

Descripción morfológica y germinación de las semillas de *Echinomastus unguispinus*

Ruiz-González Sylvia Patricia¹, Rojas-Aréchiga Mariana¹ & Mandujano María C.^{1*}

Resumen

Echinomastus unguispinus es una cactácea globosa que se distribuye en el Desierto Chihuahuense y se encuentra en la categoría de protección especial según la NOM-ECOL-2001. En este estudio se determinaron las características morfológicas de las semillas y se realizaron pruebas de germinación. Las semillas son de tamaño mediano, de color café oscuro-negruzcas y lustrosas y germinan a un porcentaje relativamente alto (81.8%) bajo condiciones de temperatura constante de 25 °C y fotoperiodo de 12 h. Las semillas son fotoblásticas positivas y las semillas incubadas en la oscuridad (germinación nula) al ser posteriormente transferidas a la luz blanca germinaron en un porcentaje mucho menor (42%), sugiriendo que desarrollaron skotolatenencia, aunque no se realizaron otros experimentos con adición de ácido giberélico ni se realizaron estudios de viabilidad en las semillas. Este estudio provee información básica de las semillas de esta especie la cual puede ser utilizada en proyectos de conservación.

Palabras clave: *Echinomastus*, Desierto Chihuahuense, fotoblastismo, germinación, semillas.

Abstract

Echinomastus unguispinus is a globose cactus that is distributed in the Chihuahuan Desert and is considered under special protection by the NOM-ECOL-2001. Here, we determined the morphological characteristics of the seed and we performed germination experiments. Seeds are medium-sized, dark-brown to black and shiny and germinated 81.8% under a constant temperature of 25 °C and a 12 h photoperiod. Seeds are positive photoblastic and it seems that they showed skotodormancy as seeds incubated under darkness (nil germination) and then transferred under white light, germinated at a much lower percentage (42%), though experiments with the addition of gibberellic acid or seed viability tests were not performed. This study provides basic information about seed biology that can be used in conservation programs.

Key words: Chihuahuan Desert, *Echinomastus*, germination, photoblastism, seeds.

Introducción

La germinación de semillas está determinada por la combinación de distintos factores

abióticos, por ejemplo, la disponibilidad de agua, los nutrientes y la luz. Entre estos se ha descrito que la luz juega un papel principal al promover la germinación ya que

¹ Laboratorio de Genética y Ecología. Depto de Ecología de la Biodiversidad. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria 04510, México, D.F.

* Autor de correspondencia: mcmandujano@gmail.com



Sylvia Ruiz

FOTO 1. Individuo adulto de *Echinomastus unguispinus* en la Reserva de la Biósfera de Mapimí, Desierto Chihuahuense.

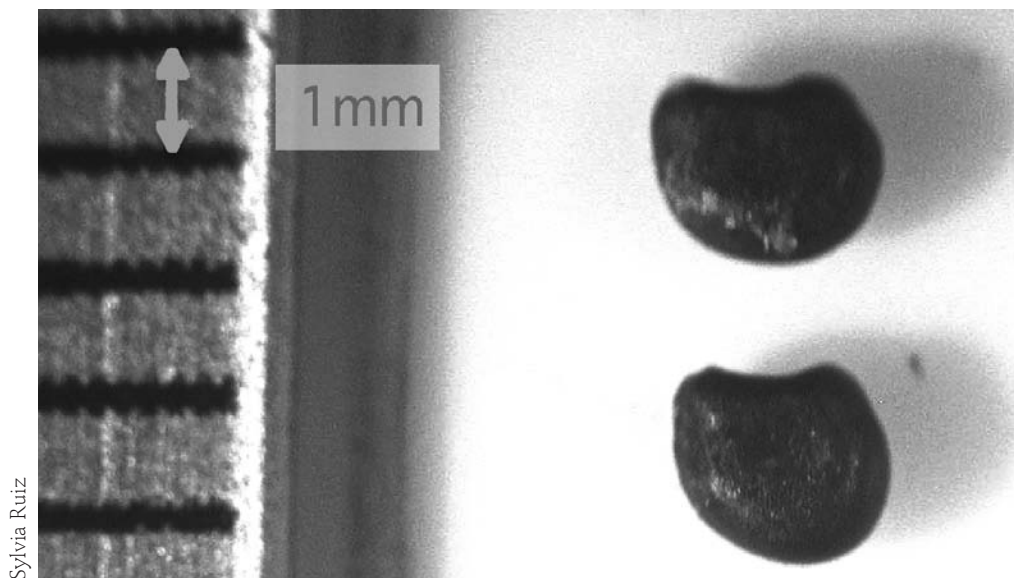
funciona como un indicador del tiempo y el lugar para el futuro establecimiento (Vázquez-Yanes *et al.* 1990).

De acuerdo con la respuesta de las semillas a la luz, éstas se han clasificado en tres tipos: 1) semillas indiferentes, cuando germinan bajo condiciones de luz blanca y en la oscuridad, 2) fotoblásticas positivas cuando las semillas requieren de luz blanca para germinar y, 3) fotoblásticas negativas cuando la luz blanca inhibe la germinación de semillas (Baskin & Baskin 1998).

El fotoblastismo positivo le confiere a las semillas la capacidad de formar bancos de semillas ya que no germinan al estar enterradas, además la ausencia de luz con imbibición por periodos prolongados puede inducir latencia secundaria o skotolatenia

que impide la germinación en la oscuridad y que probablemente se mantiene aun por un tiempo cuando pasan de la oscuridad a la luz (Baskin & Baskin 1998; Rojas-Aréchiga & Batis 2001; Romero-Schmidt *et al.* 1992; Flores *et al.* 2006).

La latencia se puede definir como la falta de germinación de las semillas aún cuando las condiciones ambientales son adecuadas para que ésta ocurra. Baskin y Baskin (2004) reconocen cinco tipos de latencia: física, fisiológica, morfológica, morfofisiológica y una combinación entre la física y la fisiológica. En los ambientes estocásticos, como son las zonas áridas, se ha descrito que la latencia secundaria tiene una gran importancia ecológica ya que parece disminuir la variación demográfica asociada a la germinación y



Sylvia Ruiz

FOTO 2. Semillas de *Echinomastus unguispinus* bajo el microscopio estereoscópico.

establecimiento en el largo plazo (Philippi 1992; Cohen 1996; Venable 2007).

Existen varios estudios que indican que las cactáceas globosas presentan semillas fotoblásticas positivas (Flores *et al.* 2006; Rojas-Aréchiga *et al.* 2008), lo cual puede estar asociado al tamaño de la semilla (Milberg *et al.* 2000).

El conocimiento de la dinámica de la germinación y del crecimiento temprano de las semillas nos permite entender las dinámicas poblacionales y la estructura de las comunidades de las zonas áridas (Valiente-Banuet *et al.* 1991). Además el identificar los mecanismos de facilitación de establecimiento es de gran utilidad para el manejo local de plantas amenazadas (Suzán *et al.* 1996; Tewksbury & Lloyd 2001). Esto resulta de gran importancia para las especies de la familia Cactaceae ya que en general son plantas que presentan bajas tasas de reclutamiento, ciclos de vida largos y crecimiento lento lo que las hace

particularmente vulnerables a factores antropogénicos como el cambio de uso de suelo y la sobrecolecta (Nobel 2001).

En este trabajo se describen las características morfológicas y los requerimientos de germinación de *Echinomastus unguispinus*, una cactácea globosa que presenta una distribución restringida, una alta especificidad de hábitat y baja densidad poblacional (Ruiz-González *et al.* datos no publicados) con el objeto de facilitar información que puede ser utilizada en proyectos de propagación y conservación de esta especie.

Materiales y Métodos

Especie de estudio

Echinomastus unguispinus (Engelm.) Britton & Rose, es una cactácea globosa de color verde o verde azul que llega a medir 15 cm. de altura (Foto 1). Su época de floración es entre marzo y abril, sus flores son color marrón, formándose después frutos pequeños de color verde que

contienen semillas de color negro. Se distribuye en el desierto Chihuahuense en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas y San Luís Potosí (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1991; Guzmán *et al.* 2003). Esta cactácea se encuentra en el Apéndice II del CITES (Inskipp & Gillet 2003) y en la categoría de "bajo protección especial" por la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059-2001). Algunos estudios ecológicos han revelado que presenta una densidad baja (41.6 ind/km²) comparada con otras cactáceas globosas (López, com. pers.; Gurvich *et al.* 2006; Trager 2006; Flores-Martínez *et al.* 2009; Zepeda-Martínez 2010), y un decremento anual en su número poblacional, además de presentar una alta especificidad de hábitat determinado en gran parte por el contenido de calcio en el suelo (Ruiz-González 2011). Estas características la clasifican dentro de la categorización de Rabinowitz (1981) como una especie rara, tipo 7 lo que la hace propensa a la extinción. El conocimiento de los requerimientos para germinar de esta especie son indispensables para proponer estrategias de manejo y conservación.

Colecta y conteo de semillas

En junio de 2007, se realizó una colecta de frutos de varios individuos de una población de *E. unguispinus* en la Reserva de la Biosfera de Mapimí en el Desierto Chihuahuense. Se realizó un conteo de semillas por fruto y se extrajeron las semillas. Las semillas extraídas se almacenaron en bolsas de papel de estraza a temperatura ambiente hasta su siembra, la cual se realizó en agosto del 2007.

Descripción y medición de semillas

Para obtener el peso y medidas de largo y ancho de semillas se tomó una muestra de 150 semillas. Las semillas se pesaron en una balanza analítica SARTORIUS modelo AG245 y posteriormente se fotografiaron bajo un microscopio estereoscópico para después medirlas (ancho y alto) utilizando

el software VisionWorks LS. Posteriormente se observaron las semillas bajo el microscopio donde se realizó una descripción de estas que consistió en definir la forma, el color y la textura de la testa y el tamaño de la región hilo-micropilar.

Germinación

Se realizaron pruebas de germinación bajo dos condiciones: luz blanca y oscuridad.

Para ello se realizaron 10 repeticiones con 50 semillas, las cuales se sembraron en cajas de Petri con agar al 1%. Para el tratamiento de oscuridad las cajas de Petri se cubrieron con dos capas de papel aluminio inmediatamente después de haberse sembrado. Los dos tratamientos se introdujeron en una cámara de germinación (Lab-Line Instruments, Inc.) a una temperatura constante de 25 °C y un fotoperiodo de 12 h.

El tratamiento bajo luz blanca se monitoreó cada tercer día durante 48 días, el tratamiento de oscuridad se revisó hasta los 48 días y posteriormente se descubrieron las cajas para exponer a las semillas a la luz y se siguió el procedimiento anterior, por otros 106 días. La proporción final de germinación se analizó con un modelo lineal generalizado utilizando el programa JMP para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos (Godínez-Alvarez & Valiente-Banuet 1998; Flores & Briones 2001).

Los datos obtenidos de la germinación se transformaron a la raíz cuadrada del arco-seno para estabilizar la varianza y posteriormente se analizaron utilizando el programa Table-Curve 2D® 4.0 para obtener los siguientes parámetros: a) tasa máxima de germinación tomada como la primera derivada de la curva de germinación ajustada a una ecuación sigmoide b) tiempo de latencia, tomado como el número de días que pasaron entre la siembra de las semillas y su germinación y c) tiempo (en días) en alcanzar la germinación máxima con cada tratamiento. Estos datos se compararon

utilizando una prueba de *t* con el programa JMP (Mooring 1971; Malcolm *et al.* 2003; López & Valdivia 2007).

Resultados

Conteo y descripción de las semillas

Se encontraron 24 frutos completos, en promedio cada fruto contiene 58.26 (± 3.8) semillas (Fotos 2 y 3).

El peso promedio de las semillas de *E. unguispinus* es de 1.428 (± 0.231 D.E.) mg y miden en promedio 1.694 (± 0.147 D.E.) mm de largo y 1.447 (± 0.142 D.E.) mm de ancho. De acuerdo a la categorización propuesta por Barthlott & Hunt (2000) las semillas son de tamaño mediano.

Las semillas son de forma ovoide, lustrosas con un color que va del café oscuro a negro, no presentan apéndices, la región hilo-micropilar es de tamaño mediano y presentan una testa tuberculada.

Germinación

El porcentaje de semillas que germinaron en el tratamiento de luz blanca a los 48 días fue de 81.8% (Foto 4) y en el de oscuridad fue de cero, sin embargo al término del experimento en la oscuridad, las cajas se transfirieron a la luz blanca y se monitorearon por 106 días, registrándose después de ese tiempo un porcentaje de germinación de 42%, menor que las semillas que estuvieron expuestas a la luz blanca desde el principio (Fig. 1). Los análisis del modelo lineal generalizado indican que la germinación de las semillas con el tratamiento de luz es significativamente mayor a las semillas que estuvieron en oscuridad y posteriormente fueron expuestas a la luz con una χ^2 de 174.398 y una Prob $> \chi^2 < 0.0001$.

Con el tratamiento de luz blanca la tasa máxima de germinación varió entre 3.661 y 15.036, el tiempo de latencia fue entre 2.464 y 2.929 días, y el tiempo en alcanzar



Sylvia Ruiz

FOTO 3. Frutos maduros de *Echinomastus unguispinus*.

la germinación máxima varió entre 23.373 y 41.959 días mientras las semillas que estuvieron en la oscuridad y posteriormente expuestas a la luz presentaron una tasa máxima de germinación que va de 2.042 a 3.082, un tiempo de latencia que oscila de 4.181 a 5.242 días y el tiempo en alcanzar la germinación máxima fue entre 56.151 y 75.242 días (Cuadro 1). La prueba de t indica que las semillas en el tratamiento de luz presentaron una tasa máxima de germinación significativamente mayor ($t(8)=-3.70$; $p=0.003$), un tiempo de latencia significativamente menor ($t(8)=8.19$; $p=0.0001$) y un tiempo en alcanzar la germinación máxima significativamente menor ($t(8)=6.98$; $p=0.0001$) que las semillas que pasaron de la oscuridad a la luz.

Discusión

El número de semillas por fruto presenta una gran variación mientras que el tamaño y peso de las semillas es más constante. La forma de las semillas es similar a la de otras especies del género *Echinomastus* (Moreno *et al.* 1992; Barthott & Hunt 2000). Las semillas son de tamaño mediano como la mayoría de las semillas pertenecientes a otras cactáceas globosas, por ejemplo, varias especies de los géneros *Mammillaria*,

Ferocactus y *Ariocarpus* (Rojas-Aréchiga, datos no publicados).

El porcentaje de germinación obtenido en este estudio bajo el tratamiento de luz blanca fue más alto que el reportado para *Echinomastus mariposensis* (Moreno *et al.* 1992) a pesar de que en este estudio no se llevó a cabo ningún tratamiento pregerminativo. No se observó germinación en el tratamiento de la oscuridad, indicando que esta especie presenta fotoblastismo positivo lo que coincide con otras cactáceas globosas estudiadas (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000; Flores *et al.* 2006; Rojas-Aréchiga *et al.* 2008).

Al pasar las semillas del tratamiento de oscuridad a la luz se observa un menor porcentaje de germinación, un mayor tiempo de latencia y un mayor tiempo para alcanzar la germinación máxima, lo que sugiere que la oscuridad puede inducir en las semillas una latencia secundaria denominada skotolatenia (Baskin & Baskin, 1998), sin embargo para asegurarlo habría que realizar pruebas de viabilidad en estas semillas. Flores y colegas (2006) reportan este tipo de latencia para algunas especies de cactáceas.

Las semillas de *E. unguispinus* son de tamaño mediano y son fotoblásticas positivas lo que sugiere que posiblemente tengan la capacidad de formar bancos de semillas

CUADRO 1. Tasa de germinación máxima, tiempo de latencia y tiempo en alcanzar la germinación máxima obtenida de *Echinomastus unguispinus* bajo dos tratamientos de luz.

Tratamiento	Tasa de germinación máxima (media \pm D.E.)	Tiempo de latencia (días) (media \pm D.E.)	Tiempo en alcanzar la germinación máxima (días) (media \pm D.E.)
A (Luz blanca)	9.7262 (4.3044)	2.557 (0.207)	31.825 (7.103)
B (oscuridad-Luz)	2.543 (0.464)	4.818 (50.580)	64.212 (7.559)

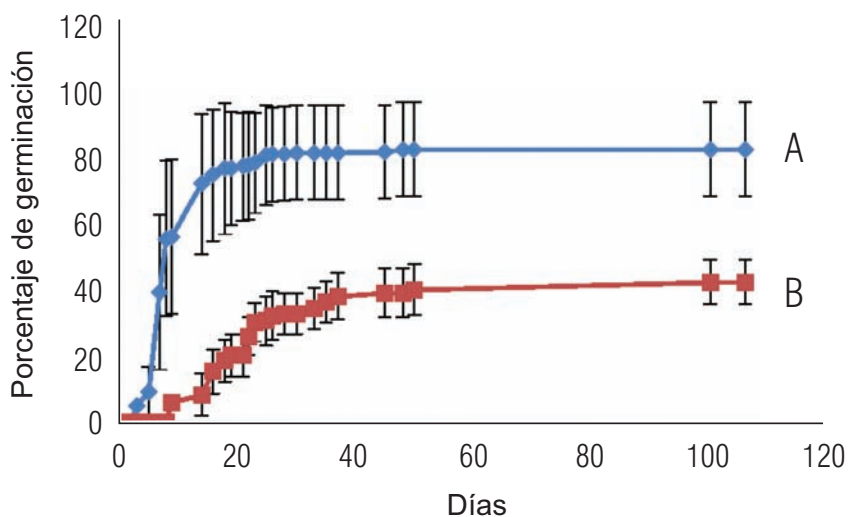


FIGURA 1. Porcentaje de germinación acumulada de *Echinomastus unguispinus* bajo dos tratamientos: A) Semillas en luz y, B) Semillas en oscuridad que después se expusieron a la luz.

aunque no se han realizado estudios al respecto. Aunado a esto, habría que determinar otros factores como la longevidad de las semillas y periodos de postmaduración (Rojas-Aréchiga & Batis 2001).

En este trabajo solamente se utilizó una temperatura constante que se ha descrito como la óptima para varias especies de cactáceas (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000), sin embargo se ha descrito que las

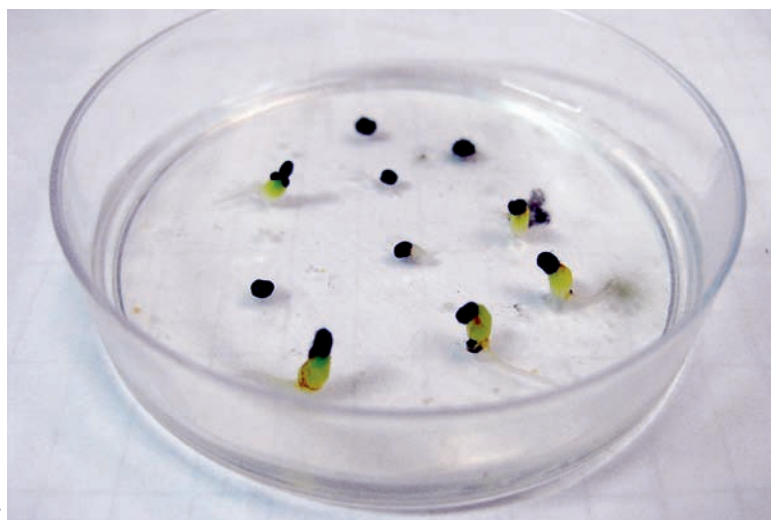


FOTO 4. Semillas germinadas bajo luz blanca de *Echinomastus unguispinus*.

temperaturas alternantes han incrementado la germinación en algunas especies de cactáceas (Alcorn & Kurtz 1959), mientras que en otras la temperatura alternante no ha incrementado significativamente la germinación (Rojas-Aréchiga *et al.* 1998; Ortega-Baes *et al.* 2011). Para determinar con mayor precisión el efecto de las temperaturas constantes y alternantes para la germinación de esta especie habría que realizar experimentos de germinación en ambientes controlados utilizando varias temperaturas constantes y combinaciones de ellas.

Agradecimientos

Agradecemos a los proyectos asignados al laboratorio de Genética y Ecología a cargo de la Dra. María C. Mandujano (PAPIIT 205007, 207411 y CONACYT 90269).

Literatura citada

- Alcorn S & Kurtz E. 1959. Some factors affecting the germination of seed of the saguaro cactus (*Carnegiea gigantea*). *Am J Bot* **46**:526-529.
- Baskin C & Baskin J. 1988. *Seeds Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press. EUA.
- Baskin J & Baskin C. 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Sci Res* **14**:1-16.
- Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada H. 1991. *Las Cactáceas de México* Vol II. UNAM. D.F. México.
- Bravo Hollis H & Scheinvar L. 1995. *El interesante mundo de las Cactáceas*. Mexico. CONACYT y FCE. 233 pp.
- Barthott W & Hunt D. 2000. *Seed diversity in the Cactaceae subfamily Cactoideae*. David Hunt. EUA.
- Flores J, Jurado E & Arredondo A. 2006. Effect of light on germination of seeds of Cactaceae from the Chihuahuan Desert. Mexico. *Seed Sci Res* **16**:149-155.
- Cohen D. 1996. Optimizing reproduction in a randomly varying environment. *J Theor Biol* **12**:119-129.
- Flores J & Briones O. 2001. Plant life-form and germination in a Mexican inter-tropical desert: effects of soil water potential and temperature. *J Arid Environ* **47**:485-497.
- Godínez-Álvarez H & Valiente-Banuet A. 1998. Germination and early seedling growth of Tehuacan Valley cacti species: the role of soils and seed ingestion by dispersers on seedling growth. *J Arid Environ* **39**:21-31.
- Guzmán U, Arias S & Dávila P. 2003. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. UNAM y CONACYT. México.
- Gurvich D, Demaino P & Giorgis M. 2006. The diverse globose community of Argentina's Sierras Chicas Ecology and conservation. *Cac Suc J* **78**:224-230.
- Inskipp T & Gilliet H (eds). 2003. *Checklist of CITES species*. A reference to the Appendices to the Convention. Word Conservation Monitoring Center.
- López R & Valdivia S. 2007. The importance of shrub cover for four cactus species differing in growth form in an Andean semi-desert. *Int Asso Veg Sci* **18**:263-270.
- Malcom P, Holford P, McGlasson W & Newman S. 2003. Temperature and seed weight affect the germination of peach rootstock seeds and the growth of rootstock seedlings. *Sci Hortic* **98**:247-256.
- Milberg P, Anderson L & Thompson K. 2000. Large-seeded species are less dependent on light for germination than small ones. *Seed Sci Res* **10**:99-104.
- Moorning M, Cooper A, Seneca E. 1971. Seed germination response and evidence for height ecophenes in *Spartina alterniflora* from North Carolina. *Am J of Bot* **58**:48-55.
- Moreno N, Lopez J & Arce L. 1992. Aspectos so-

- bre las semillas y su germinación de *Echinomastus mariposensis*. *Cact Suc Mex* **37**:21-27.
- Nobel P. 2001. *Cacti biology and uses*. University of California Press. EUA.
- Ortega-Baes P, Galíndez G, Sührling S, Rojas-Aréchiga M, Daws MI & Pritchard HW. 2011. Seed germination of *Echinopsis schickendantzii* (Cactaceae): the effects of constant and alternating temperatures. *Seed Sci Technol* **39**:219-224.
- Philippi T. 1993. Bet-hedging germination of desert annuals: beyond the first year. *Am Nat* **142**:488-507
- Rabinowitz D. 1981. *The biological aspects of rare plant conservation*. Wiley New York. EUA.
- Romero-Schmidt, H, Vega-Villasante, F, Nolasco, H & Montaña, C. 1992 The effect of darkness, freezing, acidity and salinity on seed germination of *Ferocactus peninsulæ* (Cactaceae). *J Arid Environ* **23**:389-395.
- Rojas-Aréchiga M & Vázquez-Yanes C. 2000. Cactus seed germination: a review. *J Arid Environ* **44**:85-104.
- Rojas-Aréchiga M, Orozco-Segovia A & Vázquez-Yanes C. 1997. Effect of light on the germination of seven species of cacti from the Zapotitlán Valley in Puebla, Mexico. *J Arid Environ* **36**:571-578.
- Rojas-Aréchiga M, Vázquez-Yanes C. & Orozco-Segovia A. 1998. Seed response to temperature of Mexican cacti species from two life forms: an ecophysiological interpretation. *Plant Ecol* **135**:207-214.
- Rojas-Aréchiga M & Batis A. 2001. Las semillas de cactáceas... ¿forman bancos en el suelo? *Cact Suc Mex* **4**:76-82.
- Rojas-Aréchiga M, Golubov J, Romero O. & Mandujano M. 2008. Efecto de la luz y temperatura en la germinación de dos especies de cactáceas en CITES I. *Cact Suc Mex* **53**:51-57.
- Ruiz-González S. 2011. Características edáficas que restringen la distribución de *Echinomastus unguispinus* en la Reserva de la Biósfera de Mapimí. Tesis de Maestría en Conservación y Gestión del Medio Natural: Cambio Global y Sostenibilidad Socioecológica. UNIA. Huelva España.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002. *Norma Ecológica Mexicana NOM-059-ECOL-2004. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario oficial de la Federación 6 de marzo de 1985.
- Suzán H, Nabhan G & Patten D. 1996. The importance of *Oleña tesota* as a nurse plant in the Sonoran Desert. *J Veg Sci* **7**: 635-644.
- Trager J. 2006. The Huntington Botanical Gardens presents the 2006 offering of International Succulent Introductions. *Cact Suc J* **78** :73-83.
- Tewksbury J & Lloyd J. 2001. Positive interactions under nurse plants: spatial scale, stress gradients and benefactor size. *Oecologia* **127**:425-434.
- 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, México. *J Ecol* **79**:961-971.
- Vázquez-Yanes C, Orozco-Segovia A, Rincón E, Sánchez-Coronado M, Huante A, Toledo J & Barradas V. 1990. Light beneath the litter in a tropical forest: Effect on seed germination. *Ecology* **71**:1952-1958.
- Venable L. 2007. Bet Hedging in a guild of desert annuals. *Ecology* **88**:1086-1090.
- Zepeda-Martínez V. 2010. Ecología de poblaciones y asociación nodriza-protégido de *Astrophytum ornatum* (DC.) F.A.C. Weber ex Britton & Rose (Cactaceae) en Querétaro, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM.