

Caracterización morfológica de frutos y semillas de dos accesiones de *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron. y *Caesalpinia paraguariensis* (D. Parodi) Burkart., conservadas en el Banco de Germoplasma de Especies Nativas de la Universidad Nacional de Salta, Argentina

Eugenia Mabel Giamminola* y Marta Leonor de Viana*

*Banco de germoplasma de especies nativas (BGEN), Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH), Universidad Nacional de Salta. Avda Bolivia 5150, 4400, Salta, Argentina.
eugeniagiamminola@yahoo.com.ar

RESUMEN

El estudio de características relacionadas con la adecuación biológica de las especies dentro y entre poblaciones es de importancia para la conservación *in situ* y *ex situ* de la diversidad biológica. El objetivo de este trabajo fue estudiar la variabilidad intra e inter poblacional en dos poblaciones de dos especies arbóreas nativas que se conservan en el BGEN (UNSa): *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron. y *Caesalpinia paraguariensis* (D. Parodi) Burkart.. Se analizó el peso de frutos y semillas y la cantidad de semillas por fruto, en accesiones colectadas de dos ambientes de diferente altitud (205 y 945 msnm). Se comparó la distribución de los pesos de frutos y semillas de las poblaciones y la variación entre individuos y poblaciones de esas variables y del número de semillas por fruto con ANOVA anidado de dos factores. La característica más variable en *P. nigra* fue el peso de los frutos (CV>36%) y en *C. paraguariensis* la cantidad de semillas por fruto (CV>50%). En ambas especies en el ambiente de mayor altitud se produjeron semillas más pesadas y en menor cantidad por fruto. En *P. nigra* la variación entre individuos fue mayor que entre poblaciones mientras que en *C. paraguariensis* se registró la mayor variabilidad entre poblaciones. Dadas las amplias variaciones registradas en este trabajo sería necesario incorporar más individuos y poblaciones si el objetivo es conservar a largo plazo, la mayor variabilidad de estas especies.

Palabras claves

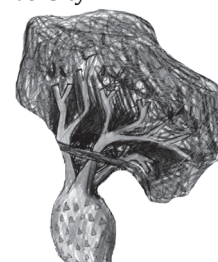
Semilla, fruto, peso, variabilidad, *Caesalpinia paraguariensis*, *Prosopis nigra*

ABSTRACT

The study of features related to the fitness of species both within and between populations is important for *in situ* and *ex situ* conservation of biodiversity. The objective of this work was to study the variability between individuals and populations in two tree native species conserved in the germplasm bank of native species (BGEN - UNSa): *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron. and *Caesalpinia paraguariensis* (D. Parodi) Burkart. We studied fruits and seeds weight and seed number per fruit from two accessions collected in two different altitude environments (205 and 945 masl). The weight distributions of fruits and seeds were compared between populations and the variability within individuals and populations in these variables and in seed number per fruit with a two-factor ANOVA. Fruit weight was the most variable characteristic in *P. nigra* (CV>36) and seed number per fruit in *C. paraguariensis* (CV>59). In both species, in the higher altitude environment, the seeds were heavier but seed number per fruit was smaller. In *P. nigra*, the variability among individuals was higher than between populations while in *C. paraguariensis* it was higher between populations. Taking into account the wide variations reported in this work, it would be necessary to incorporate higher numbers of individuals and populations if the aim in long term conservation of these species is to maintain the highest diversity

Key words

Seed, fruit, variability, weight, *Caesalpinia paraguariensis*, *Prosopis nigra*



INTRODUCCIÓN

La caracterización morfológica de las colecciones de germoplasma permiten evaluar la variabilidad del material que se conserva, aunque esta información sobre las accesiones ha sido poco documentada (Souza & Sorrells, 1991). En estas caracterizaciones generalmente se emplean descriptores que presentan alta heredabilidad, como los relacionados con la adecuación biológica ya que asegurarían estabilidad entre individuos y ambientes (Harper, 1977; Fenner, 1985; Piña Escutia *et al.*, 2010).

Los modelos teóricos también sugieren que la selección estabilizadora debería ser intensa sobre el tamaño (o peso) y la cantidad de frutos y semillas (McGinley *et al.*, 1987). Sin embargo, en numerosas especies se han registrado amplias variaciones entre individuos y poblaciones en el peso y en la morfología de semillas y frutos, por lo que se ha propuesto que la variación sería la norma más que la excepción debido a la influencia

de una cantidad de factores intrínsecos y extrínsecos como los relacionados con el número y/o peso de semillas por fruto, el tiempo de la producción, su localización en la arquitectura de las plantas, la disponibilidad de condiciones y recursos y las interacciones con otras especies (de Viana, 1999; Fenner, 1985; Geritz, 1998; Harper, 1977; Imbert, 2002; Moles *et al.*, 2003; Parciak, 2002).

Trabajos realizados con especies silvestres mostraron variaciones morfológicas (tamaño y/o peso de frutos y semillas) relacionadas con regiones geográficas y factores ambientales como la disponibilidad de recursos, la latitud y la altitud (Baker, 1972; Bu *et al.*, 2007; Guo *et al.*, 2010; Nevo *et al.*, 1988, 1991). Específicamente, algunos autores reportaron mayor variabilidad morfológica y genética entre individuos a mayores altitudes (Arzate-Fernández *et al.* 2005; Piña Escutia *et al.*, 2010; Wen & Hsiao, 2001).

Así, el estudio de descriptores morfológicos en individuos y poblaciones de distintos ambientes, constituye un aspecto crucial en la conservación (*in situ* y *ex situ*) de la diversidad fenotípica y genotípica de las especies.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar morfológicamente los frutos y las semillas de dos especies (*P. nigra* y *C. paraguariensis*) recolectadas en ambientes que difieren en altitud y que se conservan en el Banco de Germoplasma de Especies Nativas (BGEN) de la Universidad Nacional de Salta, a partir de los siguientes interrogantes que tienen relación con la diversidad de las colecciones *ex situ* de germoplasma: ¿La variabilidad de los descriptores morfológicos es mayor entre individuos o entre poblaciones?

¿La variabilidad entre individuos es mayor en los ambientes de mayor altitud?

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con dos especies nativas y de amplia distribución en el Noroeste argentino pertenecientes a la familia Fabaceae: *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron. y *Caesalpinia paraguariensis* (D. Parodi) Burkart. En la Provincia de Salta, se encuentran principalmente en la región Chaqueña y en los bosques montanos de transición (Zuloaga *et al.*, 1999), ambientes sometidos a profundas modificaciones de la

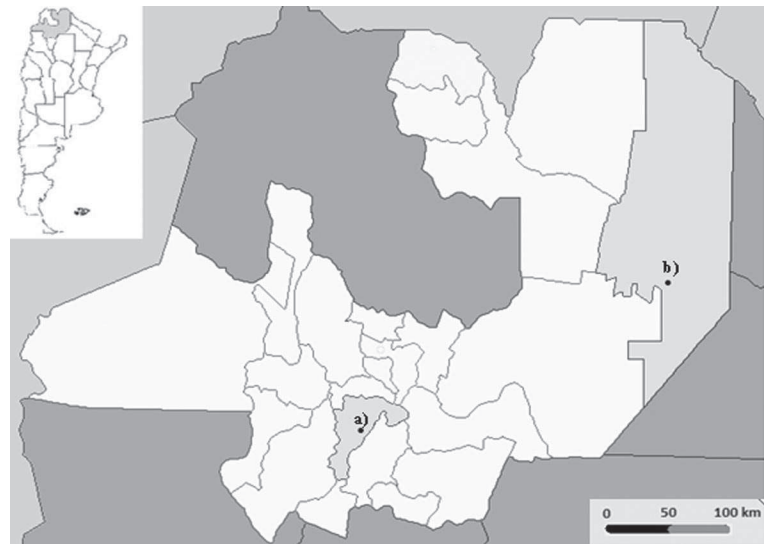


Figura 1

Ubicación geográfica de las poblaciones de *P. nigra* y *C. paraguariensis*.
a) Cabra Corral (Departamento La Viña) y b) La Unión (Departamento Rivadavia)

cobertura boscosa por habilitaciones productivas agrícola-ganaderas (de Viana, 2009).

P. nigra (subfamilia Mimosoidea) es una especie resistente a la sequía y a la salinidad (Prokopiuk *et al.*, 2000) y sobrevive en un amplio rango de temperaturas (48°C hasta -10 °C). Es apta para la recuperación de ambientes degradados y se utiliza en forestación, en carpintería, como alimento y forraje (Galera, 2000). Los frutos son vainas carnosas cilíndricas, indehiscentes, con estrangulaciones entre semillas de color amarillento con estrías violáceas (Demaio *et al.*, 2002). *C. paraguariensis* (Subfamilia Caesalpinoidea) tiene aplicaciones madereras, artesanales, medicinales y tintoreas. Los frutos son vainas leñosas negras e indehiscentes (Demaio *et al.*, 2002).

Para ambas especies, la recolección de frutos se realizó en dos ambientes dentro de su área de distribución en Salta: Cabra Corral (945 msnm) y La Unión (205 msnm) en el año 2007 *C. paraguariensis* y en el 2008 *P. nigra* (Fig. 1). Los frutos maduros se extrajeron de la copa de 6 a 10 individuos (separados al menos 50 m entre sí), con tijera de 4 metros de altura y escalera. Los frutos se colocaron en bolsas etiquetadas y fueron procesados en el laboratorio del BGEN-INEAH de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta, Argentina.

La caracterización morfológica se realizó sobre la base del peso de frutos y semillas y al número de semillas por fruto en una muestra seleccionada al azar del material recolectado para su conservación en el banco. Se caracterizaron 30 frutos por individuo en *P. nigra* y 50 frutos por individuo en *C. paraguariensis*. El peso de los frutos y de las semillas individuales se registró en una balanza analítica (Denver instrument APX - 200, precisión 0.1mg) y se contabilizó la cantidad de semillas por fruto.

La distribución del peso de frutos y semillas se analizó con la prueba de normalidad de Shapiro Wilks, la asimetría y la kurtosis. Para cada especie, la variación entre individuos y poblaciones (ambientes) en el peso de frutos y semillas y en el número de semillas por fruto se analizó con ANOVA anidado de dos factores (población e individuo). Los análisis estadísticos se realizaron con InfoStat (2009).

RESULTADOS

Los sitios de recolección de ambas especies se encuentran aproximadamente a 270 km lineales de distancia entre ellos y la diferencia en altitud asciende a más de 700 m. El régimen

de precipitaciones es similar, con mayores precipitaciones promedio en La Unión aunque en los años de estudio la diferencia en precipitaciones fue inferior a los 40 mm (Tabla 1).

Sitio de recolección de accesiones		Cabra Corral	La Unión
Departamento		La Viña	Rivadavia Banda Sur
Coordenadas		25° 19' - 65° 19'	24° 10' - 62° 54'
Altitud (msnm)		945	205
Estación meteorológica		Ampascachi	Rivadavia
Más cercana		25° 21' - 65° 32'	24° 11' - 62° 54'
Precipitación anual (mm)	Promedio	412 ± 119	601 ± 154
	Min - Max	182 - 702	264 - 978
	2007	557	545
	2008	575	643

Fuente: Bianchi y Yañez (1992) (Ampascachi 42 años de registro), Servicio Meteorológico Nacional (Rivadavia, 74 años de registro) y Estación Experimental Cerillos, INTA (años de

Tabla 1
Ubicación geográfica, altitud y precipitaciones de los sitios de recolección de las accesiones de *P. nigra* y *C. paraguayenses* en Salta.

Referencias: precipitación anual promedio ± desvío estándar, Min-Max: registros mínimo y máximo promedio.

Caracterización de *P. nigra*

La distribución del peso de los frutos de ambas poblaciones (Cabra Corral y La Unión) y de las semillas (de Cabra Corral) fue asimétrica positiva y leptocúrtica, lo que significa que existe una mayor concentración de los datos alrededor de la media que lo esperado para la distribución normal. Los pesos de las semillas de La Unión presentaron distribución asimétrica positiva y platicúrtica, es decir que la dispersión

de los datos respecto de la media fue mayor que lo esperado para la distribución normal (Fig. 2).

En la población de La Unión el peso promedio de los frutos y de las semillas fue menor que en la población de Cabra Corral, aunque la cantidad promedio de semillas por fruto fue significativamente mayor. El CV del peso de frutos y el CV de la cantidad de semillas por fruto fue mayor en Cabra Corral y la cantidad mínima y máxima de semillas por fruto fue

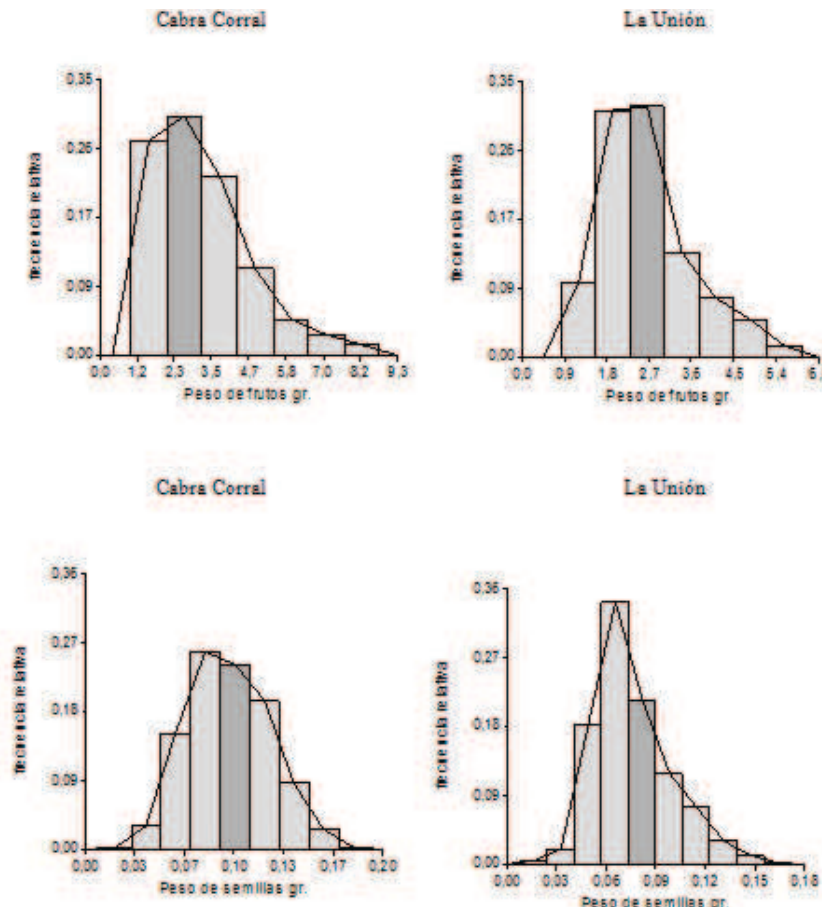


Figura 2
Distribución de pesos de frutos y semillas de *P. nigra* (el peso promedio está representado en gris oscuro)

Descriptor		Sitio de recolección / población	
		La Unión	Cabra Corral
Peso de Frutos (g)	Promedio	2.7 ± 0.07	3.2 ± 0.09
	Min - Max	0.84 - 5.96	0.98 - 8.77
	CV	36.4	48.3
Peso de semillas (g)	Promedio	0.08 ± 0.0005	0.10 ± 0.0006
	Min - Max	0.01 - 0.31	0.01 - 0.19
	CV	31.2	28.4
Número de semillas / fruto	Promedio	15.4 ± 0.24	14.2 ± 0.25
	Min - Max	5 - 26	5 - 26
	CV	22.4	29.9

Tabla 2
Peso de frutos y semillas y cantidad de semillas por fruto en *P. nigra*

<i>P. nigra</i>	Unidad de análisis	SC	F*	P	Variación (%)
Peso de frutos (g)	Ambiente	31.18	39.85	-0.0001	3.33
	Individuos	520.2 2	44.32	-0.0001	55.49
	Error	385.7 4			41.16
Peso de semillas (g)	Ambiente	0.35	842.01	-0.0001	11.51
	Individuos	1.09	174.72	-0.0001	35.86
	Error	1.6			52.63
Número de semillas/fruto	Ambiente	178.4 5	18.08	-0.0001	2.2
	Individuos	3047. 42	20.58	-0.0001	37.66
	Error	4866. 6			60.14

Tabla 3
Fuentes de variación de los descriptores morfológicos de frutos y semillas de *P. nigra*

igual en ambas poblaciones. El peso de las semillas presentó mayor variabilidad en la población de La Unión (Tabla 2). En ambas poblaciones, el peso de los frutos presentó variaciones más pronunciadas que el de las semillas. Además, la variación entre los individuos de cada población fue mayor que la registrada entre poblaciones (ambientes) en todas las variables estudiadas (F; $P < 0.0001$). Más del 35% de la variación total estuvo explicada por las diferencias entre individuos y menos del 12% por las diferencias entre poblaciones (Tabla 3).

En ambas poblaciones, el peso de los frutos presentó variaciones más pronunciadas que el de las semillas. Además, la variación entre los individuos de cada población fue mayor que la registrada entre poblaciones (ambientes) en todas las variables estudiadas (F; $P < 0.0001$). Más del 35% de la variación total estuvo explicada por las diferencias entre individuos y menos del 12% por las diferencias entre po-

blaciones (Tabla 3).

En síntesis, en *P. nigra*, la población del ambiente de mayor altitud (Cabra Corral) produjo frutos y semillas más pesados y presentó menor número de semillas por fruto. La variabilidad del peso de los frutos y la cantidad de semillas por fruto fue mayor en el ambiente de mayor altitud (Cabra Corral) aunque en el caso de las semillas, el resultado fue el opuesto: el peso de las semillas fue más variable en el ambiente de menor altitud.

Caracterización de *C. paraguarienses*

La distribución de los pesos fue asimétrica positiva leptocúrtica en los frutos y asimétrica negativa en las semillas de ambas poblaciones aunque platicúrtica para las semillas de Cabra Corral y leptocúrtica para las de La Unión (Fig. 3). En la población de La Unión, el peso promedio de los frutos fue mayor y el de las semillas fue menor que los registrados

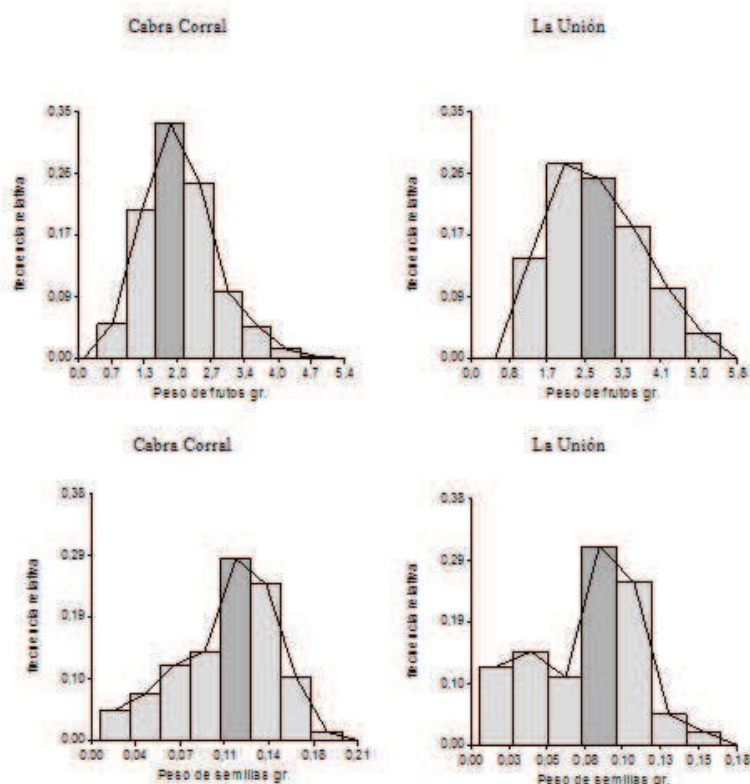


Figura 3
Distribución de pesos de frutos y semillas de *C. paraguariensis*
(el peso promedio está representado en gris oscuro)

Descriptor		Sitio de recolección / población	
		La Unión	Cabra Corral
Peso de Frutos (g)	Promedio	2.8 ± 0.06	2.1 ± 0.05
	Min - Max	0.90 - 5.40	0.40 - 5.10
	CV	36.2	36.9
Peso de semillas (g)	Promedio	0.08 ± 0.001	0.11 ± 0.001
	Min - Max	0.01 - 0.26	0.01 - 0.20
	CV	45.3	36.3
Número de semillas / fruto	Promedio	2.6 ± 0.07	2.2 ± 0.06
	Min - Max	1 - 7	1 - 5
	CV	53.2	51.5

Tabla 4
Peso de frutos y semillas y cantidad de semillas por fruto en *C. paraguariensis*

<i>C. paraguariensis</i>	Unidad de análisis	SC	F*	P	variación
Peso fruto (g)	Ambiente	61.47	83.09	-0.0001	11.2
	Individuos	38.96	5.27	-0.0001	7.1
	Error	435.02			79.25
Peso de semilla (g)	Ambiente	0.17	122.45	-0.0001	11.47
	Individuos	0.06	4.24	-0.0001	4.05
	Error	1.24			83.78
Número de semillas	Ambiente	12.49	8.78	0.0032	1.42
	Individuos	27.56	1.94	0.0381	3.12
	Error	836.94			94.91

Tabla 5
Fuentes de variación de los descriptores morfológicos de frutos y semillas de *C. paraguariensis*.

para la población de Cabra Corral. La cantidad promedio de semillas por fruto fue mayor para la población de La Unión, al igual que el número máximo de semillas por fruto. El CV del peso de los frutos fue similar en ambas poblaciones (36%) y el del peso de las semillas y número promedio de semillas por fruto fue mayor en La Unión (>45%).

En general, el CV fue mayor para el peso de las semillas que de los frutos en la población de la Unión. En la población de Cabra Corral el CV fue similar para el peso de frutos y de semillas. El número de semillas por fruto presentó mayores variaciones que los pesos de frutos y semillas en ambas poblaciones (Tabla 4).

En esta especie si bien la variabilidad en el peso de frutos y semillas fue mayor entre poblaciones (11%) que entre individuos (<7%), el error fue mucho mayor (>79%). La variación en el número de semillas por fruto fue mayor entre los individuos aunque el error también fue elevado (Tabla 5). En síntesis, la característica de mayor variación en ambas poblaciones fue el número de semillas por fruto. La distribución del peso de las semillas fue diferente entre las poblaciones y la población de Cabra Corral produjo semillas más pesadas y en menor cantidad por fruto.

DISCUSIÓN

Las especies de amplia distribución suelen mostrar variaciones morfológicas, fisiológicas y genéticas, que se expresan en diferentes fenotipos como respuesta a las presiones selectivas impuestas por los ambientes donde crecen (altitud, precipitaciones, recursos, interacciones) (Matthies *et al.* 1995, Ohsawa & Ide, 2008, Piña Escutia *et al.* 2010). Así, en la conservación a largo plazo, un objetivo prioritario es mantener la mayor diversidad posible presente en las poblaciones naturales y por lo tanto el registro de la variabilidad morfológica es un primer indicador.

En este trabajo encontramos amplias variaciones entre individuos y poblaciones (ambientes) en el peso de frutos y semillas y en el número de semillas por fruto con las mayores fuentes de variación dentro de las poblaciones (entre los individuos) en *P. nigra* y entre poblaciones (ambientes) en *C. paraguariensis*.

Giles (1995) propuso que es mejor caracterizar las especies por las distribuciones de los tamaños de las semillas ya que el tamaño o peso promedio de las mismas puede variar entre años y poblaciones. Sin embargo, Busso & Perryman (2005) reportaron que la distribución del peso de semillas de *Artemisia tridentata* fue diferente entre poblaciones y años de estudio (con distribuciones más simétricas en el año de mayor precipitación). Similarmente, en nuestro trabajo, la distribución del peso de las semillas varió significativamente entre las poblaciones tanto de *P. nigra* como de *C. paraguariensis*. La distribución de la cantidad de semillas por fruto también difirió entre las poblaciones pero sólo en *P. nigra*. Finalmente, la distribución del peso de los frutos fue similar entre las poblaciones en las dos especies, lo que podría atribuirse a la gran variabilidad registrada a nivel de los individuos.

Winn (1988) sugirió que las plantas no tendrían la posibilidad de producir semillas de peso uniforme debido a la variación en la disponibilidad de recursos durante el desarrollo de las mismas y otros autores han reportado también que la asignación de recursos por parte de las plantas es la

principal fuente de la variación (Wulff, 1986; Winn, 1988; de Viana, 1999; Garrido *et al.*, 2005). Por ejemplo Vargas *et al.* (2003) encontraron diferencias significativas entre individuos, poblaciones y regiones en el peso de frutos y semillas en 38 poblaciones de *Phaseolus lunatus*. Garrido *et al.*, (2005) encontraron variaciones entre poblaciones, individuos y dentro de cada individuo de *Helleborus foetidus*, con las mayores fuentes de variación (52%) dentro de cada planta y lo explicaron a partir de las diferencias entre frutos de una misma planta. Zhen & Sun (2008) reportaron que en *Trigonbalanus doichangensis* (Fabaceae) más del 50% de la variación del peso de semillas ocurrió entre plantas y no encontraron diferencias significativas entre poblaciones. En este sentido, Halpern (2005) reportó que la variación en el tamaño de las semillas de *Lupinus perennis* era debida principalmente a diferencias entre individuos y dentro de cada planta más que a las condiciones ambientales manipuladas experimentalmente aunque la variación dentro de las plantas aumentó con la disminución de los recursos.

En general se afirma que si los recursos son escasos, las plantas deberían modificar el número más que el tamaño ya que las semillas más pequeñas que el óptimo tendrían menor adecuación biológica y las mayores al óptimo constituirían un gasto de recursos que se podrían haber destinado a la producción de más individuos (Vaughton & Ramsey 1998). En este trabajo ambas especies produjeron menor cantidad de semillas por fruto y semillas más pesadas en la población de mayor altitud. Además, en *P. nigra* (ambas poblaciones) el peso de los frutos fue más variable que el de las semillas. En *C. paraguariensis* la cantidad de semillas por fruto fue más variable que el peso de frutos y semillas.

Dadas las amplias variaciones registradas en este trabajo podemos concluir que para conservar la mayor variabilidad de estas especies sería necesario incorporar tanto más individuos como poblaciones. También es necesario avanzar en la caracterización genética y en las relaciones entre diversidad fenotípica y genotípica.

REFERENCIAS

- ARZATE-FERNANDEZ, AM., MIWA M, SHIMADA T, YONEKURA T & OGAWA K. 2005. Genetic diversity of Miyamasukashi-yuri (*Lilium maculatum* Thunb. var. bukosanense), an endemic and endangered species at Mount Buko, Saitama, Japan. *Plant Species Biology*, 20: 57-65.
- BAKER, G. 1972. Seed weight in relation to environmental conditions in California. *Ecology* 53 997-1010.
- BIANCHI, A.R. & YANEZ, Y.C. 1992. Las precipitaciones en el Noroeste Argentino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Salta.
- BU, H; X. CHEN; X. XU; K. LIU; P. JIA & G. DU. 2007. Seed mass and germination in an alpine meadow on the eastern Tsinghai Tibet Plateau. *Plant Ecology*, 191: 127-149.
- BUSO C. A. & B. L. PERRYMAN 2005. Seed weight variation of Wyoming sagebrush in Northern Nevada. *Biocel* 29: 279-285
- DEMAIO, P.; U.O. KARLIN & M. MEDINA 2002. Árboles Nativos del Centro de Argentina. Ed. L.O.L.A. (Literature of Latin American) Bs. As. 209pp.
- DE VIANA, M. L. 1999. Seed production and seed bank of *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) in northwestern

Argentina. *Tropical Ecology*, 40: 79-84.

DE VIANA, M.L. 2009. La dimensión global y local de los problemas ambientales. En: Giannuzzo, A.N. y M.E. Luedueña (Compiladoras). *Cambios y Problemas Ambientales: perspectivas para la acción*. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. pp.103-122.

FENNER M. 1985. *Seed Ecology*. Chapman & Hall. 151 pp.

GALERA, F. M. 2000. Las especies del género *Prosopis* (algarrobos) de América Latina con especial énfasis en aquellas de interés económico. *Prosopis en Argentina*. Primer taller internacional sobre recursos genéticos y conservación de germoplasma en *Prosopis*. FCA, UNC, FCE y FAO

GARRIDO, J. L.; J. P. REY & C. M. HERRERA. 2005. Fuentes de variación en el tamaño de la semilla de la herbácea perenne *Helleborus foetidus* L. (Ranunculaceae). *Annales del Jardín Botánico de Madrid* 62: 115 - 125.

GERITZ, S. A. H. 1998. Co- evolution of seed size and seed predation. En: *Evolutionary Ecology* 1998, 12: 891- 911.

GILES, B.E. 1995. The effects of variation in seed size on growth and reproduction in the wild barley *Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*. *Heredity* 64: 239-250.

GUO, H., S. J. MAZER & D. GUOZHEN. 2010. Geographic variation in seed mass within and among nine species of *Pedicularis* (Orobanchaceae): effects of elevation, plant size and seed number per fruit. *J. of Ecology*, 98:1232-1242.

HALPERN, S. L. 2005. Sources and consequences of seed size variation in *Lupinus perennis* (Fabaceae): adaptive and non-adaptive hypotheses. *Amer. J. of Botany*, 92: 205-213.

HARPER, J. L. 1977. *Population Biology of Plants*, Academic Press, London

INFOSTAT (2009). *InfoStat versión 2009*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Editorial Brujas

IMBERT, E. 2002. Ecological consequences and ontogeny of seed heteromorphism. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 5: 13-36.

MATTHIES D., SCHMID B. & SCHMID-HEMPEL P. 1995. The importance of population processes for the maintenance of biological diversity. *GAIA* 4. 199-209.

MCGINLEY, M.; D. TEMME & M. GEBER. 1987. Parental investment in offsprings in variable environments, theoretical and empirical considerations. *The Amer. Natur.* 130: 370-398.

MOLES, A. T., D. I. WARTON & M. WESTOBY. 2003. Do small seeded species have higher survival through seed predation than large seeded species? *Ecology* 84: 3148-3161.

NEVO E., BEILES A. & KRUGMAN T. 1988. Natural selection of allozyme polymorphisms: a microgeographical differentiation by edaphic, topographical, and temporal factors in wild emmer wheat (*Triticum dicoccoides*). *Theor. Appl. Genet.* 76: 737-752.

NEVO E., NOY-MEIR I., BEILES A., KRUGMAN T. & AGAMI M. 1991. Natural selection of allozyme polymorphisms: microgeographical spatial and temporal ecological differentiations in wild emmer wheat. *Israel J. Bot.* 40: 419-449.

OHSAWA, T & IDE, Y. 2008. Global patterns of ge-

netic variation in plant species along vertical and horizontal gradients on mountains. *Global Ecology and Biogeography*, 17: 152-163

PARCIAK, W. 2002. Environmental variation in seed number, size, and dispersal of a fleshy-fruited plant. *Ecology* 83: 780 - 793.

PIÑA-ESCUTIA, J.L., VENCES-CONTRERAS, C., GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, M. G., VÁZQUEZ-GARCÍA, M.L. & ARZATE-FERNÁNDEZ, A.M. 2010. Caracterización morfológica y molecular de nueve variedades botánicas de *Tigridia pavonia* (L.f.) DC. *Agrociencia* 44: 147-158.

PROKOPUIK, D.; G. CRUZ; N. GRADOS; O. GARRO & A. CHIRALT. 2000. Estudio comparativo entre frutos de *Prosopis alba* y *Prosopis pallida*. *Multequina* 9: 35 - 45. Instituto Argentino de Investigación de las Zonas Áridas. Mendoza. Argentina.

SOUZA E. & M.E. SORRELLS 1991. Relationships among 70 North American Oat Germplasm: I. Cluster Analysis Using Quantitative Characters. *J. Crop Science* 31: 599-605

VARGAS, E. M.; E. CASTRO; G. MACAYA & O. ROCHA. 2003. Variación del tamaño de frutos y semillas en 38 poblaciones silvestres de *Phaseolus lunatus* (Fabaceae) del Valle Central de Costa Rica. *Rev. Biología Tropical* 51: 707 - 724.

VAUGHTON, G. & M. RAMSEY. 1998. Sources and consequences of seed mass variation in *Banksia marginata*. *Journal of Ecology* 86: 563 - 573.

WEN, C. S. & HSIAO, J. Y. 2001. Altitudinal Genetic Differentiation and Diversity of Taiwan Lily (*Lilium longiflorum* var. *formosanum*; Liliaceae) Using RAPD Markers and Morphological Characters. *International Journal of Plant Sciences*, 162: 287-295

WINN, A. 1988. Ecological and evolutionary consequences of seed size in *Prunella vulgaris*. *Ecology* 69: 1537 - 1544.

WULFF, R. D. 1986. Seed size variation in *Desmodium paniculatum*. I Factors affecting seed size. *Journal of Ecology* 74: 87 - 97.

ZHEN, Y. L & SUN, W. B. 2008. Variation in morphophysiological characters of fruits of *Trigonobalanus doichangensis* (Fagaceae) according to individual trees, populations and years. *Euphytica* 164:231-238

ZUOLAGA, F.; O. MORRONE & D. RODRIGUEZ. 1999. Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. *Kurtziana* 27: 17-167.