

Ensayos de germinación: tres ejemplos

Roberto Villagrán Torres

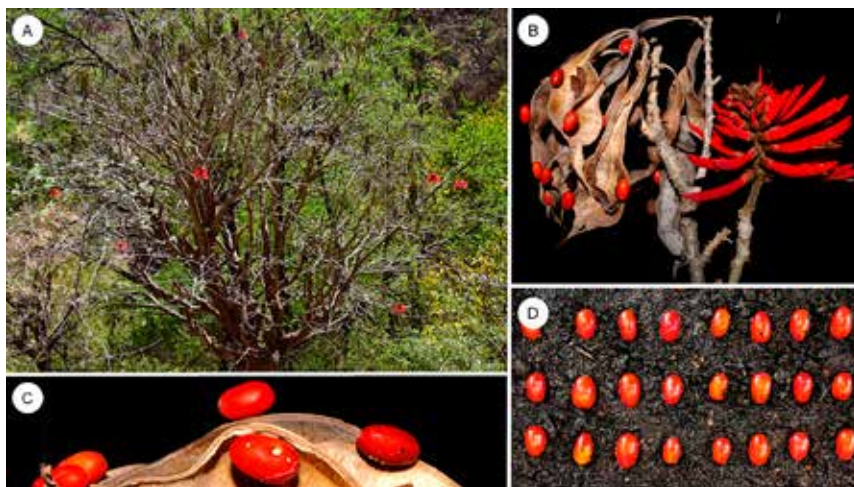
La germinación de las semillas es un proceso fisiológicamente demandante y de alta mortalidad para las plantas, comprenderla es indispensable para manejar la germinación con el mayor rendimiento posible. Una de las herramientas que otorga la ciencia son los ensayos de germinación (Rodríguez *et al.*, 2009; González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996).

¿QUÉ ES LA GERMINACIÓN?

La germinación es un proceso fisiológico que comienza con el reinicio del crecimiento del embrión y termina cuando la raíz emerge de la semilla, dando paso al nacimiento de un nuevo organismo que es resultado de la recombinación de los genes de sus progenitores (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996; Bareke, 2018).

La recombinación genética es importante porque enriquece el acervo genético de las especies, otorgándoles posibilidades de adaptación al ambiente, lo que puede incidir en la supervivencia de la especie, su dispersión, el comportamiento de sus poblaciones y la obtención de nuevas características morfológicas o fisiológicas, entre otros aspectos (Bareke, 2018). Esto no sucede cuando la propagación de las especies se realiza a través de propagaciones asexuales (por ejemplo, fragmentación, que consiste en dividir al organismo en dos o más esquejes, los cuales resultan en clones del progenitor) (Rodríguez *et al.*, 2009).

Figura 1. A) Ejemplar silvestre de *Erythrina americana*; B) Estructuras reproductivas; C) Perforación de la testa realizada por un escarabajo (ejemplo de escarificación mecánica); D) Ensayo de germinación de *Erythrina americana*.



La germinación es regulada por factores biológicos, como la forma de la semilla; y factores ambientales, como la humedad, la temperatura y la luz. La semilla responderá con el inicio de la germinación cuando se vea sometida a las condiciones ideales de germinación para esa especie (Bareke, 2018). No obstante, un lote de semillas de una misma especie presentará variabilidad en su comportamiento germinativo, por lo que algunas características registradas para su entendimiento son: porcentaje de germinación (capacidad germinativa), inicio de la germinación (primera semilla), distribución de la germinación en el tiempo (tasa y velocidad de germinación) y tiempo promedio de germinación. Estos datos se vuelven relevantes al realizar comparaciones entre ensayos de germinación (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996).

¿QUÉ ES UN ENSAYO DE GERMINACIÓN?

Los ensayos de germinación son pruebas realizadas desde el método científico que buscan establecer los parámetros necesarios para la germinación, por medio de experimentos que evalúen la capacidad germinativa de las plantas utilizando variables como el tiempo de almacenaje, la humedad, el fotoperíodo o la temperatura, mediante la medición del efecto de tratamientos físicos y químicos realizados en las semillas previamente a la germinación. Cuando los ensayos de germinación concluyen con éxito y son

representativos de una especie o variedad (“raza”), se genera la oportunidad de establecer protocolos de germinación que permitan el máximo rendimiento al germinar (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996; Rodríguez *et al.*, 2009). Entender la germinación mediante ensayos permite satisfacer de manera sustentable la demanda de especies en proyectos productivos con fines ornamentales, alimenticios, de restauración ecológica o conservación de especies (Rodríguez *et al.*, 2009).

GERMINACIÓN CON FINES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

La restauración ecológica con especies vegetales en áreas impactadas hace referencia al uso de plantas con la capacidad de recuperar la estructura y funcionalidad del ecosistema para dar paso al establecimiento de comunidades vegetales (Rodríguez *et al.*, 2009).

Erythrina americana Mill. (Figura 1, A) es una especie popular por sus múltiples usos, entre los que destaca su potencial restaurador del suelo. Esta característica se debe a la asociación simbiótica, a nivel de la raíz, con microorganismos fijadores de nitrógeno, lo que le atribuye al árbol la capacidad de acelerar la recuperación de la fertilidad del suelo y permitir el establecimiento de otras especies vegetales (Fehling-Fraser y Ceccon, 2015).

Sin embargo, la germinación de las semillas ha sido una limitante para los interesados en ella debido a las características físicas que poseen las semillas (Figura 1, B). Se ha determinado que la dureza y



Figura 2. A) Cerro Zapotecas, San Andrés Cholula, Puebla, México; B) Ensayo de germinación con *Thompsonella minutiflora*.

serosidad de las semillas de *E. americana* provocan un estado de latencia (reposo) que permite que solo una de cada 10 semillas germine en condiciones naturales, debido a que la testa de la semilla debe escarificarse (es decir, dañarse) para permitir el ingreso de humedad que reactive el desarrollo del embrión (Guadarrama *et al.*, 2019).

Se ha reportado que algunos insectos pueden realizar la escarificación de la semilla de colorín en condiciones naturales, aumentando significativamente la germinación de lotes de semillas (Figura 1, C). Los ensayos de germinación para *Erythrina americana* (Figura 1, D) se han centrado en determinar las maneras ideales para escarificar la testa de la semilla. Algunos de los métodos evaluados son: por escarificación mecánica, al raspar la semilla con lijas; al utilizar un cautín; al sumergir en agua caliente; y también se han evaluado métodos de escarificación química que consisten en sumergir a las semillas en ácido sulfúrico. Según lo publicado, sumergir las semillas en agua caliente o en ácido sulfúrico son los métodos más efectivos (Guadarrama *et al.*, 2019).

GERMINACIÓN CON FINES DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES

La conservación de las especies vegetales se basa en la selección de especies bajo categorías de riesgo, grado que puede ser determinado por el riesgo de extinción de una especie y las amenazas que generan la pérdida de su hábitat (Rodríguez, 2009; Herrera, 2012).

El género *Thompsonella* es un grupo de especies de plantas suculentas endémicas del centro y sur de México que cuenta con ocho especies, la mayoría restringidas a pequeñas poblaciones en limitadas zonas de distribución, lo que las vuelve especies vulnerables (Carrillo-Reyes y Pérez-Calix, 2008; Herrera, 2012).

En San Andrés Cholula, Puebla, la especie *Thompsonella minutiflora* (Rose) Britton & Rose ha sido registrada por locatarios y la Red Naturalista en el Cerro Zapoteco (Figura 2, A), un sitio de interés con planes de conservación y restauración que se considera un pulmón de la zona urbana. —El desarrollo de protocolos de germinación es clave en la conservación de las especies debido a que permite la germinación fuera de hábitat y optimiza los procesos de germinación frente a la escasez de semillas (Rodríguez *et al.*, 2009; Martínez-Villegas, *et al.*, 2012).

Sin embargo, en casos en que no existen protocolos de germinación para *Thompsonella*, es necesario sustentar la investigación con ensayos de germinación realizados previamente en especies cercanas al género, gracias a las similitudes biológicas que presentan (Carrillo-Reyes y Pérez-Calix, 2008).

Algunos autores han reportado que las semillas de géneros de la familia Crassulaceae presentan latencia regulada por su fisiología que termina con el paso de cierto tiempo, probablemente para dar oportunidad a que las semillas se dispersen a sitios con las condiciones ideales para germinar; debido

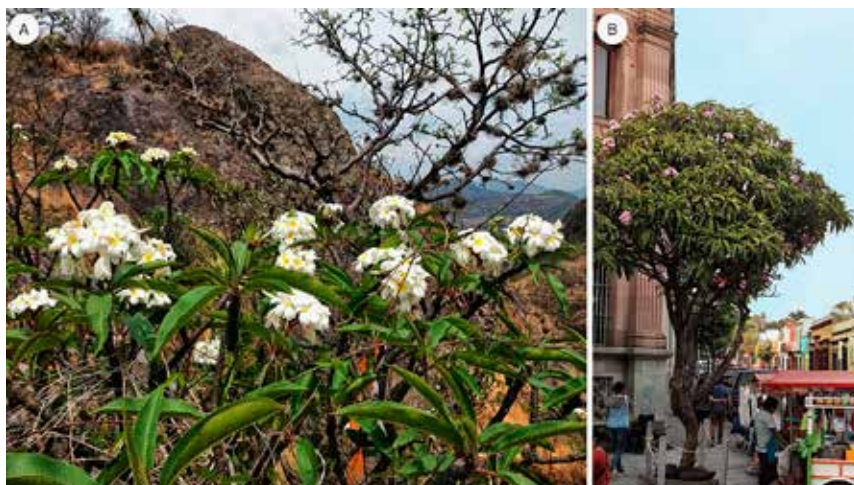


Figura 3. A) Ejemplar silvestre de *Plumeria*; B) Uso ornamental de *Plumeria*.

a esto, uno de los enfoques de los ensayos de germinación es conocer el tiempo en el que se rompe la latencia. Los ensayos consisten en resguardar las semillas durante tiempos determinados, y luego evaluar la capacidad germinativa de los lotes de semillas (Martínez-Villegas, *et al.*, 2012).

GERMINACIÓN CON FINES ORNAMENTALES

El uso ornamental de las plantas ha crecido en las sociedades y, en consecuencia, la demanda de algunas especies se ha visto superada por la oferta. Sin embargo, la germinación de especies con fines ornamentales es una práctica viable para ofertar plantas provenientes de una producción sustentable y proveer a las ciudades de plantas adaptadas a condiciones de ornato (Rodríguez *et al.*, 2009).

Los representantes del género *Plumeria* (Figura 3, A) son plantas nativas de México que han resultado ser óptimas para el arbolado urbano gracias a que crecen rápidamente y han demostrado ser resistentes a enfermedades. Sin embargo, la vigorosidad y resistencia de las plantas de *Plumeria* disminuyen en las propagaciones asexuales (por ejemplo, esquejes) (Concha, 2012). Debido a las condiciones ambientales del hábitat donde crecen, los ensayos de germinación realizados para *Plumeria* han puesto a prueba la germinación de las semillas a distintas temperaturas y poca humedad en el sustrato; se han obtenido así

porcentajes de germinación de hasta un 90 %. Sin embargo, periodos de altas temperaturas con caídas drásticas han generado porcentajes de germinación menores (30 %), que pueden ser explicados como un mecanismo de dormancia (letargo) que se activa por la variación de temperaturas que ocurre en el cambio de estación del hábitat, con el objetivo de evitar la germinación en condiciones ambientales estacionales desfavorables (Maciel y Mendoza, 2007). Por lo anterior, se ha mencionado que algunas especies de *Plumeria* germinan bien en condiciones de humedad relativamente bajas y tienen rangos amplios de tolerancia a la temperatura, lo que las hace plantas ornamentales accesibles por su fácil germinación en viveros (Maciel y Mendoza, 2007; Concha, 2012).

LIMITANTES EN LOS ENSAYOS DE GERMINACIÓN

Si bien es cierto que los ensayos de germinación son relevantes para entender el proceso de germinación de las plantas, una limitante en las investigaciones es la falta de semillas disponibles. Dicha carencia suele derivarse en que los resultados de distintos estudios hechos a una misma especie presenten variabilidad.

Por esto, para desarrollar un ensayo de germinación que represente significativamente a una especie, es importante planificar una recolecta que reúna una buena cantidad de semillas provenientes de un número grande de individuos. No obstante, la recolecta de semillas se puede complicar porque existen especies difíciles de localizar en la naturaleza, que producen

pocas semillas o cuyas etapas reproductivas y biológicas no se conocen (Rodríguez *et al.*, 2009).

CONCLUSIÓN

Los ensayos de germinación son una herramienta importante en la cadena de producción de las plantas que permite generar estrategias sustentables que atiendan la demanda de plantas sin perjudicar al ecosistema. Contribuyen también a conservar y enriquecer la diversidad genética de las especies vegetales útiles, y son indispensables para las estrategias de conservación de especies endémicas y en peligro de extinción. Sin embargo, la disponibilidad de semillas es un factor que limita el desarrollo de ensayos de germinación en una gran cantidad de especies.

AGRADECIMIENTOS

Al doctor Carlos Ruiz-Jiménez, por el conocimiento compartido en el Laboratorio de Restauración de Ecosistemas Acuáticos y Terrestres de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

REFERENCIAS

Bareke T (2018). Biology of seed development and germination physiology. *Advances in Plants & Agriculture Research* 8(4):336-46.

Carrillo-Reyes P y Pérez-Calix E (2008). Una especie nueva de *Thompsonella* (Crassulaceae) del estado de Michoacán, México. *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature* 16(3):320-323.

Concha F (2012). *Plumeria rubra* o Flor de Mayo, una embajadora parcial. *Herbario CICY* 4:58-60.

Fehling-Fraser T y Ceccon E (2015). Macropropagación de *Erythrina americana* en invernadero: una herramienta potencial para la restauración de bosques tropicales estacionalmente secos. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente* 21(1):5-16.

González-Zertuche L y Orozco-Segovia A (1996). Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Botanical Sciences* 58:15-30.

Guadarrama H, Trejo J, Cruz R y Pérez A (2019). Efecto del método de escarificación sobre el porcentaje de germinación en semillas (*Erythrina americana* Miller). *Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología* 2(3):12-21.

Herrera Ó (2012). *Propuesta de lista de especies prioritarias para la conservación en México*. México: CONABIO.

Martínez-Villegas J, Orozco-Segovia A, Sánchez-Coronado M and Pisanty I (2012). Germination of *Sedum oxypetalum* (Crassulaceae) in a primary lava-field shrubland. *Plant Ecology* 213(5):871-881.

Maciel N y Mendoza A (2007). Propagación por semilla y crecimiento en vivero de *Plumeria pudica* Jacq. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia* 24:95-100.

Rodríguez S, Vergara-Tenorio M, Ramos-Prado J y Sainz-Campillo C (2009). *Germinación y manejo de especies forestales tropicales*. México: CONAFORT-CONACYT.

Roberto Villagrán Torres
Facultad de Ciencias Biológicas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
robertovt16@gmail.com

© Enrique Soto. *Sin título*, San Salvador El Seco, Puebla, 2005.



© Enrique Soto. *En camino*, Calpan, Puebla, ca. 1980..





© Enrique Soto. *Sin título*, Calpan, Puebla, ca. 1980..