

Efecto de la estratificación por temperatura sobre la germinación de las semillas de *Stenocereus stellatus* (Pfeiff.) Riccob

Calderón García Oscar Daniel, Trujillo Hernández Antonia*, Mandujano Piña Manuel

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Laboratorio de Fisiología vegetal.
Av. de los Barrios #1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Edo. de México, C.P. 54090, México.

*Autor para correspondencia: anruher@unam.mx

Recibido:

28/junio/2021

Aceptado:

22/octubre/2021

Palabras clave:

Estratificación,
germinación,
Stenocereus stellatus

Keywords:

Stratification,
germination,
Stenocereus stellatus

RESUMEN

En este estudio se evaluó la estratificación con temperatura sobre la germinación y latencia de las semillas de *Stenocereus stellatus* colectados en la localidad de Venta Salada, Puebla. Los tratamientos consistieron en colocar semillas a 4°C y posteriormente a 32 ± 2°C en diferentes tiempos: T1) 30/30 y T2)15/15 días y T3)12/12 horas y como T4) temperatura ambiente 24°C. Se sembraron 5 repeticiones con 100 semillas en agar-agar al 1% y se germinaron a temperatura ambiente, se determinó su viabilidad antes y después de estratificar y la capacidad germinativa se analizó después de la siembra. Los resultados mostraron diferencias significativas de germinación máximo de 18% y mínimo de 7%, pérdida de viabilidad de 14 a 16% en los tratamientos y de 40% en el testigo. De acuerdo con esto la estratificación contribuye a conservar la viabilidad y a eliminar la latencia de solo una parte de la población de las semillas.

ABSTRACT

Through this study, the germination by temperature stratification and its relationship with germination was tested in *Stenocereus stellatus* seeds, which were collected in Venta Salada, Puebla. Treatments consisted in placing seeds in a controlled 4°C environment, then to 32 + 2°C through different time measures: T1) 30/30; T2) 15/15 days; T3) 12/12 hours and T4) room temperature which was 24°C. 5 more repetitions were germinated with 100 seeds in agar-agar 1% at room temperature, viability was determined before and after the stratification, germination capacity was analyzed after sowing. Results showed significant differences in: germination with max 18% and min 7%; loss of viability from 14% to 16% in treatments and up to 40% loss in control group. According with this results, it can be concluded that stratification contributes to conservation of viability and to reduce latency in a portion of the seed population.

Introducción

En un ambiente natural la germinación de las semillas está sujeta a los procesos de inducción y ruptura de la latencia los cuales son graduales y continuos, ya que la presencia de esta les permite evadir un entorno no favorable para su germinación. por ejemplo, los factores luz y temperatura permiten aumentar o disminuir la germinación en una población de semillas, lo que indica una activación o desactivación del proceso de latencia (Baskin y Baskin, 2004). Así mismo las semillas pueden presentar, por periodos prolongados, diferentes niveles en la profundidad de su latencia, por ejemplo, cuando requieren de luz para la germinación y carecen de este factor, la semilla no germina hasta tener esta condición (Thompson et al., 2003; Fenner y Thompson, 2005).

En otros casos cuando la temperatura es el factor detonante, la latencia se puede presentar dependiendo de cómo se dé el cambio de la temperatura, es decir si se incrementa gradualmente o disminuye de la misma forma, por lo que las semillas se adaptan para germinar en un periodo estacional como el otoño o el verano, estos cambios en la temperatura incrementan la germinación, por la pérdida de latencia en diferentes semillas de la población (Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006).

Así mismo, algunas semillas que están en latencia y requieren de la temperatura como un estímulo para impulsar el cambio en la profundidad de la latencia, es posible que también requieran de otras variables para inducir la germinación. Tomando en cuenta lo anterior se han descrito diferentes clases de latencia que incluyen latencia fisiológica (PD): con tres niveles: profundo, intermedio y no profundo, en general la mayoría de las semillas pueden presentar una PD no profunda. Los niveles de profundidad describen el comportamiento en el crecimiento del embrión de la semilla con latencia (Baskin y Baskin, 2004; Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006). La liberación de la latencia involucra postmaduración, en estado seco o embebido, con estratificación de temperaturas, luz u hormonas como las giberelinas, etileno y brasidoesteroides (Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006, Kucera et al. 2005).

Por otra parte, el pitayo (*Stenocereus stellatus*) es una especie de cactácea nativa de México (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1978); que se encuentra en la naturaleza como parte de los bosques tropicales caducifolios y matorrales espinosos (Casas et al., 1999), se utiliza, principalmente como alimento por el consumo de sus frutos. Diferentes variantes de esta especie fueron nombradas y clasificadas según las características del fruto; particularmente por el tamaño, el color y el sabor de la pulpa, la cantidad de espinas y el grosor de la cascara (Casas et al., 1997). Gracias a la información

arqueológica obtenida en cuevas del Valle de Tehuacán, se conoce que *S. stellatus* ha sido utilizado por la gente durante más de 5000 años. También se sabe que diferentes grupos indígenas que habitan esta región utilizan esta especie principalmente por sus frutos comestibles (MacNeish, 1967 citado en Casas et al. 1999).

Es considerado un recurso muy importante para los pobladores de la zona de Tehuacán-Cuicatlán, por su amplia variación morfológica y usos, como: el aprovechamiento de los tallos para cercas vivas, para el control de la erosión y como combustible, aunado al consumo de su fruto, el cual es denominado como “pitayo xoconostle”, “pitayo” o “xoconostle amargo”, generalmente es consumido como fruta de mesa o para elaborar agua fresca, helado, gelatina, mermelada y licores (Martínez-Cárdenas et al., 2007).

Durante agosto y septiembre, época en la que maduran los frutos de *S. stellatus*, es posible observar una importante variación morfológica en las características de los frutos. Casas et al. (1997) reportaron que el manejo de poblaciones silvestres de *S. stellatus in situ* preserva algunos fenotipos deseables, los cuales son propagados a través de sus ramas. Esto conduce a una selección artificial que se refleja en un mayor tamaño y diversidad morfológica de las partes útiles de la planta, cambios en la arquitectura, en la forma de vida, en sistemas reproductivos y en procesos ecofisiológicos como pérdida de latencia en las semillas, y una mayor velocidad y sincronía en la germinación (Evans, 1993).

Desde el punto de vista ecológico el éxito diferencial en la germinación de semillas y en la supervivencia de plántulas en distintos ambientes varía entre poblaciones silvestres y domesticadas (Casas et al., 1999). Esto significa, que las semillas y plántulas derivadas de poblaciones cultivadas pueden germinar, crecer y establecerse exitosamente en ambientes cultivados, pero no en ambientes silvestres. Estas diferencias podrían ser explicadas en parte por la variación en el tamaño de las semillas que influye en el vigor de las plántulas y que se expresan durante las primeras fases del desarrollo.

Dentro de las investigaciones realizadas con *S. stellatus*, se encuentran las de Rojas-Aréchiga et al. (2001) quienes estudiaron la germinación de las semillas en dos periodos diferentes y en semillas de poblaciones cultivadas y silvestres, encontraron que la germinación fue significativamente diferente entre semillas cultivadas y silvestres a 25°C/12hrs en 1996 fue de 70% y 40% y en 1999 fue de 80% y 60% respectivamente.

Ayala-Cordero et al. (2004) reportaron un 98% de las semillas viables de *Stenocereus beneckeii*, de apariencia llenas, brillantes y con superficie lisa, un 1% fueron consideradas abortadas con apariencia vacía, sin brillo y

superficie ligeramente rugosa y el 1% restante fueron semillas germinadas con poca respuesta.

Álvarez-Espino et al. (2014) obtuvieron máxima germinación de *S. stellatus*, después de 6 meses de enterrar las semillas debajo de arbustos y en áreas sin vegetación, así mismo encontraron que la germinación disminuyó después de 10 meses, aunque entre el 38% y el 65% de las semillas eran viables, lo que sugiere que las semillas presentan latencia primaria durante los primeros 6 meses, además establecen que dicha latencia es eliminada por un periodo de posmaduración, los mismos autores indican que las semillas posteriormente entran en latencia secundaria y permanecen menos de 24 meses viables en el suelo, a diferencia de lo reportado por Rojas-Arechiga et al. (2001) para semillas conservadas en el laboratorio.

Considerando que la época de fructificación de *Stenocereus stellatus* ocurre al final de la estación de lluvias y en consecuencia la dispersión de la semilla en la época seca, lo que induce a la semilla a permanecer en el suelo sin germinar, hasta que las condiciones son favorables, lo cual ha sido reportado como latencia primaria y dado que en este periodo de inactividad las condiciones ambientales en su lugar de origen presentan un decremento en la temperatura y posteriormente un incremento hasta la llegar a la época de lluvias, donde se presentan las condiciones favorables para su germinación y establecimiento. Por lo anterior resulta importante evaluar el efecto de la estratificación con temperatura en la semilla seca, sobre la capacidad germinativa y eliminación de la latencia en las semillas recién colectadas de organismos silvestres de *Stenocereus stellatus*, de la localidad de Venta Salada.

Metodología

Zona de colecta de los frutos. Venta Salada, pertenece al municipio de Coxcatlán, en el estado de Puebla, está ubicada en los 97° 11' 5.35" longitud oeste y a los 18° 15' 28" latitud norte. El tipo de vegetación en esta localidad es matorral microfilo cracicaule con dominancia fisonómica de *Escontria chiotilla*, por lo que se denomina "Jiotillal", esta especie se encuentra asociada a *Stenocereus stellatus* y otras especies como *Opuntia sp. O. decumbens*, *O. pumila*, *S. pruinosus*, *Mammillaria carnea*, *Coryphantha calipensis*, *Ferocactus recurvus*, *Cercidium praecox*, *Acacia cochliacantha*, *Zizuphus mexicana* y *Mimosa sp.*, entre otras. La zona tiene un clima seco, y el suelo es clasificado como Regosol, de color café oscuro con textura migajón arenoso (Herrera, 2001, INEGI, 2020).

Se recolectaron 100 frutos de *S. stellatus*, en el mes de septiembre del 2020, en la localidad de Venta Salada, municipio de Coxcatlán, Puebla. para su recolección se consideró el criterio de estado de "madurez" del fruto, utilizado por los recolectores de la zona, con el fin de evitar la depredación de las aves, de estos se seleccionaron 70, sin ningún daño aparente y de color verde con tono levemente rojizo en la base de las areolas. Los frutos se dejaron durante una semana a temperatura ambiente, hasta adquirir un color rojo uniforme.

Obtención de semillas. La pulpa de los frutos fue extraída con ayuda de una cuchara y después fue pasado por un colador y con la ayuda de un pincel con cerdas de camello y pinzas, se separaron las semillas enjuagando con agua, retirando el mucilago con servilletas de papel. Las semillas se dejaron secar a temperatura ambiente para posteriormente guardarlas en bolsas de papel encerado.

Viabilidad de la semilla. Se determinó en dos momentos diferentes: antes y después de aplicar la estratificación, y se utilizó, revisión morfológica del estado del embrión y el patrón de tinción con tetrazolio. Antes de aplicar la estratificación se revisó el estado del embrión completo a 200 semillas divididas en 2 repeticiones con una lupa (20x). El criterio para considerar viable al embrión fue que se observara turgente y presentara una coloración blanca uniforme (Draper, 1985).

La tinción con tetrazolio se utilizó para evaluar a las semillas después de la aplicación de los tratamientos, para esto se colocaron 2 repeticiones de 100 semillas en una solución de cloruro de 2,3,5- trifeniltetrazolio al 0.1 % durante 24 horas a temperatura ambiente, posteriormente se sacaron y enjuagaron con agua destilada, y se almacenaron en viales con agua destilada, en refrigeración, para su posterior revisión (Pérez y Pita).

El criterio para considerar viable a la semilla fue: tinción completa o tinción parcial (75 y 50%) de color rojiza, se consideraron semillas no viables aquellas que no cumplieran con estos requisitos, y además presentaran una coloración inusual: de acuerdo con la posición y el tamaño del área sin teñir de las semillas con menos del 50% de tinción en la zona del ápice de la radícula, y semillas sin teñir (ISTA, 1985).

Aplicación de la estratificación. La temperatura para la estratificación fue establecida de acuerdo con los datos climatológicos: promedio de la temperatura máxima y mínima (diaria y mensual) de 5 años, reportadas en servicio meteorológico nacional (SMN, 2020) registrada por la unidad meteorológica de Calipan, localidad más cercana a Venta Salada. Se utilizó un gramo de las

semillas para cada pretratamiento, estas fueron colocadas en tubos de ensaye, de plástico con tapón de látex hermético, las semillas fueron cubiertas por una capa de algodón sobre la que se colocó sílica gel con indicador de color azul, que modifica su color a tonos más claros cuando existe presencia de humedad.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con los siguientes tratamientos: Tratamiento 1 (T1) a 4°C por 30 días posteriormente se colocaron a 32 ± 2 °C por 30 días más, Tratamiento 2 (T2) las semillas se mantuvieron a 4°C durante 12 horas y posteriormente se pasaron a 32±2 °C durante otras 12 horas, esto se repitió por 30 días, tratamiento 3 (T3) las semillas se dejaron 15 días a 4°C y posteriormente fueron colocadas a 32±2°C durante 15 días. Con el fin de evaluar el estado de las semillas en el momento de aplicar la estratificación se denominó tratamiento 5 (T5) a las semillas sin estratificar que tenían dos meses de haber sido colectadas, y como tratamiento 4 (T4) a las semillas sin estratificar que tenían 3 meses y permanecían a temperatura ambiente.

Germinación. Se sembraron 5 repeticiones de 100 semillas en cajas de Petri con agar-agar al 1%, la germinación se registró diario durante 40 días, considerando germinada una semilla cuando la radícula presentara un tamaño aproximado de 3 mm. Las cajas se colocaron a temperatura ambiente y se utilizó un Data logger marca HOBO modelo U12-012, para registrar la luz y la temperatura.

Velocidad de germinación. Se utilizó el índice de Maguire, (1962, citado en González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996), el cual relaciona el número de semillas germinadas con el tiempo de germinación, donde M= velocidad de germinación, n=número de semillas germinadas el día i, t=tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

$$M = \sum \left(\frac{n_i}{t} \right)$$

Análisis de resultados. Para los resultados del porcentaje de germinación se utilizó la transformación del arco seno y el análisis de varianza de un factor con la prueba de comparación de medias Tukey con α=0.05 utilizando el programa SAS V.9.0.

Resultados y discusión

La viabilidad de las semillas de acuerdo con el estado del embrión antes de la aplicación del tratamiento mostró 4 condiciones diferentes: semillas sin embrión (2.0%), semillas deshidratadas (9.5%), semillas turgentes grandes (64%) y semillas turgentes pequeñas (24%) estas dos últimas en conjunto representaron el 88.5% de viabilidad inicial del Tratamiento T5. Posteriormente la

tinción con tetrazolio mostró una pérdida de viabilidad de entre 14 -16 % (tabla 1), para los tratamientos T1, T2 y T3, siendo mayor (40%) en las semillas sin estratificación (T4), así mismo dentro de las semillas no viables se consideraron las semillas secas o deshidratadas, con valores desde 15% (T1) hasta 45% (T4).

Tabla 1. Viabilidad de las semillas de *Stenocereus stellatus* evaluada con la tinción de tetrazolio registrada después de la estratificación.

Tratamiento	Estado del embrión						Total de semillas (%)		
	Patrón de tinción con tetrazolio en % de rojo						Secas	Viables	No viables
	100	75	50	25	Color rosa	Sin tinte			
T1	66.5	1.5	4.8	4.5	5.0	3.5	15.8	72.0	28.0
T2	61.0	2.0	10.0	8	8.0	2.0	17.8	73.0	27.0
T3	78.5	0.0	4.8	3.5	0.0	4.5	17.5	74.5	25.5
T4	43.0	4.5	1.8	1.0	1.0	4.5	45.8	48.5	51.5

Estos resultados indican una sensibilidad de las semillas a la deshidratación y por consiguiente la pérdida de viabilidad, donde al parecer la condición de baja temperatura (4°C) podría disminuir el deterioro de las semillas. Por otro lado, Álvarez-Espino et al. (2014) mencionaron que las semillas de *S. stellatus* de frutos silvestres de reciente recolección son viables, pero se encuentran en latencia, como lo muestran los resultados del tratamiento T5 con 88.5 % de viabilidad y sólo 12.4% de germinación, también señalan que esta proporción puede disminuir a los 10 meses y mantenerse viables por al menos 24 meses, dependiendo de la condición en la que se conserven.

En respuesta a los tratamientos aplicados se encontró que el porcentaje de las semillas germinadas en los 4 tratamientos (figura 1) son bajos, no obstante, existe diferencia estadística significativa donde T1 (4°C/32±2°C 30/30 días) y T3 (4°C/32±2°C 15/15 días) presentaron el mayor porcentaje de germinación con 14.6% y 18% comparado con las semillas que no fueron estratificadas (T4), la cual fue menor, logrado un 7% germinado. Al respecto, Trigueros-Vera et al. (2010) reportaron que al recrear las condiciones del campo que se dan durante el periodo de lluvias, utilizando estratificación húmeda fría de 4°C durante 15 y 30 días aplicada a semillas de *Erica australis* se encontró que la estratificación aplicada por 30 días presentó el porcentaje más alto (26%) de germinación en comparación con el de 15 días (19.5%) y el control con 3%. Esto indica que la estratificación por temperatura para simular la condición ambiental en la que se encuentran las semillas en su hábitat natural, podría ser

un tratamiento alternativo para eliminar la latencia que presenten las semillas. Por otra parte, Rojas-Aréchiga et al. (2001), obtuvieron 40% de germinación y sugieren que las semillas de *S. stellatus* necesitan un tiempo de almacenamiento para incrementar la tasa de germinación. No obstante Guillén et al. (2015) con la misma especie obtuvieron 60% y 40% de germinación de semillas provenientes de poblaciones silvestres y cultivadas, en sus grupos testigo. En otras especies del mismo género como *S. beneckeii* la germinación es del 11% al 84% (Ayala-Cordero, et al. 2004), y en el caso de *S. thurberi* se reporta que en semillas almacenadas durante 6.5 meses se obtuvieron entre 92% y 97% de semillas germinadas (Pérez-González et al., 2015) en ambos trabajos los resultados son obtenidos después de un periodo de almacenamiento de 2 semanas a 6.5 meses, el cual permite una mayor maduración del embrión, en este caso la estratificación se aplicó para sustituir este periodo de postmaduración sin embargo aun cuando se logró una mayor germinación que en el testigo, esta fue muy baja comparada con lo reportado, en estos trabajos.

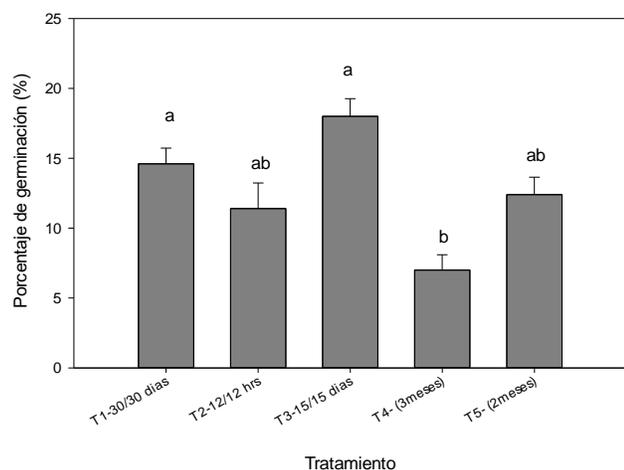


Figura 1. Porcentaje de germinación de las semillas de *Stenocereus stellatus* sometidas a diferentes tiempos de estratificación. Promedio (n=5) ± error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas (p< 0.05).

Respecto a la velocidad de germinación para cada uno de los tratamientos se observó (figura 2a) que durante los primeros 5 días la germinación se mantuvo por debajo del 1% y a los 6 días se incrementó excepto para el testigo (T5) que tuvo un aumento hasta el día 9, alcanzando su máximo porcentaje de germinación (12.4%), para el día 30. Para los demás tratamientos se observó a los 32 días para T3 (18%) a los 28 para T1 (14.6%) y a los 25 días para T4 (7%), de la misma manera este comportamiento se manifestó en el coeficiente de velocidad de germinación en el que se obtuvo para el tratamiento T3 el valor más alto (2.25) en contraste con el tratamiento T4 (0.87).

Por otro lado, de acuerdo a los resultados obtenidos es importante señalar que la temperatura que se registró durante el experimento estuvo entre los 16 y 24 °C (figura 2b). Al respecto en el trabajo con especies del mismo género como *S. alamosensis* y *S. thurberi* reportan que las semillas germinaron a 30°C, de 30 a 38°C y a 60°C, con porcentajes de 85 a 90% en presencia de luz, mientras que en condiciones de sombreado parcial presentaron 50%, por lo que los autores Sánchez-Soto et al. (2010) sugieren que, una temperatura menor de 15 o mayor de 40°C afectan al potencial germinativo, así como intensidades luminosas bajas, en este trabajo tanto la luz (figura 2c) como la temperatura (figura 2b) fueron menores a las reportadas por estos autores, lo que sugiere un posible efecto en la respuesta de germinación para estas semillas.

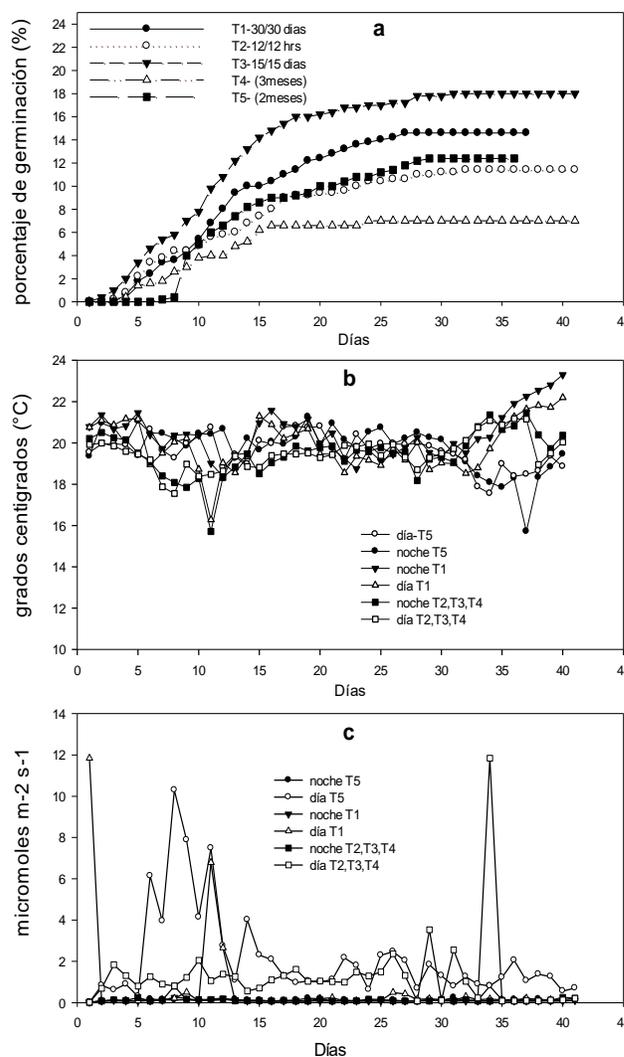


Figura 2. Distribución de la germinación de las semillas estratificadas (T1,T2,T3) y sin estratificar (T4,T5) de *Stenocereus stellatus* durante 40 días: a) porcentaje de germinación de las semillas; b) temperatura de germinación y c) intensidad de luz en la germinación.

Conclusiones

La viabilidad de las semillas de *Stenocereus stellatus* mostro una tendencia a disminuir en las diferentes condiciones, después de 3 meses de su recolección, la mayor pérdida de viabilidad la presentaron las semillas sin estratificar (40%) comparadas con las semillas estratificadas (14 a 16%). También la estratificación favoreció la eliminación de latencia y la velocidad de germinación, en los tratamientos T3 (4°C/32± 2 °C 15/15 días) con 18% de germinación y T1 (4°C/32 ± 2 °C 30/30 días) con 14.5%, con respecto al tratamiento testigo T4 que presento una germinación del 7%.

Referencias

- Álvarez-Espino R., Godínez-Álvarez H., De la Torre-Almaraz R. (2014). Seed banking in the columnar cactus *Stenocereus stellatus*: distribution, density and longevity of seeds. *Seed Science Research*, 24, 315–320.
- Ayala-Cordero G., Terrazas T., López-Mata L., Trejo C. (2004). Variación en el tamaño y peso de la semilla y su relación con la germinación en una población de *Stenocereus beneckeii*. *Interciencia*, 29(12), 692-697.
- Baskin J.M., Baskin C.C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, 14, 1–16.
- Bravo-Hollis H., Sánchez-Mejorada H. (1978). Las Cactáceas de México. Vol. 1. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 567-576.
- Casas A., Pickersgill B., Caballero J., Valiente - Banuet A. (1997). Etnobotánica y proceso de domesticación del xoconochtlí *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) en el Valle de Tehuacán y La Mixteca Baja, México. *Economic Botany*, 51, 279 – 292.
- Casas A., Caballero J., Valiente-Banuet A., Soriano J.A., Dávila P. (1999). Morphological variation and the process of domestication of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in Central Mexico. *American Journal of Botany*, 86,522-533.
- Draper S. R. (1985). International Seed Testing Association. *Seed science and technology*, 13(12), 504-508.
- Evans L.T. (1993). *Crop Evolution, Adaptation and Yield*. Cambridge University Press, Cambridge. 500 pp.
- Fenner M., Thompson K. (2005). *The ecology of seeds*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 151–153.
- Finch-Savage W.E., y Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171, 501–523.
- González-Zertuche L., Orozco-Segovia A.D. (1996). Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda Brachystachya*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 58, 15-30.
- Guillén S., Casas A., Rodríguez-Morales S. (2015). Patrones de germinación asociado a la domesticación y a la historia natural de cactáceas columnares del valle de Tehuacán-Cuicatlán, México *Edição Especial Cactaceae*, 9(2), 117-128.
- Herrera R.D. (2001). Germinación de *Escontria chiotilla* (Weber) Rose y *Myrtillocactus geometrizans* (Bravo) Backeberg en diferentes suelos y niveles de humedad. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, FES Iztacala, México.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Mapas digitales. Recuperado nov 18 del 2020. <https://www.inegi.org.mx/temas/mapadigital/>
- ISTA: International Seed Testing Association. (1985). International Rules for Seed Testing Rules 1985. *Seed Science and Technology*, 13, 299- 355.
- Kucera B., Cohn M.A., Leubner M.G. (2005). Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. *Seed Science Research*, 15,281-307.
- Martínez-Cárdenas M.L., Vicente-Solano R., Martínez-Herrera A., Carmona A. Varela H. G. (2007). Survival and growth on soil of micropropagation pitaya de mayo plants. *Acta Horticulturae*, 748, 237–239.
- Pérez-González S.B., Reyes-Olivas A., García-Moya E., Romero-Manzanares A., García-Nava J.R., Lugo-García G.A., Sánchez-Soto B. (2015). Almacenamiento de semillas y germinación de *Stenocereus thurberi*, una cactácea con viviparidad *F Botanical Sciences*, 93 (2),273-282.
- Pérez, G. F. y Pita, V J. M. s/a. viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. Hojas divulgadoras núm. 2112 HD. Universidad Politécnica de Madrid. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
- Rojas-Aréchiga M., Casas A., Vázquez-Yanes C. (2001). Seed germination on wild and cultivated *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) from the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Central México. *J of Arid Environments*, 49,279-287.
- Sánchez-Soto B., Reyes-Olivas A., García-Moya E., Terrazas T. (2010). germinación de tres cactáceas que habitan la región costera del noroeste de México. *Interciencia*, 35(4),299-305.
- SMN: Servicio Meteorológico Nacional. (2020). Recuperado el 21 de septiembre del 2020 <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=pue>
- Thompson K., Ceriani R.M., Bakker J.P. Bekker R.M. (2003). ¿Are seed dormancy and persistence in soil related? *Seed Science Research*, 13, 97–100.
- Trigueros-Vera D., Parra-Martín P., Rossini-Oliva S. (2010). Effect of chemical and physical treatments on seed germination of *Erica australis*. *Annales Botanici Fennici*, 47(5),353-360