

# Distribución espacial y nodricismo en *Mammillaria carnea* en el municipio de Valerio Trujano, Cuicatlán, Oaxaca

Golubov Jordan<sup>1\*</sup>, Martínez-Valenzuela Paola A<sup>1</sup>, Durán Campos Elizabeth J<sup>1</sup>  
& Martínez Cervantes Yolanda<sup>1</sup>

## Resumen

El patrón de establecimiento en Cactaceae se encuentra relacionado con la interacción con plantas nodrizas. La planta nodriza provee el amortiguamiento frente a las condiciones ambientales o la protección contra herbívoros posibilitando así el establecimiento y crecimiento de los individuos. No obstante algunas especies pueden encontrarse en espacios sin protección de la nodriza. Por esto el presente trabajo tiene como finalidad conocer la distribución de *Mammillaria carnea* en relación con plantas nodrizas y en áreas sin vegetación partiendo de la hipótesis de que las especies nodrizas facilitan el crecimiento de la especie y las plantas que no presentan asociación con nodrizas tienen menor crecimiento. En este trabajo se estudió la distribución espacial de los individuos de *Mammillaria carnea* en 5 transectos de 50 m, con cuadrantes de 5 x 5 m en el municipio de Valerio Trujano, del Distrito de Cuicatlán, Oaxaca, México. Se encontró que en algunos sitios los individuos de *M. carnea* se asocian con nodrizas, mientras que en otros se localizaban indiferentemente en zonas sin vegetación que asociados con nodrizas, aunque espacialmente tienden a estar agregados bajo nodrizas.

**Palabras clave:** Crecimiento, distribución espacial, *Mammillaria carnea*, nodricismo.

## Abstract

The distribution pattern of establishment in the Cactaceae is related to their interaction with nurse plants. The nurse plant minimizes environmental factors easing the possibility of establishment and growth in many cacti. Nevertheless some species can be found in spaces without the protection of a nurse plant. The purpose of this paper is to determine the distribution of *Mammillaria carnea* in relation to their nurse plants and in bare areas assuming that nurse plants facilitate the growth of *M. carnea*. We studied the spatial distribution of individuals of *M. carnea* in 5 50 m transects divided into 5 x 5 m quadrats in the municipality of Valerio Trujano, Cuicatlan Oaxaca, Mexico. We found that the individuals of *M. carnea* were indifferently found in bare areas than associated to a nurse plant, however spatially, individuals under nurse plants tend to be aggregated.

**Keywords:** Growth, *Mammillaria carnea*, nurse plant, spatial distribution.

## Introducción

El fenómeno de la facilitación en plantas se ha descrito en una variedad de familias

y habitats (Flores & Jurado 2000; Nuñez *et al.* 1999) los cuales han generado información relevante de los efectos abióticos y su importancia en la germinación y es-

<sup>1</sup> Lab. Ecología y Taxonomía Vegetal, CBS, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. Calz. del Hueso 1100. Col. Villa Quietud, Coyoacán, DF, 04960, México.

\* Autor de correspondencia: gfgordan@correo.xoc.uam.mx

tablecimiento de los individuos. La facilitación en zonas áridas especialmente en Cactaceae consiste en el reclutamiento y establecimiento no azaroso de los individuos de una especie bajo la copa de los adultos de otras plantas perennes presentes en el hábitat (Cody 1993). Aunque el estudio del nodricismo como estrategia de establecimiento abarca especies de diversas familias (Valiente-Banuet 1991), la mayor parte de los trabajos en las zonas áridas se han ocupado de las cactáceas columnares y otras cactáceas de menor tamaño.

En la mayoría de los estudios realizados sobre el nodricismo, gran parte se ha enfocado a las interacciones competitivas y de reemplazo entre la cactácea y su nodriza (eg. Vandermeer 1980; McAuliffe 1984; Valiente-Banuet *et al.* 1991; Cody 1993; Flores-Martínez *et al.* 1994), sobre la distribución y efecto dentro de la copa de las nodrizas (Mandujano *et al.* 2000) o

de la importancia de las nodrizas y otras asociaciones (Munguía-Rosas & Sosa, 2008; Peters *et al.* 2007). Los resultados de distintos trabajos coinciden en la importancia del papel de la nodriza para generar sitios adecuados para el establecimiento de muchas especies de cactáceas.

A nivel fisiológico, las nodrizas influyen notablemente, entre otros procesos, en la reducción de la temperatura de los tallos por disminución en la radiación (Franco & Nobel 1989; Valiente-Banuet & Ezcurra 1991), reducción en las temperaturas del aire y del suelo bajo sus copas con respecto a los sitios abiertos (Franco & Nobel 1989), incrementan los nutrientes (Reyes-Oliva *et al.* 2002) y la humedad (Nuñez *et al.* 1999). Por la noche, y especialmente durante la época invernal, las nodrizas impiden el enfriamiento excesivo de los tejidos de las plantas, evitando así los efectos letales de los eventos de extremo frío (Steenbergh & Lowe 1977;



Jordan Golubov

FOTO 1. Vista panorámica de la zona de estudio en el Distrito de Cuicatlán, Oaxaca, México.

Franco & Nobel 1989; Suzán *et al.* 1994). A nivel ecológico, algunos de los mecanismos que promueven la agregación bajo nodrizas son la dispersión no azarosa de semillas por animales (Steenbergh & Lowe 1977), la germinación y la sobrevivencia diferencial entre microhábitat (Valiente-Banuet & Ezcurra 1991; Mandujano *et al.* 1998) y una menor mortalidad por depredación bajo las nodrizas (McAuliffe 1984; Cody 1993; Suzan *et al.* 1994; Mandujano *et al.* 1998).

El presente trabajo tiene como finalidad conocer la distribución de *Mammillaria carnea* en relación al requerimiento de nodricismo encontrado en otras especies o su posible establecimiento en cualquier sitio, incluidas las áreas sin vegetación, partiendo de la hipótesis, que las especies nodrizas facilitan el crecimiento de *Mammillaria carnea*, y que los individuos que logran establecerse sin nodrizas tienen menor crecimiento dado que están sometidas al factores ambientales más severos. Además analizamos el patrón de distribución espacial de los individuos *M. carnea* suponiendo encontrar agregación especialmente bajo la sombra de las plantas nodriza.

## Material y métodos

*Mammillaria carnea*, Zucc. ex Pfeiff. es una cactácea globosa que tiene tallos de 5.0 cm y 1 cm de alto, tanto sus espinas centrales como radiales miden entre 0.5-4.8 cm, sus frutos 1.8-2.3 cm de largo, 0.5 cm de ancho rojos, con semillas de 0.6-0.8 cm (Arias & Guzmán 1997; Fotos 2 y 3). El estudio se realizó en el distrito de Cuicatlán, en el municipio de Valerio Trujano en la región de La Cañada, Oaxaca, México. Su clima es semiárido con lluvias en verano (García 1973); la temperatura media anual es de 24.5 °C

(INEGI 1981) y su precipitación media anual es de 380 mm (García 1973). Se encuentra aproximadamente a 150 Km al sureste de la Ciudad de México, entre las ciudades de Puebla y Orizaba (96° 58' 45" N y 17° 46' 15") a 1407 m de altitud (Peters 1993). Cuicatlán forma parte de la Sierra Madre Sur y ocupa la zona noroccidental de la subprovincia de la Meseta de Oaxaca y es una zona de matorral xerófilo (Rzedowski 1994).

En el matorral xerófilo se trazaron aleatoriamente 5 transectos de 50 m cada uno, dentro de ellos se delimitaron 5 parcelas de 5 m x 5 m. Dentro de cada parcela, asignamos la presencia (si se encontraban bajo el dosel) o ausencia (fuera del dosel) de asociación para cada individuo, se midió la altura con un flexómetro (cm) y el diámetro con un vernier digital (mm). Si los individuos se encontraban bajo la cobertura de arbustos, dividimos la copa en ocho segmentos en los cuales caracterizamos la humedad y temperatura de cada segmento con un termopar. Se hicieron medidas pareadas siguiendo las mismas orientaciones fuera de la copa de los arbustos. Para obtener el porcentaje de cobertura de la flora de acompañamiento se marcó una parcela de 50 x 3 m y sobre ella se midió la altura y diámetro de la copa de todas las plantas para calcular el área de ocupación del dosel. Se determinó la distribución espacial de *M. carnea* utilizando el índice  $I$  de dispersión ( $I = \text{varianza observada} / \text{media observada}$ ) y usamos  $\chi^2 = I(n-1)$  como método estadístico (Krebs 1999).

## Resultados

La presencia de individuos bajo el dosel de nodrizas fue mayor únicamente en 2 transectos, 2 más tuvieron mayor número de plantas en áreas sin dosel y solo en un caso encontramos las mismas densidades con y sin dosel (Cuadro 1). Encontramos que no hay diferencias en el número de in-

CUADRO 1. Valores promedio y de varianza para cada cuadrante dentro de los 5 transectos bajo nodriza y fuera de la nodriza. Los valores en negrita indican valores significativos ( $\chi^2_{0.975} \leq \chi^2_{\text{observada}} \leq \chi^2_{0.025}$ ).

| Transecto | Bajo nodriza |       |          |                      | Espacio abierto |       |          |                              |
|-----------|--------------|-------|----------|----------------------|-----------------|-------|----------|------------------------------|
|           | # individuos | Media | Varianza | $I_{\text{nodriza}}$ | # individuos    | Media | Varianza | $I_{\text{espacio abierto}}$ |
| 1         | 33           | 5.50  | 38.83    | <b>7.06</b>          | 34              | 3.09  | 2.26     | 0.73                         |
| 2         | 30           | 3.63  | 2.48     | 0.68                 | 126             | 3.78  | 2.60     | 0.69                         |
| 3         | 142          | 3.23  | 6.60     | 2.04                 | 67              | 2.48  | 6.62     | 2.67                         |
| 4         | 155          | 5.48  | 18.46    | <b>3.37</b>          | 241             | 1.25  | 1.92     | 1.54                         |
| 5         | 75           | 1.88  | 2.81     | 1.49                 | 16              | 4.20  | 4.66     | 1.11                         |

dividuos totales entre el dosel y las zonas abiertas ( $\chi^2 = 3.0856$ , g.l. = 1,  $P = 0.08$ ) y hay importantes diferencias entre transectos, lo que sugiere variación grande entre puntos de muestreo ( $\chi^2 = 140.72$ , g.l. = 4,  $P < 0.01$ ). Dentro de transectos encontramos que en dos casos de plantas bajo dosel tuvieron un índice de agregación significativa, mientras que fuera del dosel en todos los transectos, encontramos que la distribución no difiere del azar (Cuadro 1).

La nodriza más abundante fue *C. praecox*, seguida de *Bursera odoratum* y *Opuntia*

*pilifera* (Fig. 1). Sin embargo la flora asociada (Cuadro 2) tiene una abundancia diferente a las preferencias de asociación de *M. carnea*.

El 63% de individuos de *M. carnea* se encontraron orientados entre el norte y el suroeste. Las condiciones de temperatura bajo la nodriza y en espacios abiertos tuvo valores muy parecidos ( $T^{\circ}_{\text{nodriza}} = 32$ ,  $T^{\circ}_{\text{fuera}} = 35$ ,  $H_{\text{nodriza}} = 24\%$ ,  $H_{\text{fuera}} = 12\%$ ). En la orientación NW a S, tanto las temperaturas como la humedad fue muy similar ( $T^{\circ}_{\text{nodriza}} = 32$ ,  $T^{\circ}_{\text{fuera}} = 34$ ,  $H_{\text{nodriza}}$

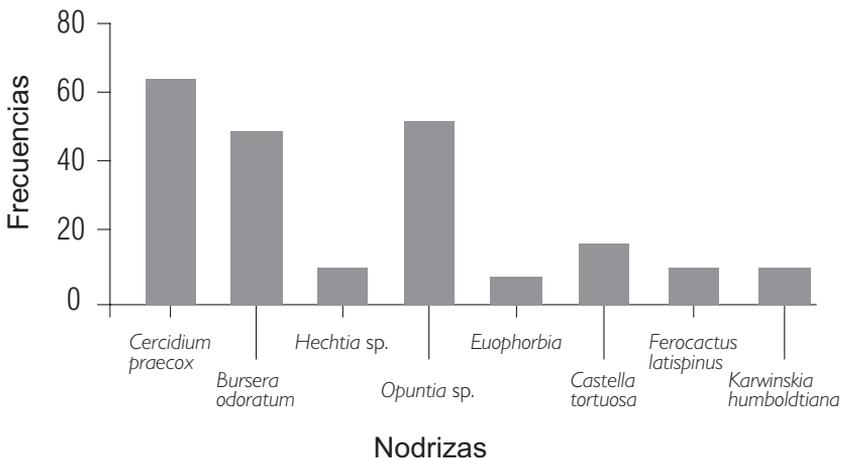
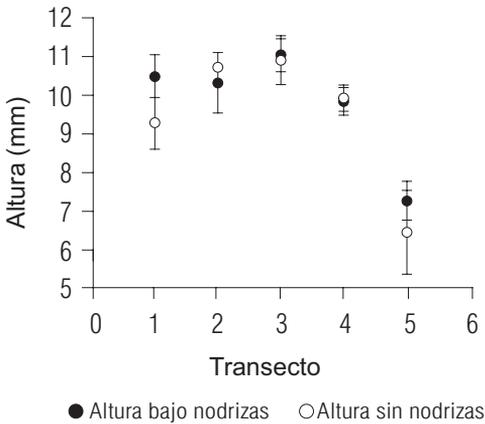


FIGURA 1. Frecuencia de nodrizas encontradas en 5 transectos de 50x50 m en Cuicatlán. Oaxaca.

CUADRO 2. Flora asociada a los sitios de muestreo de *M. carnea* resultado de un transecto de 50x3 m.

| Especies                       | Individuos | Cobertura promedio | %     |
|--------------------------------|------------|--------------------|-------|
| <i>Castella tortuosa</i>       | 6          | 1.02               | 13.42 |
| <i>Karwinskia humboldtiana</i> | 8          | 1.9                | 25.00 |
| Bromeliaceae                   | 2          | 0.03               | 0.39  |
| <i>Prosopis laevigata</i>      | 5          | 1.38               | 18.16 |
| Solanaceae                     | 7          | 0.65               | 8.55  |
| <i>Bursera odoratum</i>        | 20         | 2.01               | 26.45 |
| <i>Opuntia</i> sp              | 12         | 0.61               | 8.03  |

FIGURA 2. Altura promedio (+/- EE) de individuos de *M. carnea* bajo nodrizas (negro) y en espacios abiertos (blanco) para cada transecto.

28%  $H_{fuera} = 27\%$ ). No encontramos diferencias en el tamaño de las plantas entre las condiciones bajo nodrizas y en espacio abierto (Fig. 2)

## Discusión

La facilitación en Cactaceae ha sido ampliamente documentada, sin embargo no

siempre hay una facilitación biótica sino que también podemos encontrar facilitación con elementos abióticos (Munguía-Rosas & Sosa 2009). Para *M. carnea* en esta zona de la reserva no encontramos evidencia clara de la necesidad de una asociación con especies nodrizas, aunque si se observa en algunos transectos y esto ya se ha encontrado en otros sitios, en particular se reporta una asociación entre *M. carnea* y *Castella tortuosa* (Rodríguez 2000). Aunque se han propuesto factores limitantes para el establecimiento de individuos en sitios abiertos, en el caso de *M. carnea*, no parecen tener efectos relevantes, no solo encontramos la misma cantidad de individuos bajo nodriza y en espacios abiertos sino que los tamaños de los individuos tampoco difieren. Esto nos indica que para *M. carnea* la asociación no es obligada como en otras especies o en otras poblaciones aún de la misma especie. Hay mucha evidencia de el papel de la facilitación para la germinación y establecimiento en Cactaceae en algunos casos por un incremento cantidad de nutrientes bajo las copas (Reyes-Oliva *et al.* 2002). Sin embargo también hay evi-

Jordan Golubov



FOTO 2. Individuo de *Mammillaria carnea* en floración en el municipio de Valerio Trujano, del Distrito de Cuicatlán, Oaxaca, México.

David Aquino



FOTO 3. Forma cespitosa de crecimiento en *Mammillaria carnea*.

dencia de una distribución homogénea de nutrientes en la zona de Zapotitlán Salinas (Valiente-Banuet *et al.* 1991), lo cual sugiere que al menos para algunos factores la asociación con nodrizas no siempre tiene ventajas. Esto nos lleva a pensar en que la asociación planta-nodriza es un balance de costos y beneficios para la nodriza y para el protegido. Por ejemplo, Jordan y Nobel (1989), encuentra que la asociación

disminuye las tasas de crecimiento por la disminución en la actividad fotosintética.

Aún cuando encontramos diferencias entre la población estudiada en Tehuacán y ésta, al parecer siguen prefiriendo la misma especie de nodriza en ambos sitios. En Cuicatlán, encontramos que *M. carnea* cuando se encuentra asociada es con *C. praecox* aunque esta se encuentra en muy bajas proporciones y no encontramos indi-

viduos de *M. carnea* bajo *Prosopis laevigata* ni bajo *Karwinskia humboldtiana*, especies que se encuentran bien representadas en el hábitat. Esto nos sugiere que aún cuando existe una asociación con un arbusto, normalmente lo hacen con ciertas especies que deben de conferir ciertas características que no necesariamente se encuentran relacionadas con la calidad del hábitat. Por ejemplo Valiente-Banuet *et al.* (1991) no encontraron diferencias importantes en la calidad de la copa de diferentes nodrizas, aunque podríamos pensar que el uso de ciertas especies depende más de la conducta del dispersor que de las condiciones bióticas generadas de la nodriza.

En los individuos que se encontraban bajo arbustos, encontramos que algunas zonas del arbusto generan condiciones diferentes bajo sus copas. Se ha probado que las condiciones térmicas están amortiguadas abajo de las nodrizas (Drezner 2006), y se ha encontrado evidencia de más individuos protegidos en la parte Sur de la nodriza (Drezner 2007) y también en la parte Norte (Valiente-Banuet *et al.* 1991). También hay evidencia en la que la distribución de los individuos no se encuentra relacionada con la orientación del tronco de la nodriza sino de donde se encuentra la copa (Drezner 2010). En el caso de *M. carnea* encontramos más individuos en la zona Norte y Suroeste como lo encontrado por otros autores (Valiente-Banuet *et al.* 1991) aunque no podemos descartar que exista un efecto de la forma de la copa que se encuentre sesgando la distribución de los individuos.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a J Reyes, J Pérez Crisanto y miembros de la Sociedad Mexicana de

Cactología AC por el apoyo logístico durante la realización de este trabajo. La UAM-X apoyó con el transporte y equipo utilizado.

### Bibliografía

- Arias S & Guzmán U. 1997. Flora de Tehuacán. Fascículo *Las Cactáceas de Tehuacán*. México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México DF., México.
- Cody M. 1993. Do cholla cacti *Opuntia* spp. subgenus *Cylindropuntia* use or need nurse plants in the Mojave Desert. *J Arid Environ* **24**:139-154.
- Drezner T. 2006. Plant facilitation in extreme environments: The non-random distribution of saguaro cacti (*Carnegiea gigantea*) under their nurse associates and the relationship to nurse architecture. *J Arid Environ* **65**:46-61.
- Drezner T. 2007. An analysis of winter temperature and dew point under the canopy of a common Sonoran Desert nurse and the implications for positive plant interactions. *J Arid Environ* **69**:554-568
- Drezner T. 2010. Nurse tree canopy shape, the subcanopy distribution of cacti, and facilitation in the Sonoran Desert. *J Torrey Bot Club* **137**:277-286.
- Flores MA, Ezcurra E & Sánchez C. 1994. Effect of *Neobuxbaumia tetetzo* on growth and fecundity of its nurse plant *Mimosa luisana*. *J Ecol* **82**:325-330.
- Flores J & Jurado E. 2003. Are nurse-protégé interaction more common among plants from arid environments? *J Veg Sci* **14**:911-916.
- Franco AC & Nobel PS. 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *J Ecol* **82**:325-330.
- García E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación de Koeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. México. Instituto de Geografía. Universidad

- Nacional Autónoma de México.
- INEGI. 1981. Carta topográfica 1: 250, 000. Oaxaca, E 149, Instituto Nacional de Estadística, geografía e Informática (INEGI). México.
- Krebs C. 1999. *Ecological Methodology*. Addison Wesley Longman, USA.
- Mandujano MC, Méndez I & Golubov J. 1998. The relative contributions of sexual reproduction and clonal propagation in *Opuntia rastrera* from two habitats in the Chihuahuan Desert. *J Ecol* **86**:911-921.
- Mandujano MC, Flores MA, Golubov J & Ezcurra E. 2000. Spatial distribution of three globose cacti in relation to different nurse plant canopies and bare areas. *Southwest Nat* **47**: 162-168.
- McAuliffe JR. 1984. Sahuaro-nurse tree association in the Sonoran Desert cacti. *Oecologia* **65**:82-85.
- Munguía-Rosas MA & Sosa VJ. 2008. Nurse plants vs nurse objects: Effects of woody plants and rocky cavities on the recruitment of the *Pilosocereus leucocephalus* columnar cactus. *Ann Bot* **101**:175-185.
- Núñez CI, Aizen MA & Ezcurra C. 1999. Species associations and nurse plant effects in patches on high Andean vegetation. *J Veg Sci* **10**:357-364
- Peters EM. 1993. Variaciones microclimáticas de un desierto intertropical en el centro de México: Algunas aplicaciones sobre vegetación. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Peters EM, Martorell C & Ezcurra E. 2007. Nurse rocks are more important than nurse plants in determining the distribution and establishment of globose cacti (*Mammillaria*) in the Tehuacán Valley, Mexico. *J Arid Environ* **72**: 593-601.
- Reyes-Oliva A, García-Moya E & López-Mata L. 2002. Cacti-shrub interactions in the coastal desert of northern Sinaloa, Mexico. *J Arid Environ* **52**: 431-445.
- Rodríguez CE. 2000. Distribución espacial en el hábitat de *Mammillaria carnea* y *M. pectinifera* en el Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla, México. *Cact Suc Mex* **45**:4-14.
- Rzedowski J. 1978. *La vegetación de México*. Limusa, México.
- Steenbergh WH & Lowe CH. 1997. *Ecology of the Saguaro II: Reproduction, Germination, Establishment, Growth and Survival of the young plant*. National Park Service Scientific Monograph Series 8. U. S. Washington D.C., Government Printing Office.
- Suzán H, Nabhan GP & Patten DT. 1994. Nurse plant and floral biology of a rare night-blooming *Cereus*, *Peniocereus striatus* (Brandeggee) F. Buxbaum. *Conserv Biol* **13**:98-107.
- Valiente-Banuet A. 1991. Dinámica del establecimiento de cactáceas. Patrones generales y consecuencias de los procesos de facilitación por plantas nodrizas en los desiertos. Tesis Doctoral. México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Valiente-Banuet A. & Ezcurra E. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacán Valley, Mexico. *J Ecol* **79**:961-970.
- Valiente-Banuet A, Bolognaro-Crevenna A, Briones O, Ezcurra E, Rosas M, Núñez H, Barnard G & Vázquez E. 1991. Spatial relationships between cacti and nurse shrubs in a semi-arid environment in central Mexico. *J Veg Sci* **2**:15-20.
- Vandermeer J. 1980. Sahuaros and nurse trees: a new hypothesis to account for population fluctuations. *Southwest Nat* **25**:357-360