

Efecto de la temperatura, escarificación y concentraciones de calcio en la germinación de *Gymnocalycium schickendantzii* (F.A.C. Weber) Britton & Rose (Cactaceae)

Effect of temperature, scarification and calcium concentrations on the germination of *Gymnocalycium schickendantzii* (F.A.C. Weber) Britton & Rose (Cactaceae)

Eduardo Méndez

Originales: Recepción: 24/11/2009 - Aceptación: 17/11/2011

RESUMEN

Gymnocalycium schickendantzii (F.A.C. Weber) Britton & Rose (Cactaceae) es una especie endémica de Argentina. En la provincia de Mendoza las poblaciones de este cactus todavía no están siendo afectadas por las urbanizaciones y cultivos que ponen en peligro su supervivencia. Conocer aspectos sobre su germinación podría ayudar a explicar el porqué de la presencia de esta especie en su hábitat natural. El objetivo del presente trabajo fue determinar en un ensayo de germinación de *G. schickendantzii* el efecto de tratamientos de temperaturas de 20 y 30°C durante 25 días en laboratorio usando 3 concentraciones de calcio (1, 10 y 20 meq/l Ca), y agua como testigo con y sin escarificación, y bajo condiciones de luz blanca. Se observó que a 30°C los porcentajes de germinación, con o sin escarificación, fueron significativamente mayores que a 20°C. El efecto de la escarificación sólo ayudó a incrementar los valores de germinación cuando fueron tratadas a 20°C. Las concentraciones de calcio tienen un débil efecto en la germinación de las semillas en las mismas condiciones. El tiempo de inicio de germinación (IG) y para obtener el 50% de ella (T50) fueron mayores a 30°C tanto en las semillas escarificadas como sin escarificar.

ABSTRACT

Gymnocalycium schickendantzii (F.A.C. Weber) Britton & Rose is a species endemic to Argentina. In the province of Mendoza, populations of this cactus are not yet being affected by urban development and crops which could jeopardize its survival. Knowing the aspects of its germination might help explain the presence of this species in its natural habitat. The goal of the present study was to determine, by a germination assay of *G. schickendantzii*, the effect of temperature treatments of 20 and 30°C during 25 days in the laboratory, using 3 calcium concentrations (1, 10 and 20 meq/l Ca) and with water as control on seeds with and without scarification, under white light conditions. It was observed that germination percentages, with or without scarification, were significantly higher at 30°C than at 20°C. The scarification effect only helped to increase germination values when seeds were treated at 20°C. Calcium concentrations have a weak effect on seed germination under the same conditions. The times required for initiation of germination (IG) and to achieve 50% germination (T50) were longer at 30°C for both scarified and non-scarified seeds.

Palabras clave

Gymnocalycium schickendantzii
 • germinación • temperatura •
 escarificación • concentraciones de
 calcio • Argentina

Keywords

Gymnocalycium schickendantzii
 • germination • temperature •
 scarification • calcium concentrations
 • Argentina

INTRODUCCIÓN

Gymnocalycium schickendantzii (F.A.C.Weber) Britton & Rose es una especie endémica de Argentina (7) y un elemento característico de la Provincia Fitogeográfica del Monte (1).

Sus poblaciones en el centro oeste de Argentina constituyen relictos que todavía no están siendo afectadas por las urbanizaciones y cultivos. No obstante, potencialmente están amenazadas por la construcción de caminos y la colecta ilegal que también podrían provocar su reducción.

Ante estos probables impactos surgió la necesidad de realizar estudios de germinación de esta especie a fin de preservarla o conservarla y aumentar así los registros sobre las cactáceas de esta región (8). Se ha demostrado que a temperatura constante entre 20 y 30°C las semillas de las cactáceas alcanzan su máxima germinación (12, 15, 16, 17).

Para otros autores, las temperaturas más favorables están entre los 17 a 34°C con óptimos frecuentes de 25°C (11). También se ha indicado como óptimas temperaturas entre 25 y 35°C para la germinación de especies de *Opuntia* (14). Sin embargo, semillas de *Trichocereus terscheckii* (Pfeiff.) Britton & Rose alcanzan un alto porcentaje de germinación con temperaturas entre 15 y 30°C (13), señalando que la temperatura podría ser otro factor importante que regula la germinación de estas especies.

Por otro lado, análisis previos del suelo donde habita esta especie revelan diferentes concentraciones de calcio (4,3 a 14,6 meq/l Ca) bajo las copas de las plantas nurses (9). Ante la sospecha de estar en presencia de un caso similar al de *Denmoza rhodacantha* (8), se analiza bajo regímenes de temperaturas de 20 y 30°C la repuesta de germinación de *Gymnocalycium schickendantzii* a tratamientos con o sin escarificación y con diferentes concentraciones de calcio, utilizando entre éstas algunas semejantes a las dadas en el terreno.

Se estima que la germinación de sus semillas bajo las plantas arbustivas se vería favorecida por la presencia en esos ambientes de condiciones térmicas y contenidos de calcio favorables.

La información obtenida dará una base de conocimientos para el manejo de sus poblaciones ante la constante amenaza del avance de las explotaciones o impactos en las aperturas de los caminos.

Se presume que la temperatura, la escarificación y diferentes concentraciones de calcio influyen en la germinación y se plantea que:

1. los tratamientos con y sin escarificación de las semillas podrían jugar un papel importante para quebrar la dormancia y favorecer la germinación de las mismas.
2. el aporte de algunas de las concentraciones de calcio también sería importante en la germinación.
3. el efecto combinado de escarificación y concentraciones de calcio con diferentes temperaturas mostrará a alguna de éstas como la de mejor respuesta en la germinación.

Objetivo

Determinar el efecto de la temperatura, escarificación y concentraciones de calcio en la germinación de *Gymnocalycium schickendantzii*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área estudiada

Se estudió *Gymnocalycium schickendantzii*. (F.A.C.Weber) Britton & Rose en un área del glacis local de las cerrilladas del distrito Los Huarpes, Departamento Rivadavia, provincia de Mendoza (S 33° 15', W 68° 40', 720 m s. n. m). Las características climáticas, geológicas, geomorfológicas, edáficas, fisonómicas ya han sido consideradas en un trabajo anterior en el que se analizaron las variaciones estructurales y hábitat de sus poblaciones (9).

Las semillas de *Gymnocalycium schickendantzii* fueron extraídas de 10 frutos maduros, cosechados en abril-mayo de 2008, de 10 plantas a campo. Las semillas fueron separadas manualmente de su pulpa fibrosa, desecadas y guardadas a la sombra en bolsa de papel a temperatura ambiente de 20°C aproximadamente. Al momento del ensayo se mezclaron y luego se las dividió en dos lotes; en uno de ellos se las escarificó durante una hora con arena en tubos de plásticos. Esta escarificación por agitación manual fue similar a la realizada para *Denmoza rhodacantha* (8).

Los tratamientos fueron 16: 8 sin escarificar, 4 a 20°C y 4 a 30°C y cada uno de ellos con 1 testigo (agua destilada) y 3 con soluciones de 1, 10, y 20 meq/l de calcio; los 8 restantes con escarificación, 4 a 20°C y 4 a 30° todos con un testigo con agua destilada y las mismas soluciones de calcio. Los tratamientos fueron realizados con 5 repeticiones de 50 semillas cada una. Estas semillas fueron colocadas en cajas de Petri de plástico 90x15 mm conteniendo un disco de papel de filtro sobre una delgada capa de algodón. Las cajas fueron colocadas en dos cámaras de crecimiento (Precision, model 818, with dual timers for programing both Light and temperature conditions, 220 v, 50Hz, 4,9 wamp) una a temperatura constante de 20°C y otra a 30°C y con luz blanca continua (20 watt fluorescent lamp), esto último considerando el carácter fotoblástico positivo de sus semillas (4). Las observaciones de germinación se efectuaron todos los días contando el número de semillas germinadas, considerando a ellas cuando emergía la radícula del embrión. Los datos determinados fueron: comienzo de la germinación (IG), tiempo necesario para obtener el 50% final de la germinación (T50) y porcentaje de semillas germinadas (PG). La germinación se dio por terminada a los 25 días después de su inicio.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un ANOVA y la comparación de las medias con el test de D.G.C. (2) para un nivel de significancia de $p < 0,05$. Se verificó el postulado de homogeneidad de la varianza con el test de Cochran, Hartley y Bartlett, comprobándola previa a una transformación angular de la variable según $X = 2\arcsin\sqrt{x}$.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

En todos los tratamientos los tiempos de inicio de la germinación (IG) y también el tiempo de obtención del 50% de las semillas germinadas (T50) fueron más rápidamente alcanzados a 30°C (3 y 11-12 días, respectivamente) que a los 20°C (9-12 y 16-18 días) tanto en semillas escarificadas como sin escarificar. Los porcentajes finales de germinación (PG) fueron significativamente mayores en los tratamientos a 30°C (desde 72,4 a 83,2%) que a los 20°C (desde 5 a 18,8%) (tabla 1).

Tabla 1. Efectos de temperaturas, escarificación y concentraciones de calcio sobre la germinación de semillas de *Gymnocalycium schickendantzii* (F.A.C. Weber Britton & Rose).

Table 1. Effects of temperature, scarification and calcium concentration the germination of seeds of *Gymnocalycium schickendantzii* (F.A.C. Weber Britton & Rose).

Tratamientos	20°C			30°C		
	IG (días)	T50 (días)	PG%	IG (días)	T50 (días)	PG%
Sin escarificación						
Testigo (agua)	10	17	5,0 a	3	11	78,4 c*
1 meq/l Ca	12	17	5,6 a	3	12	75,2 c
10 meq/l Ca	11	17	7,6 a	3	11	83,2 c
20 meq/l Ca	12	18	8,0 a	3	12	82,0 c
Con escarificación						
Testigo (agua)	11	16	11,6 b	3	12	75,2 c
1 meq/l Ca	10	17	12,0 b	3	12	72,4 c
10 meq/l Ca	10	16	12,4 b	3	11	79,2 c
20 meq/l Ca	9	16	18,8 b	3	11	72,8 c

IG: tiempo de inicio de germinación, T50: tiempo para obtener el 50% de germinación, PG: porcentaje final de germinación.

* Letras distintas indican diferencia significativas, según prueba de D.G.C. ($p \leq 0,05$).

IG: time for initiation of germination, T50: time to achieve 50 % germination, PG: percentage of germination.

* Different letters indicate significant differences, according to D.G.C. test ($p \leq 0.05$).

A 30°C los porcentajes finales de germinación entre los tratamientos de escarificaciones y concentraciones de calcio no arrojaron diferencias significativas (c). Sin embargo, a 20°C las semillas escarificadas presentaron significativamente mayores porcentajes de germinación respecto de las no escarificadas (a, b). Se observó algún efecto de la escarificación cuando las semillas fueron colocadas a 20°C y particularmente con la concentración de 20 meq/l Ca por los mayores valores alcanzados (18,8%), aunque no se observaron diferencias significativas entre las concentraciones de calcio.

Los resultados muestran en general a la temperatura como el principal factor condicionante de la germinación aumentando con el incremento de ella. De acuerdo con esto la temperatura óptima para la germinación de *Gymnocalycium schickendantzii* es de 30°C.

La escarificación de alguna manera también ayudó a aumentar los porcentajes finales de germinación cuando fueron colocadas a 20°C. Estos resultados se asemejarían a los obtenidos en la germinación de *Denmoza rhodacanta* favorecida con altas concentraciones de calcio y escarificación (8). Si bien a 20°C hubo diferencias significativas entre semillas escarificadas (b) respecto de las no escarificadas (a), no se encontraron diferencias significativas en los tratamientos de calcio y con las semillas escarificadas (b).

Las concentraciones de calcio 1, 10 y 20 meq/l tendieron a aumentar los porcentajes de germinación sobre todo a 20°C y en particular con 20 meq/l y en las semillas escarificadas, situación que podría asemejarse a la obtenida con la presencia de calcio en el incremento de los valores de germinación de *Arthrocnemum indicum* o *A. macrostachyum* (5).

Los mayores porcentajes de germinación observados en este trabajo (83,2%) fueron similares a los obtenidos en otras especies de *Gymnocalycium* como *G. quehlianum* (Hagge ex Quehl.) Vaupel ex Housses alcanzando valores de 70-80% a 20-30°C (6); en otros géneros como *Echinopsis leucantha* (Gillies ex Salm-Dyck) Walp. con alrededor del 80% (10); y *Turbinicarpus lophophoroides* (Werdermann) F. Buxbaum & Backeberg cercano al 70% (3).

Los altos porcentajes finales de germinación bajo los tratamientos a 30°C podrían ser explicados por el gran número de plántulas y plantas presentes cuando sus hábitats naturales son sometidos a regímenes de altas temperaturas y abundantes lluvias.

La germinación de las semillas de *G. schickendantzii* a 30°C en agua destilada indicaría que el efecto inhibitor de la cubierta de la semilla no causa efecto alguno, pues su espesor es muy delgado, por lo que no necesitaría tratamiento de escarificación y concentraciones de calcio, siendo suficiente su remojo en agua para obtener altos porcentajes.

La escarificación podría tener efecto en aumentar los porcentajes de germinación finales; cuando están a 20°C las semillas escarificadas se diferencian significativamente de las no escarificadas.

Las concentraciones de calcio tienen un leve efecto sobre la germinación de esta especie, sobre todo con 20 meq/l de calcio.

En este caso estos mayores porcentajes de germinación de las semillas de *G. schickendantzii* podrían también sugerir una estimulación por calcio de modo semejante a la experimentada con ClNa en algunas plantas costeras (18).

CONCLUSIONES

La temperatura se presenta como el factor más importante para la germinación de *G. schickendantzii*, siendo 30°C la temperatura óptima de germinación.

Las concentraciones de calcio no influyen, aunque tienen un débil efecto, en la germinación de las semillas.

La escarificación influyó en forma positiva sobre la germinación de las semillas de *Gymnocalycium schickendantzii* cuando fueron colocadas a 20°C.

A 30°C se encontraron altos porcentajes de germinación solamente embebiendo las semillas con agua destilada, por lo que la escarificación no es necesaria.

Los tiempos de inicio de germinación y para obtener el 50% de la germinación fueron menores a 30°C independientemente de los tratamientos de escarificación y de las concentraciones de calcio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2^{da} ed. Buenos Aires, Ediciones ACME S. A. C. I. p. 1- 85.
2. Di Rienzo, J. A.; Guzmán, A. W.; Casanoves, F. 2002 A multiple comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. Journal of Agricultural, Biological and Environment Statistic 7: 1-14.
3. Flores, J.; Arredondo, A.; Jurado, E. 2005. Comparative seed germination in species of *Turbinicarpus*: an endarengered cacti genus. Natural Areas Journal 25: 183-187.
4. Flores, J.; Jurado, E.; Chapa-Vargas, L.; Ceroni-Stuva, A.; Dávila-Aranda, P.; Galíndez, G.; Gurvich, D.; León-Lobos, P.; Ordoñez, C.; Ortega-Baes, P.; Ramírez-Bullón, N.; Sandoval, A.; Seal, C. E.; Ulian, T.; Pritchard, H. W. 2011. Seeds photoblastism and its relationship with some plant traits in 136 cacti taxa. Environmental and Experimental Botany 71: 79-88.
5. Gul, B.; Saeed, S. 2006. Influence of calcium on seed germination of *Arthrocnemum indicum* under chloride and sulphate salinities. Abstracts XVII International Botanical Congreso. p. 5131.
6. Gurvich, O. E.; Funes, G.; Giorgis, M. A.; Demaio, P. 2008. Germination characteristics of four argentinean endemic *Gymnocalycium* (Cactaceae) species with different flowering phenologies. Natural Areas Journal 8(2): 104-108.
7. Kiesling, R. 1999. Cactaceae. En: Zuloaga, F.O., Morrone, O. (Eds.) Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina II. Acanthaceae-Euphorbiaceae (Dycotyledoneae). Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, 2: 423-489.
8. Méndez, E. 2007. Germination of *Denmoza rhodacantha* (Salm-Dyck) Britton & Rose (Cactaceae). Journal of Arid Environments 68: 678-682.
9. Méndez, E. 2009. Variación estructural y hábitat de poblaciones de *Gymnocalycium schickendantzii* (Cactaceae) en Mendoza, Argentina. Efecto de las plantas nurses. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo.41(2): 1-11.

10. Méndez, E. ; Pérez González, S. B. 2008. Germinación de *Echinopsis leucantha* (Cactaceae). I- Efectos de temperatura y concentraciones de calcio. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. 40(2): 91-96.
11. Nobel, P. S. 1988. Environmental Biology of Agaves and Cacti. Cambridge UK, Cambridge University Press. 270 p.
12. Nolasco, H.; Vega-Villasante, F.; Romero-Smidt, H. L.; Díaz-Rondero, A. 1996. The effects of salinity, acidity, light and temperature on the germination of seeds of cardon (*Pachycereus pringlei*) (S. Wats) Britton & Rose (Cactaceae). Journal of Arid Environments 33: 87-94.
13. Ortega-Baes, P.; Rojas-Aréchiga, M. 2007. Seed germination of *Trichocereus terscheckii* (Cactaceae): light, temperature and gibberellic acid effects. Journal of Arid Environments 69: 169-176.
14. Potter, R. L.; Petersen, J. L.; Veckert, D. M. 1984. Germination responses of *Opuntia* spp. to temperature, scarification and other seed treatments. Weed Science 32: 106-110.
15. Rojas-Aréchiga, M.; Orozco-Segovia, A. 1998. Seed response to temperature of Mexican cacti species from two life forms: an ecophysiological interpretation. Plant Ecology 135: 207-214.
16. Rojas-Aréchiga, M.; Vázquez-Yañez, C. 2000. Cactus seed germination: a review. Journal of Arid Environments. 44: 85-104.
17. Vega-Villasante, F.; Nolasco, H.; Montaña, C.; Romero-Schmidt, H.; Vega-Villasante, E. 1996. Efecto de la temperatura, acidez, iluminación, salinidad, irradiación solar y humedad sobre la germinación de semillas de *Pachycereus pecten-aboriginum* "cardón barbón" (Cactaceae), Cactáceas y Suculentas Mexicanas, 41: 51-61.
18. Woodell, S. R. J. 1985. Salinity and seed germination in coastal plants. Vegetation 61: 223-230.

Agradecimientos

A dos revisores anónimos, por sus valiosas correcciones que ayudaron a mejorar el texto.

A Oscar Estévez, por su asistencia técnica en los análisis estadísticos.

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