

Viabilidad y germinación de semilla de biznaga nativa en el centro-norte de Sinaloa

Norma Alicia Macías Rodríguez¹; Jesús Lucina Romero Romero²;

Urfila Victoria Peláez Estada³; Rodríguez Sepulveda Blas Justino¹.

1. TecNM / Instituto Tecnológico de Sinaloa de Leyva 2. IPN/CIIDIR Sinaloa; 3. TecNM/Instituto Tecnológico de Comitancillo.

Resumen

Las cactáceas contienen vasta diversidad. Se ubica como el país que alberga la mayor cantidad de especies de esta familia. Son llamadas “cactus”, entre las que destacan las pitayas, nopales y biznagas. Por su importancia alimenticia, forrajera, medicinal, cosmética, ornamental, su amplia diversidad desde el punto de vista morfológico, ecológico, y ser especies raras, son depredadas por coleccionistas o extraídas para su comercialización, convirtiéndolas en un grupo sensible a la extinción. El presente proyecto permitió generar protocolos de viabilidad y germinación de semillas de frutos de biznaga colectados en diferente hábitat de la región centro-norte de Sinaloa. Se colectaron 62 muestras de frutos de biznagas en 26 localidades, durante junio y julio 2023. Se sacaron las semillas de los frutos, se contaron y se dejaron en agua destilada por 24 horas en la oscuridad a una temperatura de 24 ± 2 °C para verificar su viabilidad. También se hizo una prueba con tetrazolio al 1 %. Después, se realizó una prueba física (abrasión). Se extrajeron sus semillas, se contabilizaron y se mantuvieron por 24 horas en agua destilada en condiciones de oscuridad a 24 ± 2 °C para su viabilidad;

adicionalmente, se realizó la prueba con tetrazolio al 1 %; posteriormente, física (abrasión). Mecánica y química (i mexicanas, en ácido: ácido sulfúrico y ácido giberélico (giberélico GA3). Los resultados fueron positivos con respecto a lo esperado. Este proyecto da la pauta, como lo manifiestan diferentes grupos de trabajo, para que a través del tiempo aportemos investigación dirigida a conocer la capacidad germinativa, principalmente en especies endémicas y silvestres mexicanas, como del grupo de las cactáceas. Además, que se pueda extrapolar a otras especies amenazadas o en riesgo de extinción.

Palabras clave: cactus, germoplasma, biznaga, viabilidad, germinación

Abstract

Cacti (family Cactaceae) are plants endemic to the Americas, found in arid and semi-arid regions. In Mexico, desert and semi-desert areas contain a great diversity of cacti, making it the country with the largest number of species in this family. Commonly called "cacti," they include pitayas, prickly pears, and barrel cacti. Due to their importance as food, forage, medicinal, cosmetic, and ornamental plants, their wide morphological and ecological diversity, and their rarity, they are targeted by collectors or harvested for

commercial purposes, making them a group vulnerable to extinction. This project aimed to develop viability and germination protocols for barrel cactus fruit seeds collected from different habitats in the north-central region of Sinaloa. Sixty-two samples of barrel cactus fruit were collected from 26 locations during June and July 2023. Seeds were extracted from the fruit, counted, and kept for 24 hours in distilled water in the dark at 24 ± 2 °C to assess viability. Additionally, a 1% tetrazolium test was performed. Subsequently, the seeds underwent physical scarification (mechanical abrasion) and chemical scarification (immersion in sulfuric acid and GA3 gibberellic acid). The results were as expected. This project, as various research groups have indicated, sets a precedent for future research aimed at understanding germination capacity, primarily in endemic and wild Mexican species, such as those within the cactus family. Furthermore, this research could be extrapolated to other threatened or endangered species.

Keywords—Cactus, germplasm, barrel cactus, viability, germination

Introducción

México es uno de los centros de evolución de las cactáceas con un total de 660 especies, de las cuales el 78% son endémicas de nuestro país (Ortega-Báez *et al.*, 2006). El grupo de plantas integradas dentro de la familia Cactácea, comúnmente llamadas “cactus” y representadas por los nopales, biznagas, pitayas, garambullos, etc., se distingue junto con los mezquites, los

ébanos, las gobernadoras, las yucas, las guapillas, los magueyes, los nopales, biznagas, pitayas, garambullos, etc., junto con los mezquites, los ébanos, las gobernadoras, las yucas, las guapillas, y otras especies típicas de los ecosistemas xerófitos. Por su importancia alimenticia, forrajera, medicinal, cosmética y ornamental, a su amplia diversidad desde el punto de vista fisiológico, morfológico, ecológico y taxonómico, y al hecho de que muchas de sus especies son raras y enfrentan problemas de conservación, la investigación biológica de este grupo vegetal se ha dirigido a su aprovechamiento racional en un modelo ejemplar para la investigación científica (Becerra, 2000). Las cactáceas son uno de los grupos más amenazados del reino vegetal, ya que sus poblaciones naturales han sido afectadas por las presiones del desarrollo humano, principalmente por la conversión de terreno para usos agrícolas y/o pecuarios y por su comercialización como plantas de ornato en mercados nacionales e internacionales (Ortega-Báez *et al.* 2006). Las características llamativas de los cactus responden a adaptaciones morfofisiológicas que permiten su desarrollo en ambientes desérticos, al reducir la pérdida y almacenamiento de agua. (Inglese *et al.*, 2017; Porras-Forced *et al.*, 2018). Sin embargo, es alarmante el número de especies de cactáceas mexicanas que se encuentran en alguna categoría de riesgo de extinción. (Villanueva *et al.* 2016, Flores-Tabango *et al.*, 2017).

Las zonas desérticas y semidesérticas mexicanas presentes en los estados de Sonora y Chihuahua, las Selvas Bajas Caducifolias y la zona de depresión del Balsas contienen una gran diversidad de cactáceas, y las zonas con mayor diversidad en el centro de México son el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y la Barranca de Metztitlán. Grupos similares se han encontrado en Puebla, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas, Durango, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, noreste de Guanajuato.

Algunas de las especies, por mencionar algunas, que se encuentran en peligro de extinción son: *Echinocereus schmollii*, *Mammillaria albiflora* y *Ferocactus histrix*.

Se hace necesaria la investigación dirigida a conocer la capacidad germinativa de la semilla, especialmente si se refiere a especies endémicas y silvestres mexicanas. La propagación de las cactáceas es por semillas; el tiempo que las semillas pueden permanecer viables depende de las condiciones de almacenamiento. La viabilidad determina la posibilidad de una semilla de calidad; un cultivo puede resultar de una calidad inferior a la semilla sembrada, pero nunca mejor que ella. La germinación en laboratorio constituye un primer indicio de la calidad de las semillas. Sin embargo, hay que señalar que, en muchos casos, los resultados que se obtienen en condiciones controladas de laboratorio difieren de los que se hacen en condiciones de campo (Manzo-Rodríguez, 2022).

Fundamentos teóricos

La semilla es la etapa más crucial en el ciclo de vida de las plantas superiores para su supervivencia. La latencia y la germinación son mecanismos naturales que aseguran esta permanencia de las poblaciones y a menudo les ayudan a sobrevivir largos periodos en condiciones desfavorables. El embrión está protegido por una o varias capas de otros tejidos (Vozzo 2010). Los ensayos de germinación permiten determinar el potencial máximo de germinación y, al mismo tiempo, estimar su desempeño en condiciones de campo. De acuerdo con Casilla-Álvarez *et al.*, 2018; se ha demostrado que, bajo condiciones controladas de alta humedad, iluminación y temperatura de $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$, la germinación se inicia a los 3.5 días de sembradas las semillas jóvenes, alcanzando un máximo de 92% a los 10.5 días. La propagación de las cactáceas es básicamente por semilla; los reportes sobre germinación se basan mayormente en tratamientos pregerminativos (empleo de ácidos, ciclos de hidratación, mecanismos físicos, semillas inoculadas) (Gómez Serrano *et al.*, 2021). Considerado por Manzo-Rodríguez, 2022; eliminar estados de latencia, usando varios tratamientos; por ejemplo, mediante escarificación mecánica y química (con ácido sulfúrico), aplicación de reguladores de crecimiento como las giberelinas y el lavado o fermentación de la semilla, este último aplicado a la semilla por Emongor *et al.*, 2004; quien considera como técnica visual al

colocar semillas en remojo por tiempo conocido, las de mayor peso se irán al fondo del vaso, lo que, según su teoría, garantiza la viabilidad y factibilidad de ser utilizadas, por la reducción del número de semillas para seguimiento en germinación; en frutos con elevado número de semillas, como el fruto de la biznaga. Métodos de inducción a la germinación, como flotación o remojo de la semilla, prueba de tetrazolio, escarificación química en ácido sulfúrico, utilizados por Rosas-López, 2004, Rodríguez-Ruiz, 2018 y Manzo Rodríguez, 2022, lograron observar entre el día 4 al 17 presencia de germinación en la semilla; Amador-Alferez, en el 2013, utilizando el tratamiento con ácido giberélico (AG3), para evaluar la germinación, produjo incremento de plántulas en comparación con el control. El protocolo para germinación de acuerdo con lo establecido con Manzo Rodríguez, 2022; consideró viabilidad de la semilla de *E. platyacanthus* en un 87,5 % con cloruro de tetrazolio al 0,1 %, hubo una relación positiva entre la prueba de viabilidad con tetrazolio y la prueba de germinación y se obtuvieron patrones topológicos de tinción para cada especie.

Materiales y métodos

El objetivo es determinar la viabilidad de semillas de biznaga y establecer un protocolo óptimo de germinación bajo condiciones de invernadero. Para determinar la viabilidad de las semillas, se extrajo al azar una muestra de 20 semillas por fruto de cada espécimen seleccionado por

localidad, con tres repeticiones, y se sometieron a imbibición durante 24 horas en agua destilada, en oscuridad y a 24 ± 2 °C. Transcurrido el periodo de tiempo, las semillas se cortaron transversalmente para exponer los embriones y observarse en el estereoscopio.

Adicionalmente, se realizó la prueba de viabilidad con tetrazolio al 1 %; se utilizaron de 20 a 30 semillas y se adiciona cloruro de tetrazolio al 1 %, hasta quedar sumergidas en la solución, cubriendo de la luz, e incubar por 12 a 16 h, extraer y cortar algunas semillas longitudinalmente y colocar de nuevo en cloruro de tetrazolio y visualizar cada dos horas al estereoscopio, para el cambio de tonalidad del embrión.

Para determinar las condiciones óptimas de germinación, se utilizaron tratamientos de escarificación física (abrasión mecánica) y química (inmersión en ácido sulfúrico y ácido Giberélico [GA3]. Las semillas con prueba de viabilidad se les aplicó abrasión mecánica (tallado con lija); la escarificación química al ácido sulfúrico en 10 minutos y 20 minutos y al ácido giberélico por 12 h, transcurrido el tiempo; las semillas expuestas al ácido sulfúrico son lavadas y, junto con el resto de los tratamientos, son colocadas en cajas Petri con papel filtro humedecido, durante 20 días para inducir la germinación; presencia de radícula, se determinó positiva la prueba. Se determinó el índice de germinación de Scott; González Orozco (1996),

Álvarez (2004) mediante el razonamiento:

$$IG = \frac{\sum(n_{t,t_t})}{N}$$

donde nt: número de semillas germinadas al día t, tt : días transcurridos desde el inicio del experimento hasta el día t, y N: número total de semillas germinadas.

Resultados y discusión

A las 24 horas de mantener las semillas en agua, se observó que sedimentaron el 70%. Se consideró una menor cantidad de semillas para el seguimiento de este proyecto. Así mismo, se muestra la reacción química del tetrazolio con el embrión de la semilla, que nos refleja mayor probabilidad de germinar (Figura 1).



Figura 1. Resultados de viabilidad de la semilla de biznaga. Por flotación, durante 24 horas. Semillas viables son las observadas en el fondo del envase; por prueba del tetrazolio al 1%, embrión de semilla de color rosado, viabilidad positiva.

Las semillas sometidas a diferentes tratamientos: escarificación mecánica, química (uso de ácido sulfúrico), aplicación de reguladores de crecimiento, de acuerdo con los resultados obtenidos, los 4 tratamientos son pertinentes para

seguimiento en el protocolo de germinación. Las líneas seleccionadas corresponden a las M1, M2, M8, M12, M14, M15, y M16 sometidas al tratamiento con ácido sulfúrico en 10 minutos; a los 15 días se observó germinación de semilla en 7 muestras de 10 tratadas. Las sometidas por 20 minutos en ácido sulfúrico, se observó germinación en 8 muestras de 10 tratadas; en el tratamiento con ácido giberélico (GA_3), la germinación se observó para 3 de las 10 muestras tratadas, mientras que en el tratamiento de estratificación mecánica aumentó una muestra respecto al uso de GA (figura 2).

De acuerdo con los resultados obtenidos, se consideró factible utilizar los 4 tratamientos para la germinación de la semilla entre el día 10 y el 15 de iniciada la puesta en marcha de la germinación; la semilla mostró presencia de fotosíntesis.

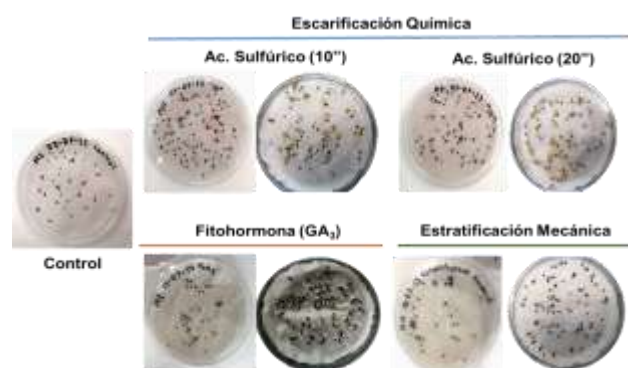


Figura 2. Optimización de la germinación de semillas de fruto de biznaga nativa de la región centro-norte del estado de Sinaloa. Seguimiento a partir del tratamiento aplicado a las semillas: escarificación química, con ácido sulfúrico a los 10 y 20 minutos, uso de

fitohormona GA_3 y estratificación mecánica; comparando con el control con agua destilada estéril. El método de flotación utilizado en este proyecto, en el cual observamos a las 24 horas, el 70% de las semillas sedimentaron, de acuerdo con lo publicado por Emongor *et al.*, 2004; quien considera que las semillas de mayor peso y asentadas en el fondo del vaso garantizan la factibilidad de ser utilizadas, por la reducción del número de semillas para proyectos de germinación, en frutos con elevada cantidad de semilla, como es el caso de la biznaga. La segunda prueba utilizada para identificar la viabilidad es la aplicación de cloruro de tetrazolio al 1%. De acuerdo con Ruiz (2009), determina la viabilidad de la semilla en función del patrón de tinción del embrión; Pereira, *et al.* (2017) señala que el exceso del tiempo en contacto con la solución puede resaltar en una coloración donde las semillas no son viables; en consideración a lo anterior, las semillas seleccionadas por flotación al mantenerse en la prueba al tetrazolio bajo diferentes tiempos (3, 12, y 24 h); el resultado viable mostrando un color rosado en el embrión, fue a las 24 h. Se presentó una relación entre el resultado con la prueba de flotación y las expuestas al cloruro de tetrazolio.

El resultado de germinación esperado al someter las semillas a los tratamientos de escarificación mecánica, química (uso de ácido sulfúrico) y aplicación de reguladores de crecimiento, se observó en 7 de 10 cajas Petri en un porcentaje del 85% de presencia de fotosíntesis, como prueba de

germinación a partir del día 7, 10 a 15 días; en los tratamientos al ácido sulfúrico y mecánica; nuestros resultados coinciden con los reportados por Manzo-Rodríguez, 2022, Gómez-Serrano, 2021 y Rodríguez-Ruiz 2018, quienes en siembra *ex vitro*, observaron la velocidad y sinergia de germinación en semillas expuestas a remojo, ácido sulfúrico y talladas con lija a partir del día 4 hasta los 25 a 48 días en un porcentaje de 100, 80 y 70 %. En la respuesta germinativa al tratamiento con ácido giberélico (GA_3) nuestros resultados (3/10 cajas) coinciden con Amador-Alfárez *et al.* 2013; tratamiento a una concentración de 500 ppm, el porcentaje de germinación estuvo por debajo del 30 %.

Resultados obtenidos: Se consideró factible utilizar los 4 tratamientos para la germinación de la semilla como estrategias alternativas, proporcionando información necesaria para planear la conservación y preservación de las cactáceas en su hábitat o sobrevivencia por periodos largos en condiciones desfavorables, y estimar su desempeño en condiciones de campo.

Conclusiones

La respuesta a la viabilidad de semilla tetrazolio en semillas de especies de biznagas nativas en los municipios de Salvador Alvarado, Angostura, Sinaloa, Guasave y Ahome. El uso de tetrazolio a una concentración de 1% por 24 horas permitió identificar la reacción esperada como factible de viabilidad de la semilla. Los tratamientos químicos y físicos aplicados a las semillas de fruto de biznaga como estrategias alternativas son

pertinentes para el seguimiento en el protocolo de germinación. La germinación en laboratorio constituye un primer indicio de la calidad de las semillas; es necesario mencionar que, en muchos casos, los resultados difieren de los que se hacen en condiciones de campo. Este tipo de protocolos permitirá planear la conservación y preservación de las cactáceas.

Se presentaron ciertas limitaciones: falta de recursos económicos, humanos, tiempo, infraestructura, que nos limitan para dar continuidad y repetición de los ensayos en períodos alternos. Las recomendaciones: con este tipo de proyectos aportamos procedimientos, técnicas de viabilidad y germinación. Estos protocolos son pertinentes para el seguimiento de germinación de semillas, lo que permitirá planear la conservación y preservación de las plantas de interés.

Referencias bibliográficas

Amador-AKA, Díaz-GJ, Loza-Cornejo S, Bivián-Castro EY. (2013). Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas en dos especies de *Ferocactus* (Cactaceae). *Polibotánica* 3

Becerra, R. 2000. Las cactáceas, plantas amenazadas por su belleza y biodiversidad, 6: 2-5, Casillas-Alvarez, P., Ryes-Olivas, A., Sánchez-Soto, B. H., García-Moya, E., Lugo-García, G. A., Soto-Hernández, R.M (2018). Germinación diferencial asociada con viviparidad facultativa en *Stenocereus thurberi* (Cactaceae);

correlaciones climáticas en poblaciones marginales de Sinaloa, México. *Acta Botánica Mexicana* 23: 51-66.

Emongor, V.E.; T. Mathowa y S. Kabelo. (2004). “The effect of hot water, sulphuric acid, nitric acid, gibberellic acid and ethephon on the germination of *Corchorus* (*Corchorus tridens*) seed”. *J. Agronomy*, 3(3): 196-200.

Flores-Tabango DV, Salazar X, Jaramillo-Díaz P. (2017). Ensayos de germinación y pruebas de viabilidad de semillas de cactus (*Opuntia echios* var. *echios*) de la isla Plaza Sur. [Tesis Licenciada en Biología]. [Galápagos]: Carrera de Ciencias Biológicas Universidad Central del Ecuador.

Gómez-Serrano, G., Martínez, J., Arreguin-Sánchez, M. L., García-Ochoa, F. (2021) Germinación y crecimiento de *Echinocactus platyacanthus* LINK&OTTO (CACATECEAE). Inglese, P.; Saenz, C.; Mondragon, C.; Nefzaoui, A.; Louhaichi, M. (2017). Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear. Fao. Roma, Italia: FAO, ICARDA. Disponible <<file:///C:/Users/Windows%2010/Downloads/a-i7628e.pdf>>. Acceso en: 13 de jun.2024 p. 2024.

[ISTA] International Seed Testing Association. (2005). Switzerland: Handbook on Tetrazolium Testing. Zurich.

Jimenez-Sierra, C., Mandujano, M.C., Eguiarte, L. E. 2007. Are populations of the Candy barrel cactus (*Echinocactus platyacanthus*) in the desert of Tehuacan, Mexico at risk? Population projection matrix and life table response analysis. *Biological Conservation*

Manzo-Rodriguez, S. M., González-Rosas, H., García-de los Santos, G., García-Moya, E., Espinosa Hernández, V., Corona-Torres, T., Robledo-Paz, A. (2022). Viabilidad y germinación de semillas de cuatro especies amenazadas de cactáceas. *Caldasia* 44(2):209-220.

Ortega-Baez, P., Godínez- Álvarez, H. (2006) Global diversity and conservation priorities in the Cactaceae.

Biodiversity and Conservation, 15: 817-827. .

Pereira E, Torres J, Almeida J, Ramayane R. (2017). Tetrazolium test for the viability of gherkin seeds. *Rev. Ciencia Agronomica* 48(1): 118-124. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.33>

Porras Fórez, D.; Albesiano, S.; Arrieta Violet, L. (2018). El género *Opuntia* (Opuntioideae–Cactaceae) en el departamento de Santander, Colombia. *Revista Biota Colombiana*, v. 18, n. 2, p. 112–132, doi:10.21068/c2017.v18n02a07

Ramírez-Rodríguez, Y.; Martínez-Huélamo, M.; Pedraza-Chaverri, J.; Ramírez, V.; Martínez Tagüeña, N.; Trujillo, J. (2019). Ethnobotanical, nutritional and medicinal properties of Mexican drylands Cactaceae Fruits: Recent findings and research opportunities. *Food Chemistry*, v. 312, 2020. doi:10.1016/j.foodchem.126073.

Ruiz MA, (2009). El análisis del tetrazolio en el control de calidad de semillas. Caso de estudio: cebadilla chaqueña. Publicación técnica no. 77. EEAINTA Anguil.

Villanueva RM, Navarro MC, Eliosa HR. (2016). Germinación de tres especies de cactáceas endémicas de México en condiciones asépticas. *Zonas Áridas* 16(1): 1-16. doi: <http://dx.doi.org/10.21704/za.v16i1.633>

Vozzo JA. 2010. Tropical tree seed manual. 2002. Washington DC: USDA Forest Service, Agriculture Handbook 721.