

»» PINOS: SEMILLAS DESNUDAS, CON ALAS Y POLICOTILEDÓNEAS

Alejandra Hernández-García*, Juan Christian
Altamirano López, Rafael Salgado Garciglia

Laboratorio de Biotecnología Vegetal, Instituto de
Investigaciones Químico Biológicas, Universidad
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

*Contacto: alejandra.hernandez@umich.mx



Pinos: Semillas desnudas, con alas y policotiledóneas

Resumen

A diferencia de las plantas con flores -las angiospermas-, como el maíz (monocotiledónea) o el frijol (dicotiledónea), los pinos pertenecen a las gimnospermas. En ellas, las semillas son "desnudas", es decir, que se desarrollan sin la protección de un fruto, formándose directamente sobre las escamas de las piñas. Estas semillas tienen una adaptación fascinante ya que están equipadas con "alas membranosas" que les permiten planear y dispersarse lejos del árbol madre llevadas por el viento, una estrategia perfecta para colonizar nuevos espacios en los bosques o el entorno donde se pueden desarrollar. Su proceso de germinación es único porque el embrión se alimenta de una reserva de energía llamada gametofito femenino. Además, mientras otras plantas solo tienen una o dos hojitas al nacer, las gimnospermas sorprenden con la brotación de múltiples hojitas en forma de sombrilla llamado verticilo, para aprovechar el sol. Esto se debe a que no tienen un cotiledón, ni dos, sino muchos más por lo que son llamadas policotiledóneas. Entender estos mecanismos —desde las semillas aladas hasta la germinación con múltiples cotiledones— no solo es curioso, sino que es clave para la conservación de los pinos, así como para comprender cómo evolucionaron las semillas en la historia de las plantas.

Palabras clave: Cotiledones, Crecimiento, Germinación, Gimnospermas.

Sin flores y sin frutos ¡Si hay semillas, pero desnudas!

En las especies de pinos (*Pinus spp*) y otras gimnospermas, la reproducción no depende de pétalos coloridos ni de pulpas dulces, ya que estas plantas carecen de verdaderas flores y frutos con rica pulpa. Los pinos utilizan estructuras especializadas llamadas conos o estróbilos, conocidos popularmente como piñas, que, por cierto, ¡En las fiestas navideñas son utilizadas como adornos! Aunque técnicamente no poseen flores como las angiospermas, como el maíz y el frijol, las gimnospermas tienen estructuras equivalentes que se clasifican como monoicas, esto significa que un mismo árbol tiene conos o piñas separados para cada sexo: Los conos masculinos (estróbilos polínicos), son pequeños, blandos, suelen aparecer en grupos y su única misión es producir los granos de polen, mientras que los conos femeninos (estróbilos ovulados), ¡Son las "piñas" que todos conocemos!, en sus escamas se encuentran los óvulos expuestos, esperando el polen para ser fecundados e iniciar la formación de la semilla, que contendrá el embrión que posterior a la germinación, formará una nueva planta (Fig. 1).



Figura 1. Desarrollo de conos femeninos (piñas). Imagen creada con IA de Google (<https://gemini.google.com/share/920e0dc72857>).

En estas plantas, la semilla se considera "desnuda", de ahí el término gimnosperma (*gymnos*, desnudo y *sperma*, semilla) [1, 2], aunque las semillas están encerradas sobre las escamas de las piñas, las cuales son de estructura leñosa y les ofrecen protección, hasta que se encuentren las condiciones ambientales favorables para que el viento las disperse, es en este momento donde las escamas se separan (higroscopía) para liberarlas. Este tipo de semilla a menudo cuenta con una pequeña membrana llamada ala, una innovación natural que le permite "planear" lejos del árbol madre, dispersándose con el viento, evitando la competencia por recursos y facilitando la colonización de nuevos territorios [2] (Fig. 2),



Figura 2. Cono o piña de pino y semillas aladas. Imagen creada con IA de Google (<https://gemini.google.com/share/9e3a9815d42c>).

La formación de semillas en gimnospermas: Un encuentro en las alturas

La vida de una planta no comienza con la semilla, sino con un encuentro microscópico denominado polinización. En las gimnospermas, este evento es un despliegue de ingeniería natural, ya que, al no poseer flores vistosas ni néctar para atraer insectos, dependen casi totalmente del viento (anemofilia). Los granos de polen son liberados desde los conos masculinos y viajan largas distancias hasta alcanzar los conos femeninos, para aterrizar directamente sobre los óvulos, y así ocurre la fecundación, la cual es un proceso sorprendentemente lento, ya que demora meses en completarse. Inicia con el desarrollo del tubo polínico desde el grano de

polen, el cual penetra el tejido del óvulo para entregar los núcleos espermáticos al arqueogonio (donde está la ovocélula), resultando en la formación del cigoto que se transformará en un embrión, rodeado por un tejido de reserva único: el gametofito femenino haploide, dando lugar a la semilla [2].

¿Qué es la Germinación?

Pasando un periodo de latencia, donde la semilla espera las condiciones ambientales adecuadas (agua, temperatura, oxígeno, condiciones del suelo), ocurre la germinación, un proceso fisiológico mediante el cual el embrión reinicia su metabolismo, rompe las cubiertas y emerge como una plántula independiente. Para que una semilla de un pino logre germinar con éxito, debe completar primero un proceso de maduración dentro del cono (la piña). Este desarrollo ocurre protegido por las escamas del cono y requiere tiempo, ya que se deben desarrollar procesos metabólicos que proporcionan la energía necesaria. Para que las semillas de los pinos estén listas para la germinación, como ocurre en la mayoría de las semillas, se necesita una etapa de deshidratación controlada. Mientras el embrión se desarrolla, la semilla pierde agua y entra en un estado de latencia. Las piñas pasan de un verde intenso a un tono pardo o café, y es este punto, cuando el contenido de humedad baja drásticamente, lo que permite que las células del embrión se hagan resistentes al frío y al paso del tiempo [3].

La germinación en pinos requiere de una alta fuente de energía, a diferencia de los humanos, que usamos mayormente carbohidratos, las gimnospermas prefieren los lípidos y proteínas. Las semillas de gimnospermas son ricas en ácidos grasos insaturados, pero estos aceites no solo alimentan al embrión, sino que también tienen un gran valor en la industria farmacéutica y cosmética por sus propiedades antioxidantes; las proteínas de reserva se almacenan en cuerpos proteicos y durante la germinación, se descomponen en aminoácidos para construir los nuevos tejidos de la plántula.

Por lo tanto, en las gimnospermas (pinos), la germinación tiene un sello distintivo, diferente a lo que ocurre en las semillas de maíz o frijol. Primero ocurre una movilización de reservas, en la que el embrión consume al gametofito femenino; posteriormente emerge la corona, y en vez de aparecer una hoja (maíz) o dos (frijol), se desarrollan

múltiples hojas que provienen de varios cotiledones (policotiledonía), al cual se le denomina verticilo [3, 4] (Fig. 3).



Figura 3. Proceso de germinación en pinos (*Pinus pseudostrobus* Lindl. 1839): 1. Semillas; 2. Etapa de emergencia; 3. Etapa del desarrollo inicial de los cotiledones; 4. Formación de la plántula con el desarrollo del verticilo (Elaboración propia).

Si alguna vez has sembrado una semilla de maíz, habrás visto que solo sale una hoja principal (monocotiledóneas), en cambio, si siembras una semilla de frijol, notarás que salen dos hojitas (dicotiledóneas). En los pinos, al ser policotiledóneas, se desarrolla el verticilo, una estructura formada por varias hojas que parecen una pequeña sombrilla verde que se abre para atrapar la luz del sol, necesaria para el desarrollo de las plantas [3, 4].

Un crecimiento lento pero seguro

A diferencia del pasto o de las plantas con flores del jardín, que crecen muy rápido, los pinos y muchas gimnospermas se toman su tiempo. Su germinación es un proceso paciente y delicado. Entender cómo despiertan estos gigantes de la naturaleza, es vital para los científicos, ya que nos ayuda a reforestar nuestros bosques y asegurar que los pinos sigan purificando el aire de nuestro planeta.

Referencias bibliográficas

- 1 *Fernández de Tejeda-de Garay I, Bellet-Serrano M & García-Guillén E. Talleres de Botánica. Las Gimnospermas. Madrid España, Jardín Botánico SCIC; 2012, 15 p. Disponible en: <https://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/didactical/Gimnospermas.pdf>*
- 2 *Iturritxa E & Mesanza N. Ciclo de vida del Pino. 2017. Reporte técnico, 3p. Semana de la Madera 23 al 29 de octubre, Sanidad Forestal Basquegur Neiker. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/320826943_life_cycle_of_Pinus?channel=doi&linkId=59fbf951aca272347a1f1cb6&showFulltext=true*
- 3 *De la Cuadra C. Germinación, latencia y dormición de las semillas. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario; 1993 (Hojas Divulgadoras; 3/92 HD), 24 p. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf*
- 4 *Flores A, Méndez-González J, Muñoz-Flores HJ & Sigala JA. Germinación de especies de Pinus para la gestión forestal. Importancia ecológica y aplicada de la germinación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); 2025, 8p. Disponible en: <https://www.gob.mx/inifap/articulos/germinacion-de-especies-de-pinus-para-la-gestion-forestal?idiom=es>*