

ESCUELA DE FRUTICULTURA Y ENOLOGIA

Docente: Enólogo Morandi Juan Carlos

Sexto Año 1era división CICLO SUPERIOR

TURNO TARDE

GERMINACION – PROCESO-

GUIA N° 8

La formación, dispersión y germinación de semillas, son eventos fundamentales en el ciclo de vida de las plantas gimnospermas y angiospermas. La propagación sexual de las plantas se da por medio de las semillas, las cuales tienen la función de multiplicar y perpetuar la especie (Bradford y Nonogaky 2007). Las semillas (Figura 1) son estructuras complejas que consisten, en general, en:

- i) El embrión, que es el producto de la fusión entre el óvulo con el núcleo espermático.
- ii) El endospermo que provee de nutrientes al embrión para el desarrollo y el crecimiento de la plántula. Algunas excepciones, por ejemplo, las flores de las labiadas producen frutos indehiscentes llamados núculas, que internamente contienen a la semilla, la cual nunca se libera ni se separa de la pared del ovario que la protege (Ryding 1995), estas semillas no presentan endospermo.
- iii) La testa de la semilla formada externamente por los tegumentos que representan los tejidos maternos del óvulo



Figura 1. Principales componentes de semillas dicotiledóneas y monocotiledóneas de acuerdo al modelo presentado por Coopeland y McDonald (1995). (A) Semilla de haba (*Vicia faba*) hipocótilo (1), radícula (2), plúmula (3), cotiledón (4) y testa (5). (B) Semilla de maíz (*Zea mays*) plúmula (1), radícula (2), cotiledón (3), endospermo (4), pericarpio (5), punto de cariopsis (6). Fuente: Laboratorio de fisiología y bioquímica vegetal, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia Para que la semilla cumpla con su objetivo, es necesario que el embrión se transforme en una plántula que sea capaz de valerse por sí misma, mediante mecanismos metabólicos y morfogenéticos, conocidos como proceso de germinación. El proceso de germinación está constituido por varias fases: i) Absorción de agua por la semilla o imbibición; ii) Activación del metabolismo y proceso de respiración, síntesis de proteínas y movilización de sustancias de reserva; iii) Elongación del embrión y ruptura de la testa a través de la cual se observa salida de la radícula.

El proceso de germinación está influenciado tanto por factores internos como externos. Dentro de los factores internos están la viabilidad del embrión, la cantidad y calidad del tejido de reserva y los diferentes tipos de dormancia. Algunos de los factores externos que regulan el proceso son el grosor de la testa, disponibilidad de agua, temperatura y tipos de luz. El estudio de la biología y fisiología de las semillas es de vital importancia para el hombre, ya que la mayoría de las especies cultivadas como los cereales son propagadas a partir de semillas sexuales (Russo et ál. 2010).

Imbibición: es el proceso de absorción de agua por la semilla. Se da por las diferencias de potencial hídrico (mátrico) entre la semilla y la solución de imbibición.

Este proceso consta de tres fases: i) incremento rápido en la absorción de agua; ii) fase de estabilización y movilización de nutrientes; iii) absorción de agua que generalmente coincide con el proceso de germinación (Figura 2).

Movilización de nutrientes: durante el proceso de germinación, en cereales por ejemplo, las reservas de nutrientes principalmente almidón y cuerpos proteicos son convertidos en compuestos básicos como azúcares simples y aminoácidos que son transportados y oxidados para suplir el crecimiento y la elongación del embrión

Viabilidad del embrión. Una de las primeras pruebas en el trabajo con semillas es evaluar la viabilidad del embrión, una vez corroborada la capacidad de la semilla para germinar es importante estudiar y evaluar algunos factores internos y externos que afectan el proceso de germinación.

Para los tecnólogos de semillas la viabilidad se refiere a la capacidad de la semilla para germinar y generar plántulas normales; mientras que desde la perspectiva fisiológica se refiere a si la semilla contiene o no cualquier tejido con actividad metabólica, y si posee reservas energéticas y enzimas para el funcionamiento de las células de la planta (Moreira

et ál. 1992). Existen diversos métodos que brindan idea sobre la viabilidad de la semilla, como la reacción con las sales de tetrazolium (Moreira et ál. 1992), esta prueba provee un método alternativo indirecto para medir la actividad respiratoria asociada a la cadena de transporte de electrones en las mitocondrias. La reducción de la sal de tetrazolium causa la formación de un precipitado insoluble, conocido con el nombre de formazán, que colorea al embrión viable de un color rojo intenso

La capacidad de las semillas para retrasar el proceso de germinación hasta que las condiciones ambientales sean ideales, que permitan los mecanismos de sobrevivencia de las plántulas, es conocida como dormancia (Coopeland y McDonald 1995). La dormancia puede ser clasificada en primaria y en secundaria (Fenner 2000).

Dormancia Primaria

Es el tipo de dormancia más común en el que se puede encontrar las semillas, está dado por factores exógenos y endógenos.

Dormancia exógena

Hace referencia a las condiciones ambientales básicas que determinan el proceso de germinación como disponibilidad de agua, luz y temperatura (Fenner 2000). La absorción de agua por parte de la semilla está directamente influenciada por la presencia de la testa y la permeabilidad que ésta tenga al intercambio gaseoso (Bewley y Black 1994; Finch-Savage y Leubner-Metzger 2006); algunas familias como Fabaceae, Malvaceae, Chenopodiaceae y Liliaceae presentan problemas de permeabilidad del agua y son conocidas como semillas duras (Coopeland y McDonald 1995). El efecto de la testa puede ser mecánico, o químico debido a la presencia de inhibidores fenólicos, impidiendo el flujo necesario de agua y oxígeno para la germinación.

La temperatura está frecuentemente asociada con el proceso de germinación por afectar el porcentaje de germinación, la tasa diaria de germinación, la tasa de absorción de agua, la velocidad de las reacciones enzimáticas y el transporte de las sustancias de reserva (Probert 2010)

En referencia a los requerimientos de luz necesarios para el proceso de germinación, las semillas se clasifican en tres grupos. El primer grupo corresponde o involucra a las semillas fotoblásticas positivas, ellas germinan como respuesta a la luz (Figura 4). En el segundo grupo están las fotoblásticas negativas, en él las semillas sólo germinan en oscuridad. En el tercer grupo están las semillas insensibles a la luz, germinan indistintamente bajo condiciones de luz u oscuridad (Takaki 2001).

Dormancia endógena

Es el tipo de dormancia que es inherente a las características internas de la semilla, entre estos se encuentran: dormancia por embriones rudimentarios, dormancia por

inhibición metabólica y dormancia por inhibición osmótica.

i) Dormancia por embriones rudimentarios. En algunas especies el proceso de maduración morfológica del embrión ocurre después del proceso de dispersión, lo cual se convierte en un tipo de dormancia porque el embrión inmaduro es incapaz de germinar, algunas especies como *Ranunculus*, *Plantago*, *Fraxinus*, *Viburnum*, *Ilex* y *Pinus* presentan este tipo de dormancia que se caracteriza por la maduración del embrión días o semanas después del proceso de dispersión (Coopeland y McDonald 1995).

ii) Inhibición metabólica. Algunos compuestos presentes en las semillas inhiben vías metabólicas específicas; por ejemplo, la presencia de cianuro en algunas semillas actúa inhibiendo la germinación debido a que bloquea la cadena de transporte de electrones en el proceso respiratorio; sin embargo, en muy bajas concentraciones el cianuro promueve el proceso de germinación (Coopeland y McDonald 1995).

El ácido abscísico (ABA), es una de las hormonas de crecimiento que regula el proceso de maduración, desecación y el mantenimiento de la dormancia de la semilla, como mecanismos para evitar la germinación precoz (Black et ál. 2000).

Reguladores de crecimiento como auxinas, giberelinas y citoquininas son conocidos como sustancias que ayudan a desequilibrar las concentraciones endógenas de ABA, ayudando a romper la dormancia. Algunos compuestos fenólicos también están involucrados en la inhibición del proceso de germinación. Una de las sustancias inductoras de la dormancia es la cumarina, la cual es metabolizada en semillas y es considerada un inhibidor natural de la germinación; el mecanismo exacto de acción aun no es claro, pero la evidencia experimental indica que este inhibidor interfiere con el proceso de fosforilación oxidativa e indirectamente con la disponibilidad de energía del embrión (Coopeland y McDonald 1995).

iii) Inhibición osmótica: Algunas sustancias poseen alta presión osmótica que inhiben el proceso de germinación en semillas. Compuestos como azúcares o sales en concentraciones altas pueden ser buenos competidores por la disponibilidad de agua con las semillas lo cual lleva a que el proceso de imbibición en las semillas no se complete y esta no pueda germinar. Ejemplos de este tipo de dormancia son encontrados en los frutos de remolacha azucarera en donde la alta concentración de azúcares y sustancias inorgánicas inhiben la germinación de las semillas (Coopeland y McDonald 1995).-

Dormancia secundaria

Algunas semillas no dormantes encuentran condiciones que generan posteriormente la inducción de la dormancia. Este tipo de situaciones puede ser causado por la exposición de las semillas a condiciones que favorecen la germinación junto con la exposición a un factor que bloquea y restringe el proceso de germinación. Ejemplos de este tipo de dormancia es reportado en semillas de variedades de trigo de primavera y cebada de invierno en la que la

dormancia secundaria puede ser inducida luego de una exposición de las semillas deshidratadas a temperaturas entre 50°C a 90°C, o el almacenamiento durante siete días de semillas de trigo de primavera en condiciones de alta humedad (Coopeland y McDonald 1995).

Otro ejemplo, es el reportado en semillas de *Ulmus* al someter las semillas a tratamientos de oscuridad continua en el que se generó un descenso en el porcentaje de germinación que no pudo ser corregido con tratamientos de alternancia de temperatura (Nomiya 2010). Aunque los mecanismos de dormancia secundaria pueden estar dados por el efecto de factores térmicos (temperatura), por presencia o ausencia de luz; este tipo de dormancia puede también ser inducida por exceso o ausencia de agua, compuestos químicos y gases. Algunos investigadores sugieren dos hipótesis para explicar el modo de acción de la dormancia secundaria: la primera es la imposición o bloqueo de puntos control en los procesos metabólicos que hacen parte del proceso de germinación, y la segunda hace referencia a la inducción por algún factor (exceso o déficit de agua, luz, temperatura y gases) de sustancias que inhiben la germinación contra sustancias que promueven el proceso (Coopeland y McDonald 1995)

ACTIVIDADES A REALIZAR:

- **Lectura comprensiva del texto.**
- **Realice un mapa conceptual sobre el tema.-**
- **Definición de dormancia.**
- **Clases de dormancias . explique**
- **Factores externos e internos que afectan la germinación**

Email: jucarmorand@hotmail.com ----- PARA CONSULTAS ---

SEÑOR DIRECTOR: SERGIO A. MONTERO