

## Variación estructural y hábitat de poblaciones de *Gymnocalycium schickendantzii* (Cactaceae) en Mendoza, Argentina Efecto de las plantas nurses

### Structural variation and habitat for populations of *Gymnocalycium schickendantzii* (Cactaceae) in Mendoza, Argentina Effect of nurse plants

Eduardo Méndez

Originales: Recepción: 03/03/2009 - Aceptación: 03/07/2009

#### RESUMEN

Este trabajo informa sobre aspectos ecológicos de la estructura y hábitat de poblaciones de *Gymnocalycium schickendantzii* (F. A. C. Weber) Britton & Rose var., un cactus endémico de Argentina. En Mendoza vive en los desiertos áridos del centro-este en matorrales de *Larrea cuneifolia* más *Zuccagnia punctata*. Las variaciones de densidad de poblaciones de este cactus, a nivel de muestra, dependen de la facilitación y protección ofrecida por las plantas nurses. El recuento de los individuos desarrollados bajo los arbustos determinó: una alta proporción de la población dentro de estados juveniles (67,3%) y maduros (21,8%), la poca cantidad de plántulas (9,9%) y la casi ausencia de plantas adultas (1,0%). La incorporación del cactus está condicionada a la altura y cobertura de las plantas nurses que regulan los valores de temperaturas y fertilidad bajo sus copas. En este sentido *Larrea cuneifolia*, *Tricomaria usillo* y *Zuccagnia punctata* son las nurses más aceptadas. Se encontró que las variaciones de los porcentajes de densidad de cactus vivos fueron altamente significativas. Esta población está amenazada potencialmente por actividades humanas: explotación petrolera, ganadera, etc. Los resultados, que muestran la variación natural del establecimiento de la población de *Gymnocalycium*, podrían ser de utilidad para su manejo y conservación.

#### ABSTRACT

This study reports on ecological aspects of the structure and habitat for populations of *Gymnocalycium schickendantzii* (F. A. C. Weber) Britton & Rose var., a cactus which is endemic to Argentina. In the province of Mendoza, it grows in the arid central western deserts, along with shrubs of *Larrea cuneifolia* plus *Zuccagnia punctata*. Variations in population density for this cactus, at sample level, depend on the facilitation and protection provided by nurse plants. The counting of individual plants that grow beneath shrub canopies revealed a high proportion of the population in juvenile (67.3%) and mature stages (21.8%), a small fraction of seedlings (9.9%) and nearly absence of adult plants (1.0%). Cactus recruitment is conditioned by the height and degree of coverage of nurse plants which regulate temperature and fertility values underneath their canopies. In this sense, *Larrea cuneifolia*, *Tricomaria usillo* and *Zuccagnia punctata* are the best accepted nurse plants. It was found that variations in percent density of living cacti were highly significant. Populations are potentially threatened by oil exploitation, cattle breeding, etc. These results, which show the natural variation in the establishment of populations of *Gymnocalycium*, may have application for their management and conservation.

**Palabras clave**

*Gymnocalycium schickendantzii* • cactus globular • estructura poblacional • hábitat • densidad • Argentina

**Keywords**

*Gymnocalycium schickendantzii* • globular cactus • population structure • habitat • density • Argentina

**INTRODUCCIÓN**

Dada la necesidad de contar con más información sobre aspectos ecológicos de las cactáceas de Mendoza para futuros planes de manejo y conservación de los mismos, se analizan poblaciones de *Gymnocalycium schickendantzii* (Salm-Dyck) Britton & Rose (4) una especie endémica que en Argentina se extiende desde el norte de Salta hasta Mendoza (16, 17) buscando esta vez obtener documentos base sobre la estructura de los tamaños y la disponibilidad de sitios para sus establecimientos (21).

Además de analizar las variaciones de densidad de poblaciones de este cactus, se busca probar que sus establecimientos dependen de la facilitación y protección ofrecida por las plantas nurses.

Este fenómeno de las plantas nurses ha sido relacionado con los cactus en diversas oportunidades (6, 9, 14, 15, 18, 19, 20, 23, 30, 31, 32, 33, 34) pero no bajo este aspecto de las poblaciones.

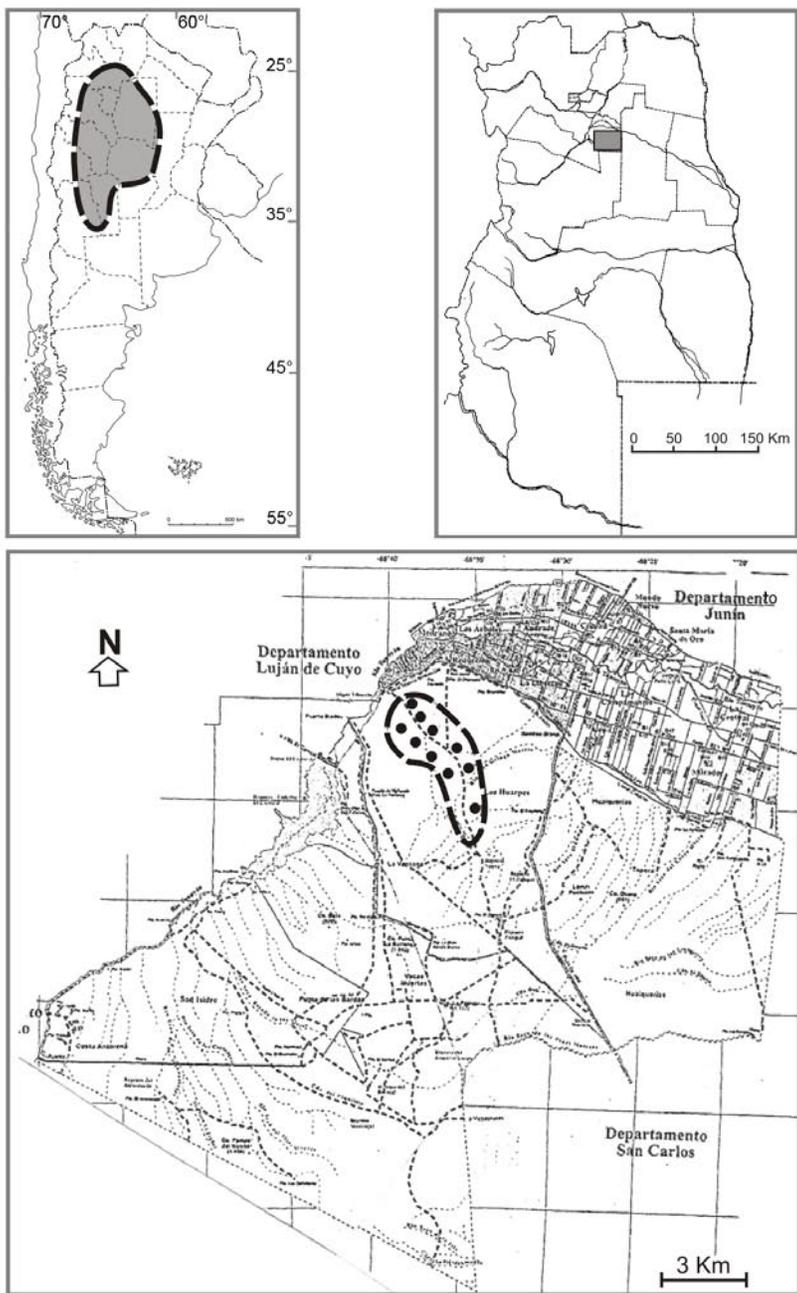
Se estima que plantas nurses con alta cobertura vegetal y mejores condiciones ecológicas, ambientales y edáficas ofrecerán bajo sus copas mayores disponibilidades de protección para el establecimiento de estos cactus.

**Objetivos**

- Determinar la estructura y densidad de la población de *Gymnocalycium schickendantzii*.
- Determinar las condiciones ecológicas que ofrecen las plantas nurses bajo sus copas.

**MATERIALES Y MÉTODOS****Área estudiada**

El estudio fue realizado en un área del glacis local de las cerrilladas del distrito Los Huarpes, Departamento Rivadavia, provincia de Mendoza, donde se registró en los matorrales de *Larrea cuneifolia* más *Zuccagnia punctata* (S 33°15', W 68°40' 720 m snm) poblaciones de *Gymnocalycium schickendantzii* todavía escasamente impactados por algunos caminos, débil presencia de pastoreo y esporádicos asentamientos humanos (figura, pág. 3).



**Figura.** Distribución geográfica de *Gymnocalycium schickendantzii* y su localización sobre el área estudiada. • Puntos de relevamiento.

**Figure.** Geographical distribution of *Gymnocalycium schickendantzii* and location in the study area. • Survey points.

Los registros meteorológicos más próximos al área (La Reducción, Rivadavia, 720 msnm en el periodo 1941-1950) señalan una temperatura media del mes más caluroso (enero) de 24,0°C y del mes más frío (julio) de 6,2°C y una precipitación media anual de 185 mm, con más del 60% de ellas entre noviembre y marzo (7). El clima que la contiene es seco del tipo desértico (24). Geológicamente se corresponde con las cerrilladas y planicies compuestas superficialmente por materiales de origen Cuartario (depósitos de piedemonte) y Terciario (sedimentos continentales) (29). Geomorfológicamente, los sitios analizados se corresponden con geformas asociadas a los procesos morfológicos de Cerrilladas pedemontanas y Huaiquerías (Bad lands) (1). Los suelos son entisoles torriortentes típicos (12), constituidos por clastos y arenas, limos y arcillas como matriz con escaso contenido de materia orgánica. Los sitios relevados son planos levemente inclinados que por las precipitaciones sufren periódicos deslizamientos laminares de materiales finos y que dan como resultado, por remoción de sus terrenos, la alternancia de un mosaico de sitios altos y bajos con y sin arbustos, respectivamente. La vegetación está representada fisonómicamente por un matorral xerófilo de *Larrea cuneifolia* más *Zuccagnia punctata*, dominantes en los altos (27). *Gymnocalycium schickendantzii* (Salm-Dyck) Britton & Rose es una planta de importancia fitogeográfica que figura como elemento característico de la Provincia Fitogeográfica del Monte (5).

Para conocer las composiciones de los elementos florísticos de la comunidad y de las plantas nurses en particular, y paralelamente de las variaciones poblacionales, se realizaron en superficies de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m) relevamientos fitosociológicos (3).

Estos sitios considerados como tratamientos fueron relevados diez veces cada uno a lo largo de la superficie de más de 600 ha (100 m de ancho x 6 km de largo). Para la nomenclatura botánica de las especies se empleó la información del Catálogo de las Plantas Vasculares (35, 36).

Para analizar la estructura y densidad de la población de cactus y sobre 15 superficies muestreadas de 100 m<sup>2</sup>, se ubicaron, contaron y midieron con una cinta métrica la altura y diámetro de los tallos de la totalidad de los individuos de *Gymnocalycium*. Estos datos sirvieron además para conocer los porcentajes de cactus vivos y muertos y también para clasificar los individuos en distintas categorías según el diámetro de los tallos. Estas categorías fueron: de 0-5 (plántulas), 5-10 (juveniles), 10-15 (maduros), mayor de 15 cm (adultos). Se consideró como plantas juveniles de cactus aquellas que tenían el ápice en posición central, las espinas gruesas y las costillas muy marcadas. Bajo estas características se agruparon todos los individuos en clases de hasta 5 cm de diámetro aproximadamente.

Para analizar las relaciones con las plantas nurses y disponibilidad de sus hábitats fueron observados los patrones espaciales de ubicación del cactus con respecto a los arbustos perennes en la comunidad y sus exposiciones bajo las copas (N, S, E y W).

Para caracterizar las condiciones ecológicas de los microhábitats se analizaron las características físico-químicas de los suelos bajo la cobertura de las plantas más

representativas: *Larrea cuneifolia* Cav., *Tricomaria usillo* Hook. & Arn. y *Zuccagnia punctata* Cav., con mayores alturas y coberturas de sus copas y disponibilidades del sustrato, y *Senna aphylla* (Cav.) H. S. I. Irwin & Barneby de menor altura, cobertura y disponibilidad. Se extrajeron cinco muestras de los suelos de los primeros 10 cm de profundidad en cada uno de los sitios, las que se obtuvieron homogeneizando extracciones de cinco picas cada uno. Se determinaron del extracto de saturación la relación adsorción de sodio (RAS), materia orgánica (%) (método de Walkley-Black, por oxidación con dicromato de potasio en medio ácido sulfúrico), calcio y magnesio (Ca y Mg meq/l) (método complexiométrico), sodio (Na meq/l) (método de tritación con ácido clorhídrico) (nitrógeno total (N ppm) (método Kjeldahl), fósforo (P ppm) (método de Arizona), método colorimétrico usando solución sulfomolibdica como reactivo, previa extracción carbónica con dilución relación 1:10, potasio (K ppm) (método Internacional Pratt y Potasio intercambiable) con el método del acetato de amonio, cuya lectura se realiza en fotómetro a la llama, la conductividad eléctrica actual (CEA, d Sm<sup>-1</sup> a 25°C), el pH potencial hidrógeno (pH) y textura (método organoléptico).

Para conocer las características ambientales se midieron con un termómetro digital Therm (precisión 0,1°C) las temperaturas sobre sitios expuestos al norte bajo la copa de todas las plantas nurses consideradas. Se registraron diez mediciones en cada uno de los arbustos a mediodía y bajo pleno sol.

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos para suelos fueron estadísticamente analizados usando ANOVA, separando las medias con DGC test ( $p < 0,05$ ) (8), y para los de temperaturas el análisis estadístico T-test de comparación de medias entre sitios.

## RESULTADOS

### La estructura y densidad de las poblaciones de cactus

Los resultados indican que la población de *Gymnocalycium* posee todas las clases de tamaños de diámetros (tabla 1), y que la mayor cantidad de individuos se corresponde con las categorías juveniles (5-10 cm de diámetro) (67,3 %). Hay un individuo adulto (>15 cm de diámetro) (1 %). La densidad de plantas en el área es de 673,3 plantas/ha o sea 0,06733 plantas/m<sup>2</sup>.

**Tabla 1.** Número de plantas/100 m<sup>2</sup> por categoría de tamaños de la población de *Gymnocalycium schickendantzii*.

**Table 1.** Number of plants/100 m<sup>2</sup> per size category in the population of *Gymnocalycium schickendantzii*.

Stand (n=5)	Clase de categorías (diámetros en cm)				N° de plantas
	< 5	5-10	10-15	> 15	
Total	10	68	22	1	101
%	9,9	67,3	21,8	1,0	100

### Efecto de las plantas nurses en el establecimiento de *Gymnocalycium*

En el área todos los cactus se localizan bajo los arbustos. No todas las plantas presentes en la comunidad facilitan el establecimiento de los cactus. En la tabla 2 se muestra cómo el 78,3% de los individuos del cactus se localizan bajo las copas de *Larrea cuneifolia*, *Tricomaria usillo* y *Zuccagnia punctata* y 21,7% se hallan repartidos entre *Senna aphylla*, *Prosopis flexuosa* DC. y *Gochnatia glutinosa* (D. Don) Hook. & Arn. La especie de mayor aceptación es *Larrea cuneifolia* (30,7%) y la menor *Gochnatia glutinosa* (4,9%).

En la tabla 2, el sitio expuesto al Norte tiene la mayor cantidad de plantas de *Gymnocalycium* (78,2%). El número de plantas vivas (V) es de 88,1% (89 individuos) y el de muertos (M) 11,9% (12 individuos); en esta última la mayoría son juveniles. Bajo la copa de *Senna aphylla* el número de plantas muertas es doble al de vivas.

**Tabla 2.** Posiciones relativas de la población de *Gymnocalycium schickendantzii* con respecto a las plantas nurses.

**Table 2.** Relative positions of the *Gymnocalycium schickendantzii* population with respect to nurse plants.

Plantas nurses	Exposiciones											
	N		S		E		W		Subtotal		Total	%
	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M		
<i>Larrea cuneifolia</i>	23	1	4	2	-	-	1	-	28	3	31	30,7
<i>Tricomaria usillo</i>	18	1	2	-	2	-	2	-	24	1	25	24,8
<i>Zuccagnia punctata</i>	20	1	1	-	-	-	1	-	22	1	23	22,8
<i>Senna aphylla</i>	1	2	2	-	-	2	-	2	3	6	9	8,9
<i>Prosopis flexuosa</i>	7	-	1	-	-	-	-	-	8	-	8	7,9
<i>Gochnatia glutinosa</i>	4	1	-	-	-	-	-	-	4	1	5	4,9
Subtotal	73	6	10	2	2	2	4	2	89	12	101	100
Total	79		12		4		6		101			
%	78,2		11,9		4,0		5,9		100			

V = vivos, M = muertos

### Condiciones ecológicas

En la tabla 3 (pág. 7) se muestran las diferencias significativas de los microhábitats bajo las copas de los arbustos tanto en las características edáficas como respecto de las temperaturas.

Por los bajos valores de CEA los suelos bajo las copas de *Larrea*, *Tricomaria*, *Zuccagnia* y *Senna* no son salinos, la fertilidad, expresada con los valores de N, P y K y la materia orgánica son mayores bajo las copas de *Larrea* y *Zuccagnia*; sus diferencias son significativas ( $p < 0,05$ ). A pesar de mostrar pequeñas diferencias en los valores de RAS éstos no fueron significativos. Además los valores de Ca, Mg y Na fueron mayores en *Larrea cuneifolia*, *Tricomaria* y *Zuccagnia* y significativos ( $p < 0,01$ ). Por otro lado, la textura más fina mejoraría las propiedades físicas y químicas bajo las copas de *Larrea*, *Tricomaria*, *Zuccagnia* que de *Senna*.

Las temperaturas registradas muestran un aumento a medida que las alturas y coberturas de las copas de las nurses disminuyen. Así la temperatura más baja se halla

bajo las copas de *Zuccagnia* y la más alta bajo las de *Senna*. El análisis estadístico de las diferencias de temperaturas medias entre *Larrea cuneifolia* y *Senna aphylla* es altamente significativo (T 12,97,  $p < 0,001$ ).

**Tabla 3.** Relaciones ecológicas de suelos y temperaturas bajo las copas de las plantas nurses.

**Table 3.** Ecological relationships of soils and temperatures under nurse plants canopies.

Características ambientales	Plantas nurses			
	<i>Zuccagnia punctata</i>	<i>Larrea cuneifolia</i>	<i>Tricomaria usillo</i>	<i>Senna aphylla</i>
Altura (m)	1,78	1,36	0,77	0,38
Cobertura (%)	85	70	52	29
<b>Suelos</b>				
CEA d Sm <sup>-1</sup> a 25°C	2210,0 b*	2509,6 b	2228,0 b	829,0 a
RAS	1,79 a	1,83 a	1,48 a	1,00 a
Ca meq/l	11,28 b	14,06 b	10,80 b	4,30 a
Mg meq/l	5,70 b	5,82 b	5,3 b	2,14 a
Na meq/l	4,85 b	5,09 b	4,60 b	1,87 a
Mat. Org. %	1,80 b	1,76 b	1,39 a	1,22 a
Nitrógeno ppm	1303,6 b	1244,0 b	1062,0 a	1008,8 a
Fósforo ppm	9,75 b	9,41 b	7,98 a	8,06 a
Potasio ppm	1235,2 b	1234,6 b	1090,2 a	920,4 a
Ph	7,07 b	7,05 a	7,09 b	7,04 a
Textura	Arenoso fino	Arenoso muy fino	Arenoso fino con arcilla	Arenoso fino con arcilla
<b>Temperaturas °C</b>				
13,00 horas	24,9	28,1	32,9	36,1

\* Por fila, letras distintas indican diferencias significativas según test de DGC ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSIÓN

*Gymnocalycium schickendantzii* presenta una estructura poblacional con todas las categorías de tamaños de diámetros y con un escaso número de plántulas y plantas adultas. El resultado, sin embargo, señala que la incorporación es buena por la cantidad de juveniles (67,3%), algo mayor a los 56% de *Stenocereus griseus* (Haw.) F. Buxb. registrados en Venezuela (26). Su estructura resulta similar a la de otros cactus (2, 11). La densidad de *Gymnocalycium schickendantzii* es de 673,3 plantas/ha muy próxima a los 670 plantas/ha de *Opuntia ramossisima* Engelm registrada en Yucca Valley en el desierto de Mojave (6) o muy por encima de los 280 plantas/ha de *Echinopsis atacamensis* (Phil.) Friedr. et Rowl., localizados en el norte de Chile (25) y hasta casi la mitad de los 1260 plantas/ha de *Denmoza rhodacantha* en Mendoza, Argentina (21). De la población de cactus juveniles es posible que sobreviva a las altas y bajas temperaturas un número suficiente para que mantenga la población como sucede con otros cactus en otras áreas (22, 30, 31). Es posible también que estas variaciones puedan atribuirse a los ciclos de años húmedos y secos como ocurre con la producción de *Denmoza rhodacantha* (21).

El análisis de las poblaciones de *Gymnocalycium schickendantzii* indica que su establecimiento está asociado a plantas nurses arbustivas perennes en una situación de protección similar a la hallada entre otros cactus y otras plantas arbustivas (9, 32) e inclusive a las observadas en la provincia de Mendoza con otras especies de *Gymnocalycium* como *G. strigianum* y *G. gibbosum* (Haw.) Peiff. ex Mittler.

Las características de altura y cobertura de las plantas nurses juegan un papel importante en sus establecimientos pues mejoran las temperaturas y la cantidad de nutrientes en especial en nitrógeno (tabla 3, pág. 7). Por esta razón, la incorporación de individuos de este cactus está regulada por las condiciones meso y microambientales de los sitios ofrecidos.

En este sentido los resultados indican que los sitios más adecuados para germinar y sobrevivir están bajo las copas de las plantas nurses en la exposición norte y en especial para la de *Larrea cuneifolia*, *Tricomaria usillo* y *Zuccagnia punctata*. En estos sitios, la radiación solar en términos de temperaturas disminuye y, por lo tanto, la humedad disponible aumenta, favoreciendo la germinación de las semillas con resultados semejantes a los obtenidos en otras situaciones (28).

Las diferencias en temperatura registradas en la superficie del suelo bajo las plantas nurses resultan muy significativas siendo muy acentuadas entre *Larrea*, *Tricomaria*, *Zuccagnia* y *Senna*. *Zuccagnia punctata* por su mayor altura y cobertura tiene una mayor intercepción de la radiación solar y por lo tanto menor temperatura bajo su copa (24,9°C) mientras que *Senna aphylla*, con menor altura y cobertura, alcanza mayores temperaturas (36,1°C).

Esto último explicaría el porqué bajo la copa de *Senna* se encuentra mayor número de plantas muertas, por estar más expuestas a la sequía o a las heladas. Las temperaturas bajo *Larrea* al parecer son las más adecuadas y explicarían, bajo este punto de vista de las temperaturas, el porqué de la mayor incorporación del cactus al pie de ellas.

Por otro lado, ayudan a la mejor calidad de los sitios de estas principales nurses las características de los suelos en los que las diferencias en los niveles de contenidos de la materia orgánica y elementos como nitrógeno y calcio podrían jugar un papel importante que indicaría situaciones semejantes en el establecimiento y distribución de los cactus como la demostrada en estudios para otros cactus donde el nitrógeno parece ser el factor limitante (10, 13, 31).

Los resultados obtenidos señalan que tanto la temperatura como la fertilidad de los suelos son factores importantes para el establecimiento de *Gymnocalycium schickendantzii* y que están condicionados a los aumentos o disminución de las alturas y coberturas de las copas de las plantas nurses.

## CONCLUSIONES

La densidad de plantas en el área es de 673,3 plantas/ha o sea 0,06733 plantas/m<sup>2</sup>.

Las variaciones de densidad de poblaciones de *Gymnocalycium schickendantzii* depende de la facilitación y protección ofrecida por las plantas nurses.

El recuento de los individuos desarrollados bajo los arbustos determinó: una alta proporción, dentro de la población, de estados juveniles (67,3%) y maduros (21,8%), la poca cantidad de plántulas (9,9%) y la casi ausencia de plantas adultas (1,0%).

El reclutamiento del cactus está condicionado a la altura y cobertura de las plantas nurses que regulan los valores de temperaturas y fertilidad bajo sus copas. En este sentido *Larrea cuneifolia*, *Tricomaria usillo* y *Zuccagnia punctata* son las nurses más aceptadas.

Se encontró que las variaciones de los porcentajes de densidad de cactus vivos fue altamente significativa para los localizados en la exposición N de las plantas nurses.

Estos resultados, que muestran la variación natural del establecimiento de la población de *Gymnocalycium*, podrían ser de utilidad para su manejo y conservación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Abraham, M. E. 2000. Geomorfología de la provincia de Mendoza. En: Abraham & Rodríguez Martínez (eds) Argentina: Recursos y problemas ambientales de la zona árida Mendoza. 1: 29-47.
2. Álvarez, R.; Godínez-Álvarez, A.; Guzmán, V.; Dávila, P. 2004. Aspectos ecológicos de dos cactáceas mexicanas amenazadas: implicaciones para su conservación. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 75: 7-16.
3. Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Editorial Blume, Barcelona. 820 p.
4. Britton, M. L.; Rose J. N. 1922. The cactaceae. Descriptions and illustrations of plants of the cactus family. The Carnegie Institution of Washington, Washington. 3: 77-78.
5. Cabrera, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2<sup>da</sup> ed. Acme. Buenos Aires, Argentina. p. 1-85.
6. Cody, M. L. 1993. Do Cholla cacti (*Opuntia* spp., Subgenus *Cylindropuntia*) use or need nurse plants in the Mojave Desert? Journal of Arid Environments, 24: 139-154.
7. De Fina, A. L.; Giannetto, F.; Richard, A. E.; Sabella, L. J. 1964 Difusión geográfica de cultivos índices en la provincia de Mendoza y sus causas. INTA, Instituto de Suelos y Agrotecnia, Buenos Aires. 81 p.
8. Di Rienzo, J. A.; Guzmán, A. W.; Casanoves, F. 2002. A multiple comparisons method base on the distribution of the root node distance a binary tree. Journal of Agricultural, Biological and Environment Statistics 7: 1-14.
9. Franco, A. C.; Nobel, P. S. 1989. Effect of nurse on the microhabitat and growth of cacti. Journal of Ecology, 77: 80-88.
10. García Moya, E.; Mackell, C. M. 1970. Contribution of shrubs to the nitrogen economy of a desert-wash plant community. Ecology, 51: 81-88.
11. Godínez-Álvarez, H.; Valiente-Banuet, T.; Ortega-Baes, P. 2003. Demographic trends in the cactaceae. The Botanical Review, 69: 173-203.

12. Hudson, R.; Aleska, A.; Masotta, H. T.; Muro, E. 1990. Provincia de Mendoza. Escala 1:1.000.000. Atlas de suelos de la República Argentina. INTA, Proyecto PNUD ARG 85, 71: 1-106.
13. Hunter, R. B.; Rommey, E. M.; Wallace, A. 1982. Nitrate distribution in Mojave Desert soils. *Soils Science* 134: 22-30.
14. Hutto, T. L.; McAuliffe, J. R.; Hogan, L. 1986. Distributional associates of the saguaro (*Carnegiea gigantea*) Southwestern Naturalist, 31: 469-476.
15. Jordan, P. W.; Nobel, P. S. 1981. Seedling establishment of *Ferocactus acanthodes* in the relation to drought. *Ecology*, 62: 901-906.
16. Kiesling, R. 1975. Los géneros de Cactaceae de Argentina. *Bol. Soc. Arg. Bot.* 16:197-227.
17. \_\_\_\_\_; Meglioli, S. 2003. Cactaceae. *Flora de San Juan.* 2: 182-183.
18. Larrea-Alcázar, D. M.; Soriano, P. J. 2006. Spatial associations, size-distance relationship and population structure of two dominant life forms in a semiarid enclave of the Venezuela Andean. *Plant Ecol.* 186:137-149.
19. Larrea-Alcázar, D. M. 2007. Columnar cacto-shrub relationships in an Andean Semiarid valley in Western Venezuela. *Plan Ecology Do1 10-7/s 11 258-007-9344-3.*
20. McAuliffe, J. R. 1984. Sahuaro nurse tree associations in the Sonoran Desert, competitive effects of sahuaros. *Oecologie* 64: 319-321.
21. Méndez, E. 2007. Variación estructural en poblaciones de *Denmoza rhodacantha* (Cactaceae) sobre laderas de montañas en Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo.* 39(2): 71-80.
22. Niering, W. A.; Whittaker, R. H.; Lowe, C. H. 1963. The Saguaro an poblotion: in relation to environment. *Science* 142(4): 15-23.
23. Nobel, P. S. 1980. Morphology, nurse plant, and minimum apical temperatures for young *Carnegiea gigantea*. *Botanical Gazette*, 141: 188-191.
24. Norte, F. 2001. Mapa climático de Mendoza. En: Abraham & Rodríguez-Martínez (eds.) *Argentina: Recursos y problemas ambientales de la zona árida.* Mendoza. 3: 25-27.
25. Pinto, R.; Moscoso, D. 2004. Estudio poblacional de *Echinopsis atacamensis* (Cactaceae) en la Región de Tarapacá (I): norte de Chile. *Chloris Chilensis.* Año 7:2. <http://www.chlorischile.cl>
26. Prieto, A. S.; González, L.; Comejo, P. 2001. Aspectos ecológicos de una población del cactus columnar *Stenocereus griseus* (Haw.) F. Buxb.. En áreas xerofíticas Cerro Colorado Estado Sucre, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 2: 108-123.
27. Roig, F. A.; Martínez Carretero, E. E.; Méndez, E. 2000. Vegetación de la provincia de Mendoza. En: Abraham & Rodríguez-Martínez (eds). *Argentina: Recursos y problemas ambientales en la zona árida.* Mendoza. 1: 63-64.
28. Rojas-Aréchiga, M ; Vásquez-Yáñez, C. 2000. Cactus seed germination a review. *Journal of Arid Environments* 44: 85-104.
29. Rolleri, E. O; Criado Roque, P. 1970. Geología de la provincia de Mendoza. En: Furque, G.; Mingramm, A.; Rolleri, E. O.; Menéndez, C. A.; Vilella, C. R. ; Stipanivic, P. N.; Quartino, B. J.; Camacho, H. H.; Cortelezzi, C. A. (eds). *Actas IV Jornadas Geológicas Argentinas (Mendoza, abril 1969).* Tomo II Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, 430 p.
30. Steenberg, W. F.; Lowe, C. H. 1969. Critical factors during the first years of life of the saguaro (*Cereus giganteus*) at Saguaro National Monument, Arizona. *Ecology* 50: 825- 834.
31. Turner, R. M.; Alcorn, S. M.; Olin, G. 1969. Mortality of transplanted saguaro seedlings. *Ecology* 50(5): 835-844.
32. Valiente-Banuet, A.; Bolongaro-Crevenna, A.; Briones, O.; Ezcurra, E.; Rosas, M.; Núñez, H.; Bernard, G.; Vázquez, E. 1991. Spatial relationships between cacti and nurse shrubs in a semiarid environments in Central Mexico. *Journal of Vegetation Science* 2: 15-20.

33. Vandemeer, J. 1980. Saguars and nurses trees: a new hypothesis to account for population fluctuations. *Southern Naturalist* 25: 357-360.
34. Yeaton, R. I. 1978. A cyclical relationship between *Larrea tridentata* and *Opuntia leptocaulis* in the Northern Chihuahuan Desert. *Journal of Ecology* 66: 651-656.
35. Zuloaga, F.; Morrone, O. (eds.). 1999. Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina II Acanthaceae-Euphorbiaceae. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 74: 1- 622.
36. \_\_\_\_\_ . 1999. Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina II Fabaceae-Zygophyllaceae. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 74: 623-1269.

### **Agradecimientos**

A los revisores anónimos del trabajo.

A Oscar R. Estévez, por la ayuda en la técnica estadística.

A Mario N. Medero, por el análisis de los suelos.

A Nélida Horak, por la traducción del resumen al inglés.

A María Cecilia Scoones, por el mejoramiento de la figura.