
EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA EN LA GERMINACIÓN Y SOBREVIVENCIA DE *Ferocactus townsendianus* BRITT & ROSE

Ariel Guillén Trujillo, José Luis Espinoza, Ricardo Ortega Pérez, Narciso Ysac Ávila Serrano y Alejandro Palacios Espinosa

RESUMEN

Las biznagas (*Ferocactus townsendianus*) son un componente vegetativo importante en Baja California Sur, México, que se ha visto impactado por las actividades humanas, lo que ha significado una disminución notable en las poblaciones naturales. La viabilidad y germinación de las semillas aseguran la prevalencia de estas especies. Las semillas de cactáceas presentan en laboratorio una disminución de su viabilidad que varía entre especies, por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento de la semilla de *F. townsendianus* sobre su germinación y supervivencia. Se utilizaron semillas cosechadas en los años 2003, 2004, 2010, 2012 y 2013, colocadas en cajas

de Petri (cinco repeticiones por año de 20 semillas c/u). Se evaluó la germinación (%), el índice de velocidad de germinación, el tiempo promedio de germinación y la supervivencia (%). El porcentaje de germinación fue menor ($P < 0,03$) para el año 2013. No se observaron diferencias significativas entre años respecto al índice promedio de germinación ($P > 0,35$), el tiempo promedio de germinación ($P > 0,97$) y el promedio de supervivencia de las plántulas ($P > 0,07$). Los resultados obtenidos sugieren la factibilidad y conveniencia de almacenar semillas de *F. townsendianus*, las cuales al ser sometidas a tratamientos a base de luz y temperatura podrían incrementar sus niveles de germinación.

Introducción

México presenta un alto índice de endemismo en cactáceas tanto a nivel genérico (73%) como específico (78%) (Hernández y Godínez, 1994; Rojas-Arechiga y Vázquez-Yanes, 2000). En las regiones áridas y semiáridas, las cactáceas constituyen una de las familias más abundantes e interesantes por su adaptación a las condiciones extremas del ambiente, particularmente a la escasez de agua y temperaturas extremas (Rojas-Arechiga y Vázquez-Yanes, 2000). Sin embargo, son una de las familias más amenazadas, ya que

el hombre ha modificado drásticamente sus poblaciones naturales para desarrollar la agricultura y ganadería, así como por la comercialización de ellas como plantas de ornato (Hernández y Godínez, 1994), el sobrepastoreo, el uso irracional de recursos no maderables (Muro *et al.*, 2009), desarrollos habitacionales y eventos climáticos inusuales. El 35% de las especies mexicanas se encuentran amenazadas, particularmente en el Desierto Sonorense. Las especies amenazadas son 17 en Sonora, 12 en Baja California Sur y 7 en Baja California Norte (Hernández y Godínez, 1994).

La alta radiación, escasez de agua, temperatura fluctuante y alta incidencia de depredadores sobre las semillas, son causa de una mortandad elevada de estas especies en las etapas iniciales de desarrollo (Mandujano *et al.*, 1996; Flores *et al.*, 2004); sin embargo, es a través de las semillas como se asegura la supervivencia y prevalencia de la especie (Rojas-Arechiga y Vázquez-Yanes, 2000). Las semillas poseen diversos mecanismos que les permiten detectar cambios ambientales de temperatura, luz y humedad para poder asegurar su germinación, establecimiento y

crecimiento de las plántulas (Sánchez-Venegas, 1997). La masa de las semillas puede impactar de manera directa sobre la germinación (Pivatto *et al.*, 2014), así como la temperatura, ya que la mayoría de las cactáceas tienen una germinación máxima a los 25°C y esta disminuye a un 50% en los extremos de 17 y 34°C (Sánchez-Soto *et al.*, 2010). Para que las semillas puedan persistir en el suelo y mantenerse viables debe haber luz que cubra el requerimiento, ser de tamaño pequeño, tener un periodo de postmaduración y una longevidad ecológica (Rojas-Arechiga y Batis, 2001).

PALABRAS CLAVE / Biznaga / *Ferocactus townsendianus* / Germinación / Índice de Germinación / Tiempo de Germinación / Supervivencia /

Recibido: 05/11/2013. Modificado: 08/09/2014. Aceptado: 17/09/2014.

Ariel Guillén Trujillo. Ingeniero Zootecnista, MC y Doctor en Filosofía, Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), México. Profesor Investigador, Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), México.
José Luis Espinoza Villavicencio. Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Michoacana de San

Nicolás de Hidalgo (URNICH), México. MC y Doctor en Filosofía, UACH, México. Profesor Investigador, UABCS, México.
Ricardo Ortega Pérez. Ingeniero Zootecnista y MC, UABCS, México. Doctor en Ciencias, CIBNOR, México. Profesor Investigador, UABCS, México.

Narciso Ysac Ávila Serrano. Ingeniero Zootecnista, UABCS, México, MC, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México, Doctor en Ciencias, CIBNOR, México. Profesor Investigador, Universidad del Mar, México.
Alejandro Palacios Espinosa. Médico Veterinario Zootecnista,

Universidad Autónoma de Zacatecas, México. MC y Doctor en Filosofía, UACH, México. Profesor Investigador, UABCS, México. Dirección: Departamento de Zootecnia, UABCS. Carretera al Sur, Km. 5.5, CP 23080, La Paz, B.C.S., México. e-mail: palacios@uabcs.mx.

EFFECT OF SEED STORAGE TIME ON GERMINATION AND SURVIVAL OF *Ferocactus townsendianus* BRITT & ROSE

Ariel Guillén Trujillo, José Luis Espinoza, Ricardo Ortega Pérez, Narciso Ysac Ávila Serrano and Alejandro Palacios Espinosa

SUMMARY

The 'biznaga' (*Ferocactus townsendianus*) are an important vegetative component in Baja California Sur, Mexico, which has been seriously affected by human activities. Therefore, reductions of this specie in natural population have been presented. Viability and seed germination is needed to ensure the prevalence of this species. Cacti seeds present in the laboratory a reduction of their viability that differs between species. The main objective of this study was to evaluate the effect of seed storage time on the germination and survival of *F. townsendianus*. Seeds were collected and used during the years 2003, 2004, 2010, 2012

and 2013 and placed in Petri dishes, each containing 20 seeds at the rate of five dishes per year. Germination (%), germination rate index, germination time and survival (%) were assessed. A lower germination ($P < 0.03$) was found in 2013. No significant differences were found between years on the average germination rate ($P > 0.35$), average time of germination ($P > 0.97$) and the percentage of seedling survival ($P > 0.07$). The results suggest feasibility and convenience of *F. townsendianus* seed storage, which could increase their germination levels upon subjecting them to adequate temperature and light treatments.

EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO DA SEMENTE NA GERMINAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DE *Ferocactus townsendianus* BRITT & ROSE

Ariel Guillén Trujillo, José Luis Espinoza, Ricardo Ortega Pérez, Narciso Ysac Ávila Serrano e Alejandro Palacios Espinosa

RESUMO

As bisnagas (*Ferocactus townsendianus*) são um componente vegetativo importante na Baixa Califórnia Sul, México, que tem sido impactado pelas atividades humanas, o que significa uma diminuição notável nas populações naturais. A viabilidade e germinação das sementes asseguram a prevalência de estas espécies. Em laboratório, as sementes de cactáceas apresentam uma diminuição de sua viabilidade que varia entre espécies, pelo que o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do tempo de armazenamento da semente de *F. townsendianus* sobre sua germinação e sobrevivência. Utilizaram-se sementes colhidas nos anos 2003, 2004, 2010, 2012 e 2013, colocadas em

caixas de Petri (cinco repetições por ano de 20 sementes c/u). Avaliou-se a germinação (%), o índice de velocidade de germinação, o tempo médio de germinação e a sobrevivência (%). A porcentagem de germinação foi menor ($P < 0,03$) para o ano 2013. Não se observaram diferenças significativas entre anos relativas ao índice médio de germinação ($P > 0,35$), o tempo médio de germinação ($P > 0,97$) e a média de sobrevivência das plântulas ($P > 0,07$). Os resultados obtidos sugerem a factibilidade e conveniência de armazenar sementes de *F. townsendianus*, as quais, ao ser submetidas a tratamentos a base de luz e temperatura, poderiam incrementar seus níveis de germinação.

Algunas semillas necesitan de un periodo de tiempo para completar su maduración, pues al momento de su dispersión aún no se encuentra formado el embrión (Rojas-Aréchiga y Batis, 2001). Las semillas de cactáceas presentan en laboratorio una disminución de su viabilidad que varía entre especies; algunas en un año disminuyen su viabilidad y otras pueden mantenerla por más de 5 años (Rojas-Arechiga y Vázquez-Yanes, 2000). Se ha observado que la germinación es un proceso rápido, influyendo algunas características morfológicas de los frutos y semillas (Loza-Cornejo *et al.*, 2012). En virtud de lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento de la semilla de *Ferocactus townsendianus* sobre su germinación y supervivencia.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Laboratorio de Manejo de Pastizales, Universidad Autónoma de Baja California Sur, ubicado en 24°06'19''N y 110°18'51''O. Como una acción para reducir el gasto de agua, la universidad empezó a usar especies nativas como ornamentación en sus camellones centrales y jardines, donde un componente importante lo constituyen las biznagas (*Ferocactus townsendianus* Britt & Rose), que después de más de 10 años de trasplantadas, siguen algunas de ellas dando frutos año con año. De estas plantas es de donde se ha cosechado toda la semilla usada en el presente estudio.

Se eligieron al azar semillas cosechadas en las fechas 28/05/2003, 13/01/2004, 15/03/2010, 17/02/2012 y

01/05/2013. Las semillas fueron cosechadas una vez que el fruto se veía de color amarillo pálido, lo que indicaba que ya se desprendería fácilmente de la planta. Posteriormente se trozaron en secciones y pusieron a secar a temperatura ambiente, para luego almacenar las semillas en bolsas de plástico en el laboratorio a temperatura ambiente. Se utilizó una solución de hipoclorito de sodio 25% para la esterilización de las semillas; después se enjuagaron con agua normal y se secaron a temperatura ambiente. Se seleccionaron las semillas de apariencia sana y fueron colocadas 20 semillas en cada caja de Petri con su respectivo papel absorbente como sustrato, el cual era regado con agua cada vez que el papel se veía sin humedad. Se utilizaron cinco unidades experimentales por fecha de

cosecha. El experimento se inició el 13/04/2013 y las lecturas de germinación se hicieron diariamente por la mañana durante 20 días, considerando que tuvo lugar la germinación al aparecer la radícula. La temperatura promedio en el laboratorio fue de 29°C. Se obtuvo el índice de velocidad de germinación de Scott (González y Orozco, 1996; Álvarez *et al.*, 2004) mediante la ecuación

$$IG = \frac{\sum(n_i t_i)}{N}$$

donde n_i : número de semillas germinadas al día i , t_i : días transcurridos desde el inicio del experimento hasta el día i , y N : número total de semillas germinadas.

A mayor índice de germinación, mayor velocidad de

germinación. El tiempo medio de germinación fue obtenido según la fórmula propuesta por Ellis y Roberts (1980) y Sánchez-Soto *et al.*, (2005):

$$t_{50} = \frac{SG_{ii}}{G_1}$$

donde t_{50} : tiempo transcurrido hasta el percentil 50 de semillas germinadas, i : día de germinación, y G_{ii} : número de semillas germinadas en la unidad experimental al día i .

Para la supervivencia las plántulas obtenidas de la semilla se ordenaron en grupos experimentales con 35 plántulas de cada fecha de colecta, las cuales fueron colocadas en charolas de unicel con suelo arcillo arenoso. A los dos meses de trasplantadas se evaluó la sobrevivencia utilizando una prueba de χ^2 para homogeneidad de parámetros utilizando Minitab®17,1,0 (2013). Previo al análisis estadístico (ANDEVA) los porcentajes de germinación fueron transformados a arcoseno para la aproximación a una curva normal (Steel y Torrie, 1985). El índice de germinación y el tiempo promedio de germinación fueron analizados mediante ANDEVA y pruebas de Tukey para comparar las medias, utilizando Minitab®17,1,0 (2013).

Resultados

En la Figura 1 se muestra que las fechas de cosecha mostraron diferencias significativas ($P < 0,03$) en los porcentajes de germinación, siendo los años 2003, 2004, 2010, y 2012 iguales (46,7; 56,2; 62,0 y 41,6%, respectivamente), en contraste al 2013 con apenas 25,1% de germinación. El índice promedio de germinación fue de 5,1; 7,1; 8,7; 4,9 y 1,9 para los años 2003, 2004, 2010, 2012 y 2013, respectivamente, sin registrar diferencias significativas ($P > 0,35$) entre los años de cosecha (Figura 2). Los valores promedio para los índices de tiempo de germinación fueron 0,61; 0,66; 0,79; 0,77 y 0,73 días para los años 2003, 2004, 2010, 2012 y 2013, respectivamente, sin registrarse diferencias significativas ($P > 0,97$) entre los años de cosecha (Figura 3). No hubo diferencias significativas ($P > 0,07$) entre los porcentajes de supervivencia de las plántulas por año de cosecha siendo los valores en orden descendente para 2010, 2003, 2013, 2004 y 2012, respectivamente (Figura 4).

2012 y 2013, respectivamente, sin registrarse diferencias significativas ($P > 0,97$) entre los años de cosecha (Figura 3). No hubo diferencias significativas ($P > 0,07$) entre los porcentajes de supervivencia de las plántulas por año de cosecha siendo los valores en orden descendente para 2010, 2003, 2013, 2004 y 2012, respectivamente (Figura 4).

Discusión

Los resultados muestran que la semilla de la biznaga requiere tiempo para madurar, como ocurre con algunas cactáceas (Rojas-Arechiga y Vázquez-Yanes, 2000; De la Barrera and Nobel, 2003), lo que contrasta con hallazgos reportados en otras especies (Rojas-Arechiga y Batis, 2001; De la Barrera y Nobel, 2003; Benítez *et al.*, 2004; Soto *et al.*, 2005; Sánchez-Soto *et al.*, 2010). Se ha demostrado que en la germinación de la semilla influyen factores ambientales (Romo-Campos *et al.*, 2010; Amador *et al.*, 2013; Pivatto *et al.*, 2014) así como también el tamaño de la semilla (Bowers and Pierson, 2001; Ayala *et al.*, 2004), por lo que los bajos niveles de germinación en este trabajo podrían incrementarse si las semillas fueran sometidas a tratamientos de luz y temperatura. En relación al índice promedio de germinación se observa una tendencia contraria a la encontrada con diversos tratamientos de escarificación usados (Navarro y González, 2007; Navarro *et al.*, 2008), aunque el índice de germinación puede variar de acuerdo a la procedencia de la semilla (Álvarez *et al.*, 2004). Los valores del tiempo de germinación registrados en este trabajo coinciden con diversos valores encontrados, variando de acuerdo a las especies y fechas de cosecha (Rojas-Arechiga *et al.*, 2001; De la Barrera y Nobel, 2003; Mihalte *et al.*, 2011) o a los tratamientos aplicados a la semilla (Sánchez-Venegas, 1997; Martínez Cárdenas *et al.*, 2006), por lo que los

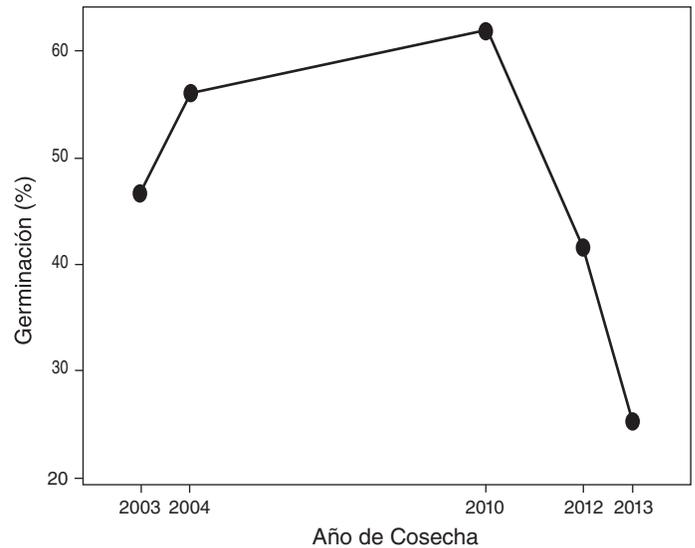


Figura 1. Germinación (%) de *Ferocactus townsendianus* en varios años de cosecha.

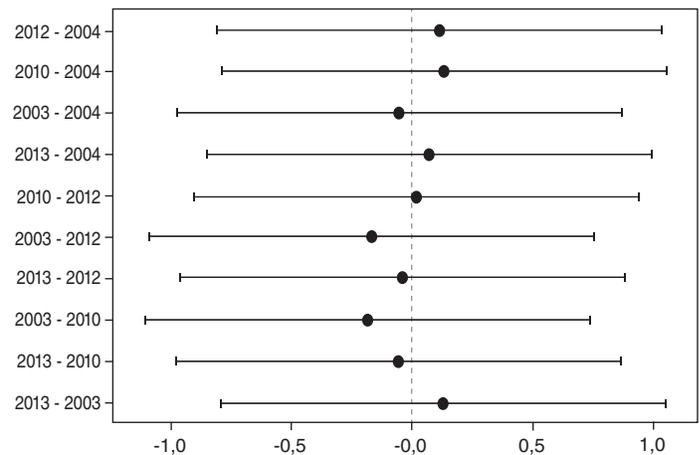


Figura 2. Diferencia entre medias para índice de germinación de *Ferocactus townsendianus* entre varios años de cosecha. Intervalos de confianza de Tukey al 95%.

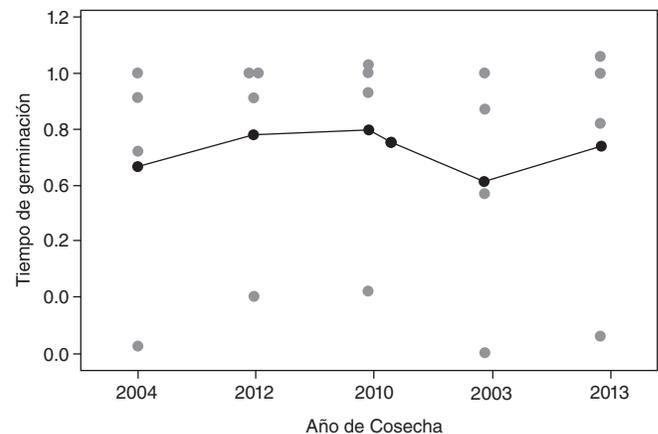


Figura 3. Valores individuales de tiempo de germinación en *Ferocactus townsendianus* por año de cosecha.

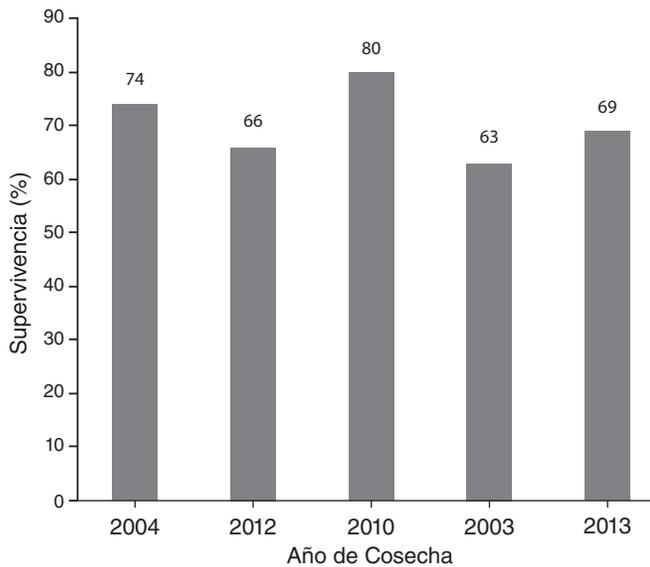


Figura 4. Supervivencia (%) de *Ferocactus townsendianus* por año de cosecha.

datos obtenidos pueden ser un reflejo de las condiciones de almacenamiento (Trejo y Garza, 1993) y del tiempo de cosecha. Los valores obtenidos en supervivencia muestran tendencia contraria a la informada en otras cactáceas (Álvarez y Montaña, 1997; Navarro y González, 2007).

Conclusión

El tiempo de almacenamiento de la semilla puede no afectar la viabilidad de la semilla de *Ferocactus townsendianus*; sin embargo, los valores bajos sugieren que deben emplearse algunos otros métodos para incrementar estos valores, así como los índices de velocidad y tiempo de germinación. La supervivencia debe ser analizada a través de estudios en condiciones más apropiadas de laboratorio o en condiciones directas de campo.

REFERENCIAS

Álvarez R, Godínez HA, Guzmán U, Dávila P (2004) Aspectos ecológicos de dos cactáceas mexicanas amenazadas: implicaciones

para su conservación. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 75: 7-16.

Álvarez AMG, Montaña C (1997) Germinación y sobrevivencia de cinco especies de cactáceas del Valle de Tehuacán: Implicaciones para su conservación. *Act. Bot. Mex.* 40: 43-58.

Amador AKA, Díaz JG, Loza SC, Bivián EY (2013) Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plantas de dos especies de *Ferocactus* (Cactaceae). *Polibotánica* 35: 109-131.

Ayala CA, Terrazas T, López LM, Trejo C (2004) Variación del tamaño y peso de la semilla y su relación con la germinación en una población de *Stenocereus beneckeii*. *Interciencia* 29: 692-697.

Benítez RJL, Orozco A, Rojas M (2004) Light effect on seed germination of four *Mammillaria* species from the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Central Mexico. *Southwest. Nat.* 49: 11-17.

Bowers JE, Pierson EA (2001) Implications of seed size for seedling survival in *Carnegiea gigantea* and *Ferocactus wislizeni* (Cactaceae). *Southwest. Nat.* 46: 272-281.

De la Barrera E, Nobel PS (2003) Physiological ecology of seed

germination for the columnar cactus *Stenocereus queretaroensis*. *J. Arid Environ.* 53: 297-306.

Ellis RH, Roberts EH (1980) Towards a rational basis for testing seed quality. En Hebblethwaite PD (Ed.) *Seed Production*. Butterworths. Londres, RU. pp. 605-635.

Flores J, Briones O, Flores A, Sánchez SC (2004) Effect of predation and solar exposure on the emergence and survival of desert seedlings of contrasting life-forms. *J. Arid Environ.* 58: 1-18.

González LZ, Orozco AS (1996) Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 58: 15-30.

Hernández HM, Godínez HA (1994) Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Bot. Mex.* 26: 33-52.

Loza-Cornejo S, Terrazas T, López-Mata L (2012) Fruits, seeds and germination in five species of globose cactaeae (Cactaceae). *Interciencia* 37: 197-203.

Mandujano MC, Montaña C, Eguiarte L (1996) Reproductive ecology and inbreeding depression in *Opuntia rastrera* (Cactaceae) in the Chihuahuan Desert: why are sexually derived recruitments so rare? *Am. J. Bot.* 83: 63-70.

Martínez-Cárdenas ML, Cabrera-Jiménez MC, Carmona A, Varela-Hernández GJ (2006) Promoción de la germinación de semillas de *Stenocereus griseus* (Haworth) Buxbaum y *Escontria chiotilla* (weber) Rose. *Cact. Sucul. Mex.* 51(4): 111-121.

Mihalte L, Sestras RE, Feszt G (2011) Methods to improve seed germination of cactaceae species. *Bulg. J. Agric. Sci.* 17: 288-295.

Minitab®17,1,0 (2013) Statistical Software. Minitab Inc.

Muro GP, Romero UM, Flores J, Sánchez JS (2009) Algunos aspectos sobre el nodrizaje en *Astrophytum myriostigma* Lem. (1839) (Cactae: Cactaceae), en la Sierra El Sarnoso, Durango, México. *Bol. Nakari* 20(3): 43-49.

Navarro MC, González E (2007) Efecto de la escarificación de

semillas en la germinación y crecimiento de *Ferocactus robustus* (Pfeiff.) Britton & Rose (Cactaceae). *Zonas Áridas* 11: 195-199.

Navarro CMC, Cervantes OG, Lozano JOC (2008) Efecto de la escarificación de semillas en la germinación de dos especies de *Mammillaria*. *Zonas Áridas* 12: 96-105.

Pivatto MS, Funes G, Ferraras AE, Gurvich DE (2014) Seed mass, germination and seedlings traits for some central Argentinian cacti. *Seed Sci. Res.* 24: 71-77.

Rojas-Arechiga M, Vázquez-Yanes C (2000) Cactus seed germination: a review. *J. Arid Environ.* 44: 85-104.

Rojas-Arechiga M, Batis AI (2001) Las semillas de las cactáceas... ¿forman bancos en el suelo? *Cact. Sucul. Mex.* 46(4): 76-82.

Rojas-Arechiga M, Vázquez-Yanes C (2001) Seed germination of wild and cultivated *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) from Tehuacan-Cuicatlan Valley Central Mexico. *J. Arid Environ.* 49: 279-287.

Romo-Campos L, Flores-Flores JL, Flores J, Alvarez-Fuentes J (2010) Seed germination of *Opuntia* species from aridity gradient in central Mexico. *J. PACD* 12: 181-198.

Sánchez-Soto BH, García EM, Terrazas T, Reyes AO (2005) Efecto de la hidratación discontinua sobre la germinación de tres cactáceas del desierto costero de Topolobampo, Ahome, Sinaloa. *Cact. Sucul. Mex.* 50: 4-14.

Sánchez-Soto BH, Reyes OA, García ME, Terrazas T (2010) Germinación de tres cactáceas que habitan la región costera del noroeste de México. *Interciencia* 35: 299-305.

Sánchez-Venegas G (1997) Germinación, viabilidad y características distintivas de la semilla de *Opuntia joconostle* Webster, forma cuaresmero. *Cact. Sucul. Mex.* 42: 16-21.

Steel RG, Torrie JH (1985) *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. McGraw Hill Interamericana. Bogotá, Colombia. 622 pp.

Trejo L, Garza M (1993) Efecto del tiempo de almacenamiento en la germinación de semillas de *Mammillaria heyderi* Muhl., en 4 sustratos. *BIOTAM* 5(3): 19-24.