1,024418	18,292	18,60755
ancho de pinna 1° (cm)	1,48	0,167481	2,886666	0,255799	2,271333	0,606115
N°de pares de pinna 2°	11,67777	1,369802	14,62	1,269645	26,02	18,75785
dist. entre pinna 2° (mm)	2,898	1,546777	8,36	1,500999	5,5	0,441588
Long. pinna 2° (cm)	0,76	0,050990	1,52	0,104243	1,136888	0,283859
ancho de pinna 2° (mm)	1,13	0,216794	1,986	0,414704	1,410444	0,179554
N° de pares de pinnas	1	0	1	0	1,2	0,234520
long fruto (cm)	7,490444	1,914442	11,5955	2,750104	11,7695	1,805305
ancho fruto (cm)	0,88	0,113578	1,005555	0,056655	1,023666	0,205163
grosor fruto (mm)	4,7664	0,774994	6,556955	0,628847	3,413771	27,64455
long tip (mm)	1,831333	1,886401	5,091666	2,626414	5,776666	1,550340
long. de semilla (mm)	5,979798	0,479923	6,292813	0,175532	5,969270	0,408621
latitud de semilla (mm)	4,248145	0,497485	4,884376	0,048393	4,655729	0,386626
diám. línea fisural (mm)	1,854865	0,341454	2,068223	0,189356	1,902083	0,228401
Abertura l. fisural (mm)	0,962419	0,154342	0,749131	0,295076	0,538020	0,432371
dist.l.fisural-basal (mm)	1,514260	0,140255	1,361311	0,254193	1,678645	0,257404
espesor semilla (mm)	2,190326	0,245646	2,453464	0,158497	2,064333	0,245826

Tabla 2. Promedios y desviaciones standard de los datos morfológicos: Mediciones en plántulas desarrolladas en jardín uniforme
 Table 2. Means and standard deviations of morphological data: Measures were made in seedlings growing in greenhouse

	Mendoza		San Juan		Catamarca		
	Media	Desv.Std.	Media	Desv.Std.	Media	Desv.Std	
cotiledones	largo	11,9090909	1,86839747	15,6666667	1,75119007	13,2857143	1,38013112
	ancho	9,5454545	1,29333958	12,1666667	1,83484786	11,9285714	2,12972165
	relac l/a	1,2483799	0,09783825	1,30862471	0,21531498	1,13520408	0,15758694
	pectolo	4,09090909	1,22102788	8,08333333	1,68572437	7,42857143	17,8499033
hoja pinnada 1° hoja	lámina long	16,4545455	2,84125452	20,3333333	3,88158043	22,1428571	4,52506248
	lámina lat	10,1818182	1,66241883	15,8333333	2,40138849	13,1428571	2,26778684
	rel long/lat	1,63008658	0,25214336	1,31006847	0,32703398	1,74668367	0,50763281
	n° pares fol.	6,36363636	0,80903983	5,66666667	1,03279556	6,71428571	1,11269728
	dist e/foliolos	2,72727273	0,75377836	4,41666667	0,49159604	3,28571429	0,56694671
	largo foliolo	5,09090909	0,83120941	8	1,04880885	6,57142857	1,13389342
	ancho foliolo	1,45454545	0,37513634	2,18333333	0,24832774	1,92857143	0,18898224
	relac l/a	3,72222222	1,24523784	3,67261905	0,39269911	3,42857143	0,6074929
	rel anch/dist	0,55627706	0,14547706	0,50277778	0,10228863	0,60068027	0,11525477
	forma foliolo	elíptica		oblongo-elíptico		oblongo-elíptico	
ápice foliolo	obtusos		levemente agudo		levemente agudo		
base foliolo	asimétrica		asimétrica		asimétrica		
bipinnada?	no		si		si		
2° hoja	pectolo	4,94444444	0,8819171	6,33333333	4,0824829	9,71428571	2,28868854
	pinna largo	14,5555556	4,61278417	21,3333333	3,14112506	16,1428571	2,85356919
	pinna ancho	10,5555556	2,65099562	13,6666667	1,96638416	11	2,38047614
	relac l/a	1,53736264	0,97957291	1,59392857	0,4597089	1,48148148	0,29056494
	n° pares fol.	4,38888889	1,21906157	6,41666667	0,49159604	5,92857143	0,83808171
	dist e/foliol	2,72222222	0,90523171	3,08333333	0,20412415	2,21428571	0,48795004
	largo foliolo	6,05555556	1,66666667	6,83333333	0,98319208	5,5	1,19023807
	ancho foliolo	1,35555556	0,41866189	1,96666667	0,08164966	1,35714286	0,37796447
	relac l/a	4,60185185	0,88366521	3,46296296	0,39073635	4,23809524	1,11744228
	rel anch/dist	0,51481481	0,12031338	0,63428571	0,04547557	0,61666667	0,22085692
forma foliolo	elíptica		oblongo-elíptico		oblongo-elíptico		
ápice foliolo	obtusos		levemente agudo		levemente agudo		
base foliolo	asimétrica		asimétrica		asimétrica		

	bipinnada	si	si	si	si	si	si
	pecíolo	5	1,49071198	7,66666667	1,21106014	8,85714286	2,03540098
	pinna largo	11,7	2,79085809	22,5	2,58843582	19,7142857	3,35232684
	pinna ancho	10,2	1,98885785	12,66666667	2,42212028	11,1428571	1,06904497
	relac l/a	1,18166667	0,31473093	1,84553571	0,47583674	1,77222222	0,19340995
	n° pares fol.	5,5	1,26929552	7,666666667	1,03279556	7,92857143	1,2392394
	dist e/foliolos	2,15	0,47434165	2,75	0,52440442	2	0,57735027
	largo foliolo	5,1	0,99442893	6,33333333	1,21106014	5,57142857	0,53452248
	ancho foliolo	1,22	0,34253954	1,71666667	0,24832774	1,52857143	0,37289089
	relac l/a	4,35	1,00138793	3,68518519	0,44536941	3,85714286	1,12393395
	rel anch/dist	0,588	0,19105426	0,63690476	0,11414426	0,73611111	0,16173252
	forma foliolo			oblongo-elíptico		oblongo-elíptico	
	ápice foliolo			levemente agudo		levemente agudo	
	base foliolo			asimétrica		asimétrica	
	bipinnada	si	si	si	si	si	si
	pecíolo	4,5	1,22474487	8,83333333	2,04124145	9,42857143	1,90237946
	pinna largo	13,66666667	1,63299316	21,3333333	3,14112506	21,4285714	2,99205297
	pinna ancho	10,8333333	0,98319208	13,16666667	1,83484786	11,2857143	1,25356634
	relac l/a	1,26363636	0,13493188	1,61194535	0,38303779	2,05833333	0,43748016
	n° pares fol.	5,91666667	0,80104099	9,08333333	3,16885889	8,64285714	1,02933173
	dist e/foliolos	2,3333333	0,51639778	2,75	0,52440442	1,85714286	0,55634864
	largo foliolo	5,41666667	0,49159604	6,58333333	0,91742393	5,71428571	0,75592895
	ancho foliolo	1,45	0,33911165	1,53333333	0,40824829	1,42857143	0,44986771
	relac l/a	3,91666667	1,0941765	4,47222222	0,94526108	4,35714286	1,42863756
	rel anch/dist	0,62777778	0,11385501	0,45143579	0,15904788	0,65782313	0,36235539
	forma foliolo			oblongo-elíptico		oblongo-elíptico	
	ápice foliolo			levemente agudo		levemente agudo	
	base foliolo			asimétrica		asimétrica	
	1° entrenudo	6,63636364	2,33549683	18,3333333	3,66969572	19,4285714	3,64495738
	2° entrenudo	10,6363636	2,73030135	16,1666667	2,31660671	21,8571429	5,63999325
	3° entrenudo	7,1	1,197219	16	2,89827535	18,4285714	4,61364436
	4° entrenudo	7,9	1,366321	16,6	3,36154726	14,75	1,25830574

Cabe acotar que análisis enzimáticos de poblaciones de *P. flexuosa* (Verga, 2000) no aportan diferencias entre las mismas, de tal forma que en esta especie, y en la región chaqueña seca, no sería factible hacer mejoramiento implementando ensayos de procedencias para iniciar selecciones.

La congruencia evidenciada en el presente trabajo, entre la estructura generada a partir de los datos de las plantas coleccionadas en las poblaciones naturales y la que se observó a partir de las plántulas desarrolladas en jardín experimental uniforme, indicaría que la variación morfológica observada en las procedencias analizadas no se debe a una respuesta a las condiciones ambientales sino a variación genética heredable.

Para entender el modelo de variabilidad, y poder posteriormente explotarla consideramos que se deben realizar ensayos que permitan determinar cuál es el material a coleccionar como germoplasma promisorio y poder luego establecer genotipos superiores o con características deseadas para a posteriori utilizarlas en sistemas productivos sustentables.

BIBLIOGRAFÍA

FAO, 1987. Dirección de Recursos Forestales. Dpto. de Montes (Roma, Italia). Investigación sobre la vegetación leñosa y desarrollo forestal en las zonas áridas y semiáridas tropicales de América del Sur. Documento de proyecto Taller IUFRO sobre planificación de la investigación forestal en América latina tropical. Huaraz, Perú, 57 pp.

CONY, M., 1996. Genetic Potential of Prosopis in Argentina for its use in other countries. En Prosopis: Semi-arid fuelwood and forage tree building consensus for the disenfranchised. Center for SemiArid Forest Resources, Texas.

GALERA, F., M. TREVISSON y S. BRUNO, 1992. Prosopis en Argentina: Initial Results on cultivation in greenhouses and orchards and Pod quality for food or feed of five native Prosopis species of Córdoba Province, en Prosopis species. Aspects of their value, research and development. Proceedings of the Prosopis Symposium. University of Durham, UK.

HABIT, M. A., 1985. Estado actual del conocimiento sobre Prosopis tamarugo. Univ. de Tarapacá Corp. Nac. Forestal, Chile .

HOLMGREN, P.K., N. H. HOLMGREN & L. C. BARNETT, 1990. Index Herbariorum. Part I: The Herbaria of the World: 1-693. Regnum Vegetabile. Vol 120. 8 ed. New York Bot. Gard, New York.

PALACIOS, R., C. CARMARÁN, L. IGLESIAS, P. PICCA, S. TORREGROSA y S. GONZÁLEZ, 1988. Taxonomía Numérica (descriptores, en Prosopis en Argentina, Ed UNC-UBA-FAO: 91-96.

PERALTA, M. y M. SERRA, 1987. Caracterización del hábitat natural de las especies del género Prosopis, en las provincias de Huasco y Copiapó III Región, Chile. Documento de Trabajo N°9. Proyecto CONAF-PNUD-FAO.

ROIG, F., 1987. Árboles y arbustos en *Prosopis flexuosa* y *P. alata* (Leguminosae). Parodiána 5 (1); 49-64..

SNEATH, P.H.A. & R.R. SOKAL, 1973. Numerical Taxonomy: The principles and practice of numerical classification. Ed. Freeman. San Francisco.

- VERGA, A., 2000. Algarrobos como especies para forestación: Una estrategia de mejoramiento. Publicación trimestral de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca y Alimentación, N° 16, pág. 12-19.
- VILELA A., M. BRIZUELA y R. PALACIOS, 1997. Utilización de especies nativas argentinas tasas de crecimiento y ramificación en *P. alba*, *P. flexuosa* y *P. alataco*. Revista de Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales. Vol. 5 (1)- 1996.
- ZALLOCCI, E., R. PALACIOS y M. BRIZUELA, 1990. Interpopulational variation in *Prosopis flexuosa* DC from Northern Chile. Bull. IGSM, 18:135-149.

Recibido: 07/2000
Aceptado: 11/2000