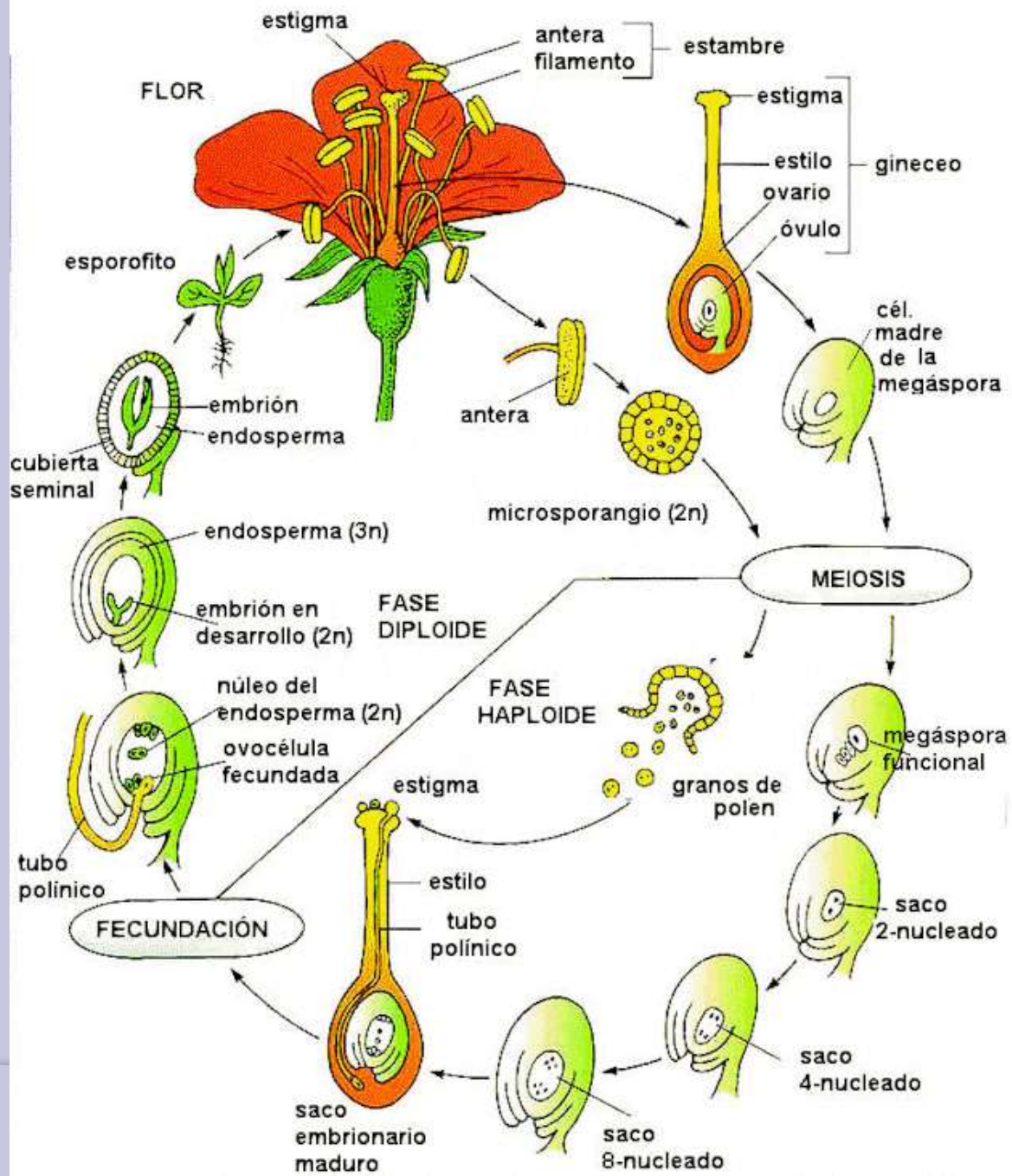




Proceso de Germinación

ANGIOSPERMAS: Monocotiledóneas y Dicotiledóneas



Semilla (Plantas empaquetadas)

- ✓ Estructura en reposo.
- ✓ Por lo regular sumamente deshidratada
- ✓ compuesta principalmente de tejido de reserva y rodeada por una cubierta esencialmente impermeable.
- ✓ Los procesos metabólicos están suspendido o son muy lentos; la semilla esta en una condición de vida interrumpida, debido principalmente a su carencia de agua y oxígeno.

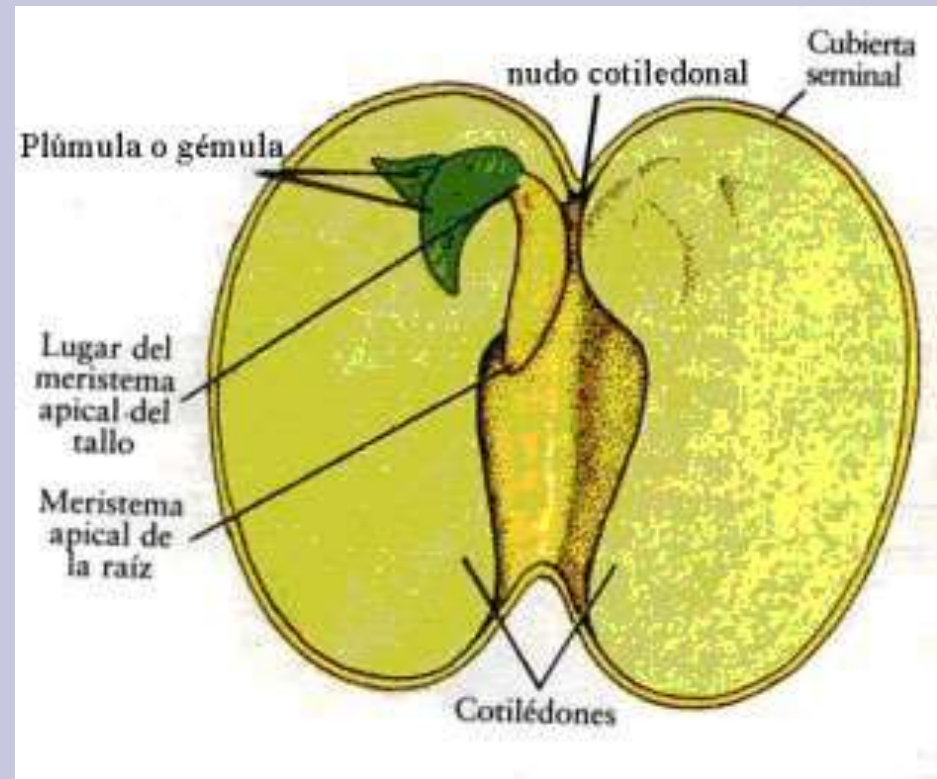


Semillas

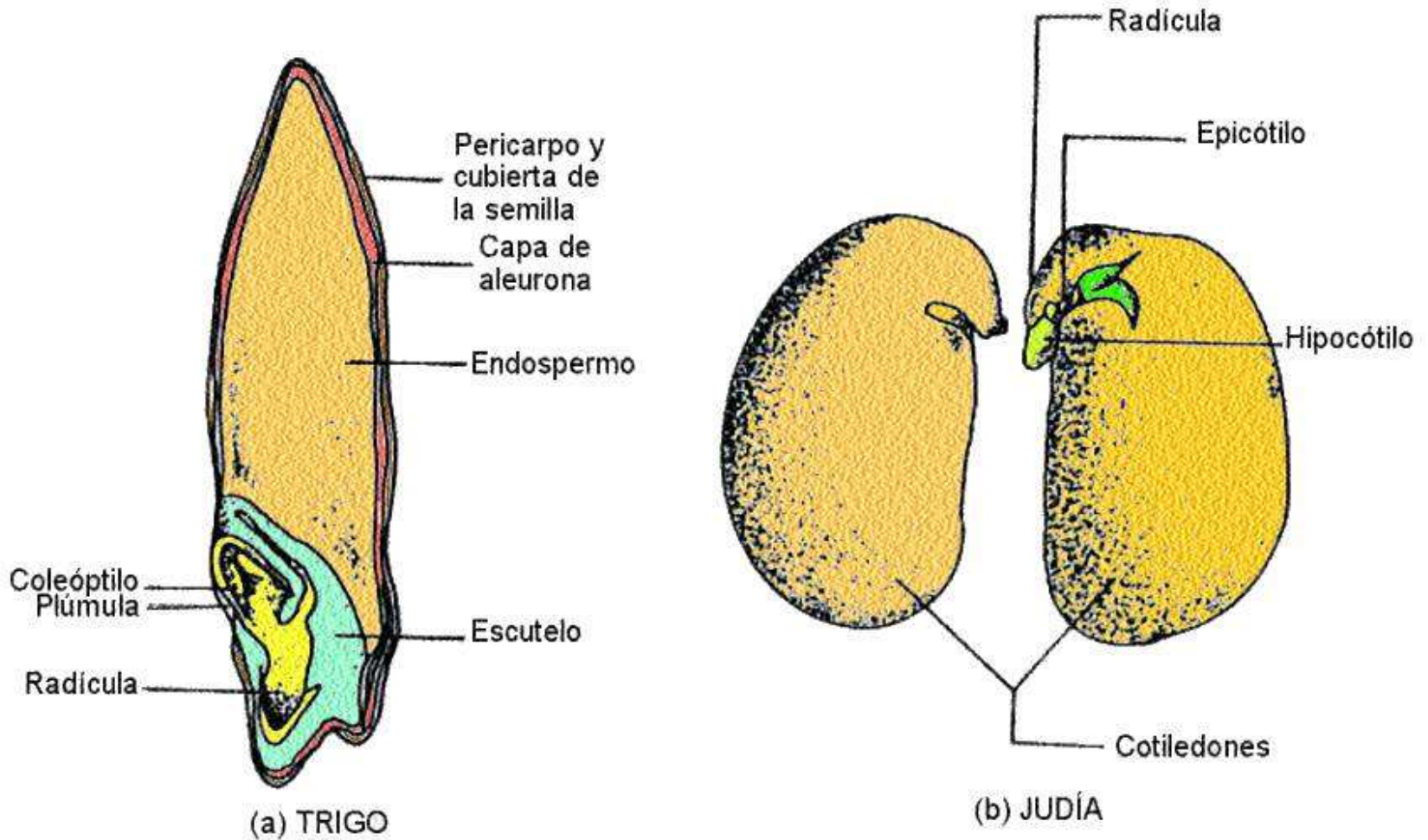
La función de las semillas es dar lugar a un nuevo individuo, perpetuando y multiplicando la especie a que pertenecen y consta esencialmente de un embrión, un albumen o endospermo y una cubierta seminal y es la fase de la planta mejor adaptada para resistir las condiciones ambientales adversas.

Composición de la Semilla

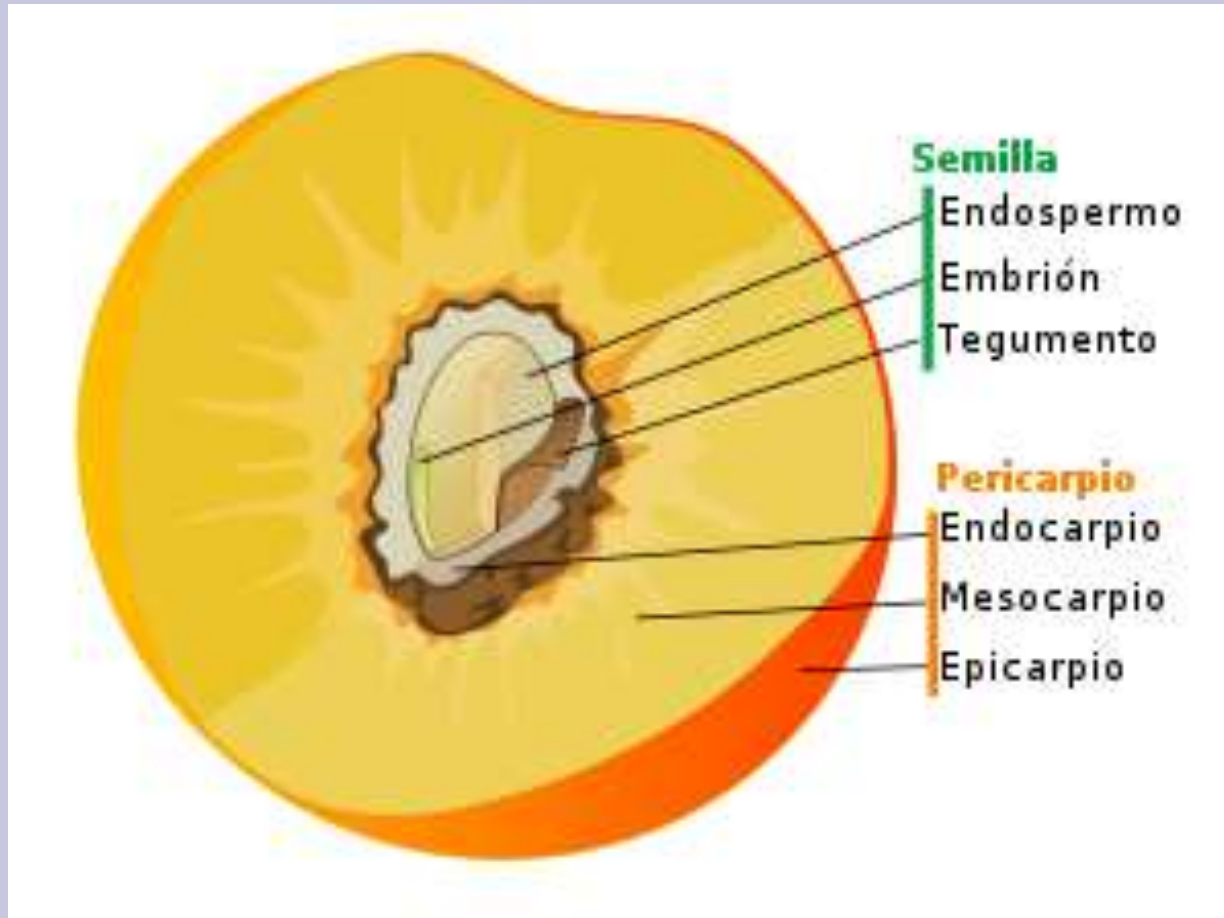
- La semilla contiene un embrión; la **radícula** (formará la raíz de la planta), la **plúmula** (formará el tallo) y las hojas.
- El embrión también posee **cotiledones** u hojas seminales (1 en monocotiledóneas y 2 en dicotiledóneas).



SEMILLAS



SEMILLAS-FRUTO



Germinación

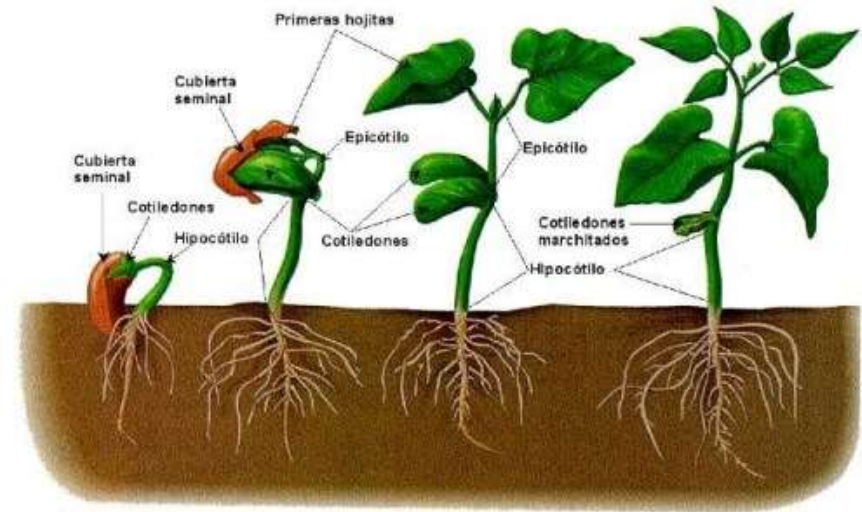
- “Recuperación por parte de la semilla de la actividad biológica, para originar una plántula capaz de convertirse a su vez, en una planta adulta productora de nuevas semillas” (punto de vista agronómico).

GERMINACIÓN

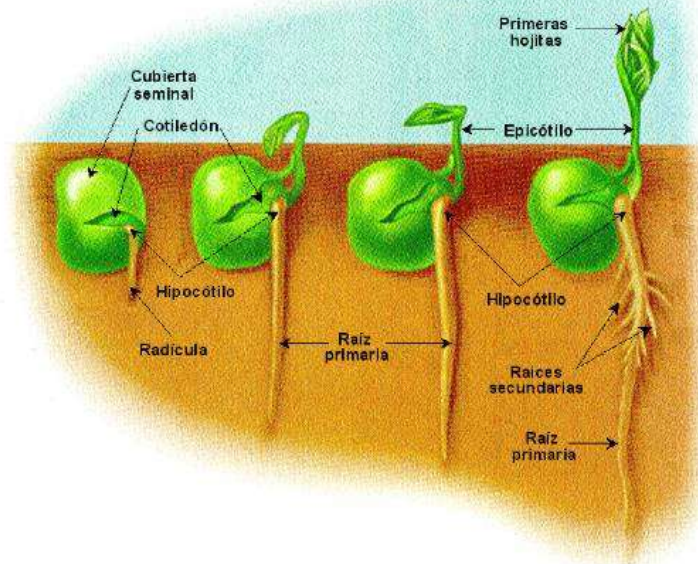
- Es el proceso que se inicia con la toma de agua por parte de la semilla seca (**imbibición**) y termina cuando una parte de ésta (eje embrionario en dicotiledóneas o radícula en monocotiledóneas y gimnospermas) se extiende y atraviesa (**emergencia**) las estructuras que la rodean (criterio morfológico).

Dicotiledóneas

Germinación epígea



Germinación hipogea



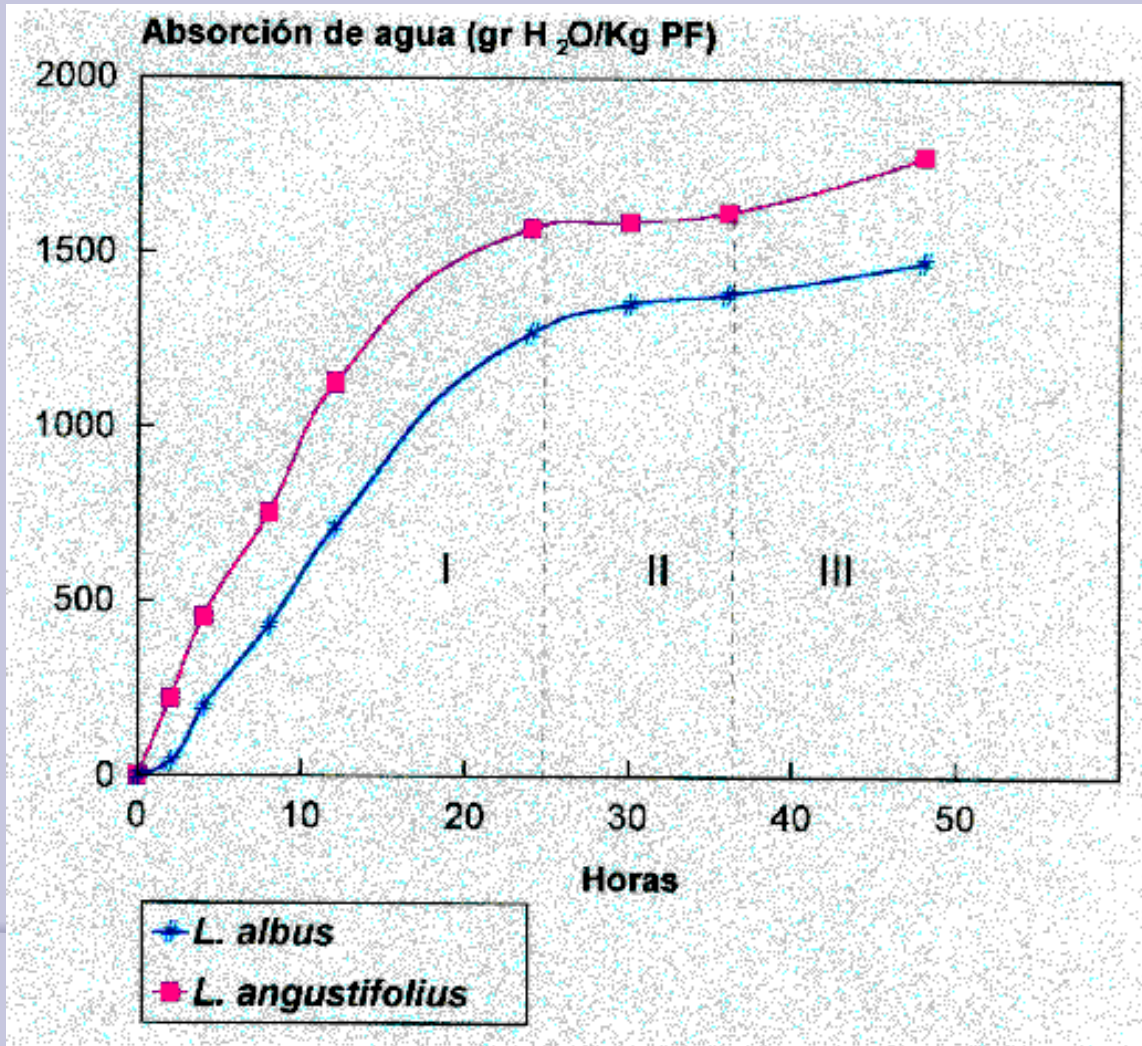
Monocotiledóneas

Fases del proceso de germinación

Fases sucesivas del proceso de germinación

- ☛ **Fase de hidratación.** intensa absorción de agua acompañada de un aumento proporcional en la actividad respiratoria
- ☛ **Fase de germinación.** Transformaciones metabólicas profundas. Se reduce la absorción de agua. Es una fase preparatoria.
- ☛ **Fase de crecimiento.** Cambios morfológicos visibles (elongación de la radícula), fisiológicamente, se caracteriza por un constante incremento en la absorción de agua y de la actividad respiratoria.

Imbibición



- La semilla seca tiene un potencial hídrico muy negativo por lo que tiende a imbibirse muy de prisa (fase inicial).
- Se presenta aún si el embrión no es viable.

Condiciones para la germinación



Esta fase tan rápida de absorción de agua provoca perturbaciones temporales en las membranas de la semilla y, por consiguiente, una transformación de solutos y diferentes metabolitos de bajo peso molecular (azúcares, ácidos orgánicos, iones, aminoácidos, polipéptidos, entre otros).

Reanudación de actividad metabólica.

Inicia la respiración aerobia.

Semillas ortodoxas

- Una vez maduras, las semillas pierden humedad en la planta madre hasta valores que oscilan entre un 14 y 20%, momento en el que es posible su cosecha. De ser necesario, posteriormente, se procede a un secado natural o artificial de las mismas a contenidos de humedad de alrededor del 8% o inferiores, para su almacenamiento.
- Generalmente poseen cubiertas duras e impermeables al agua.
- Pueden durar hasta más de 100 años.
- La mayoría de especies cultivadas.

Semillas recalcitrantes

- Otro grupo de especies produce semillas que normalmente no se deshidratan en la planta madre y que mueren si su contenido de humedad se reduce por debajo de un valor crítico, son las denominadas semillas **recalcitrantes**. La longevidad de estas semillas es relativamente corta, desde unas pocas semanas a meses según la especie. Son ejemplo la mayoría de los cultivos tropicales, cacao (*Theobroma cacao*), café (*Coffea arabica*), coco (*Cocos nucifera*), roble Europeo (*Quercus robur*), pino Paraná (*Araucaria angustifolia*), mango (*Mangifera indica*).
- Pueden ser almacenadas en húmedo por no mas de un año.

Las semillas recalcitrantes las producen dos tipos de plantas, las que crecen en ambientes húmedos, donde normalmente no es común que las semillas se deshidraten y las plantas perennes que producen semillas a intervalos regulares que caen en ambientes relativamente húmedos.



■ En estas últimas la persistencia de la especie, depende principalmente del hábito perenne de la planta madre, más que en el estado de vida latente de la unidad de dispersión. Por esta razón, el almacenamiento de este tipo de semillas constituye un desafío constante para los especialistas en conservación de recursos genéticos en bancos de germoplasma.

ROMPIMIENTO DEL LETARGO

- El frío es la característica más obvia del invierno, muchas semillas requieren frío para sobreponerse al letargo, no empezará a crecer a menos que (o hasta que) haya tenido el período de frío requerido.
- Calor intenso (incluso fuego).
- Paso a través del intestino de aves o mamíferos
- Tratamiento hormonal: la aplicación de GA revierte el efecto causado por el ABA, impidiendo o rompiendo el letargo inducido por dicho inhibidor.

ROMPIMIENTO DEL LETARGO

- Escarificación: Abrasión física.



- Temperaturas cálidas y días largos: es sumergirlos en agua caliente, de 30 a 35°C, durante varias horas.

- Etileno

TRASLOCACIÓN

Y

UTILIZACION DE RESERVAS



Las semillas almacenan durante el proceso embriogénico una serie de sustancias de reserva de cada especie.

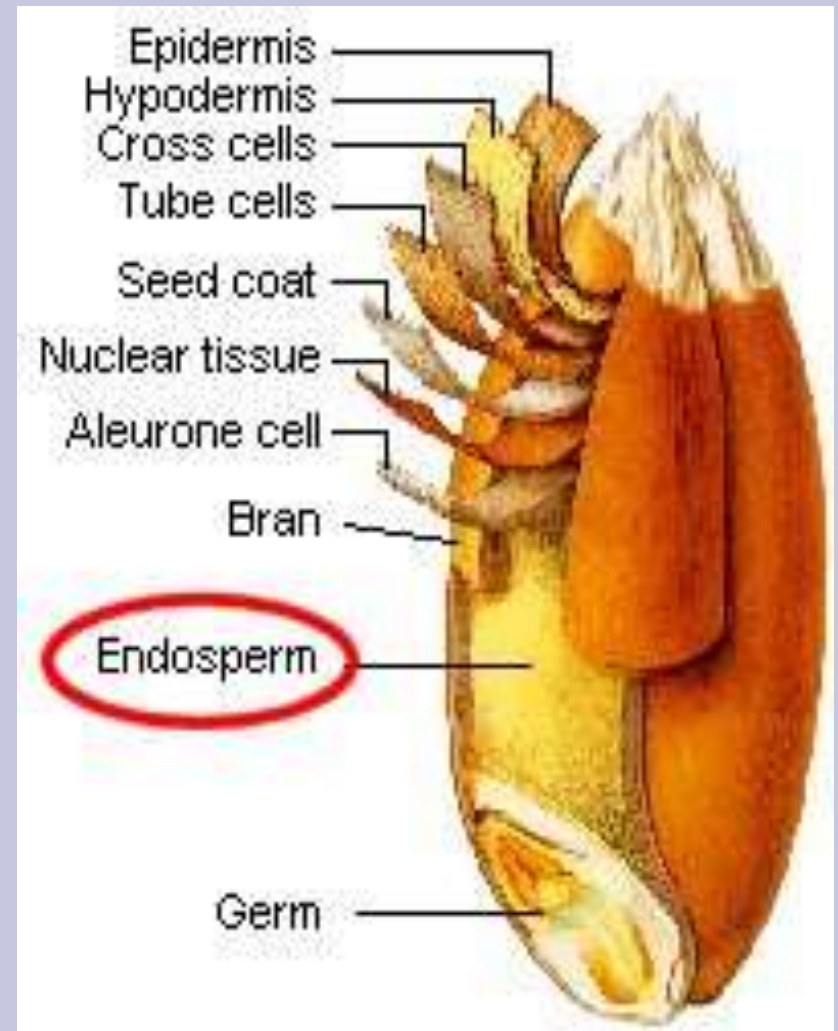
Al germinar se tiene que dirigir y movilizar una gran cantidad de material de reserva, como proteínas, grasas, almidón, fosfatos u otros carbohidratos para nutrir a la plántula en crecimiento.

Por lo que las enzimas digestivas deben activarse o sintetizarse inmediatamente después de empezar la germinación.



Endospermo

El endospermo consiste en un tejido harinoso rodeado por unas células con proteínas llamadas la capa de aleurona; es aquí donde se elaboran y secretan muchas enzimas digestivas.



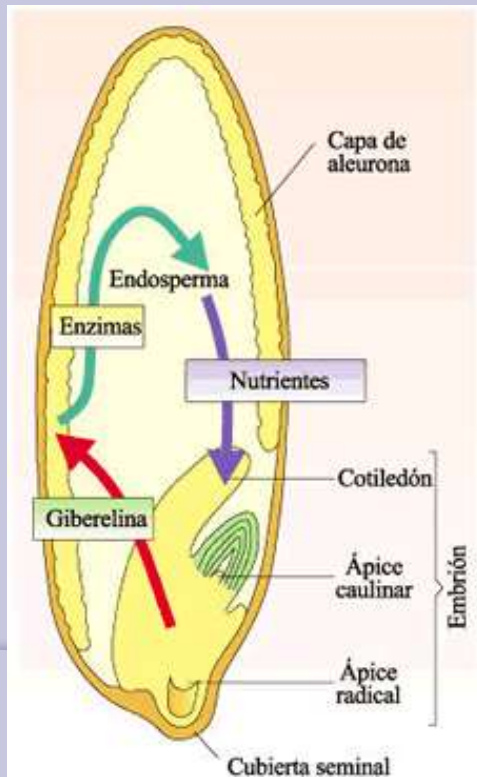
Hidrólisis de las Reservas

La movilización de las reservas en las semillas requiere de un proceso previo de hidrólisis para liberar los compuestos de menor peso molecular.

Pueden ser utilizados durante el crecimiento inicial de la plántula.

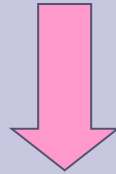
En muchos casos los productos de la hidrólisis sufren una serie de transformaciones metabólicas antes de ser transportados al eje embrionario en desarrollo.

El eje embrionario en desarrollo puede regular la movilización de las reservas a través de la inducción de la síntesis de enzimas hidrolíticas.



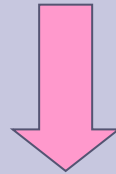


Aminoácidos libres

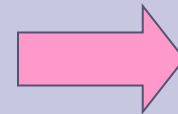


Prolina y Ácido glutámico

Plántula



Glutamina



Escutelo



En algunos casos, la movilización de las sustancias de reserva es controlada por el eje embrionario.

Degradación de Proteínas

Órganos intracelulares o Granos de Aleurona (Hartig)

Proteólisis

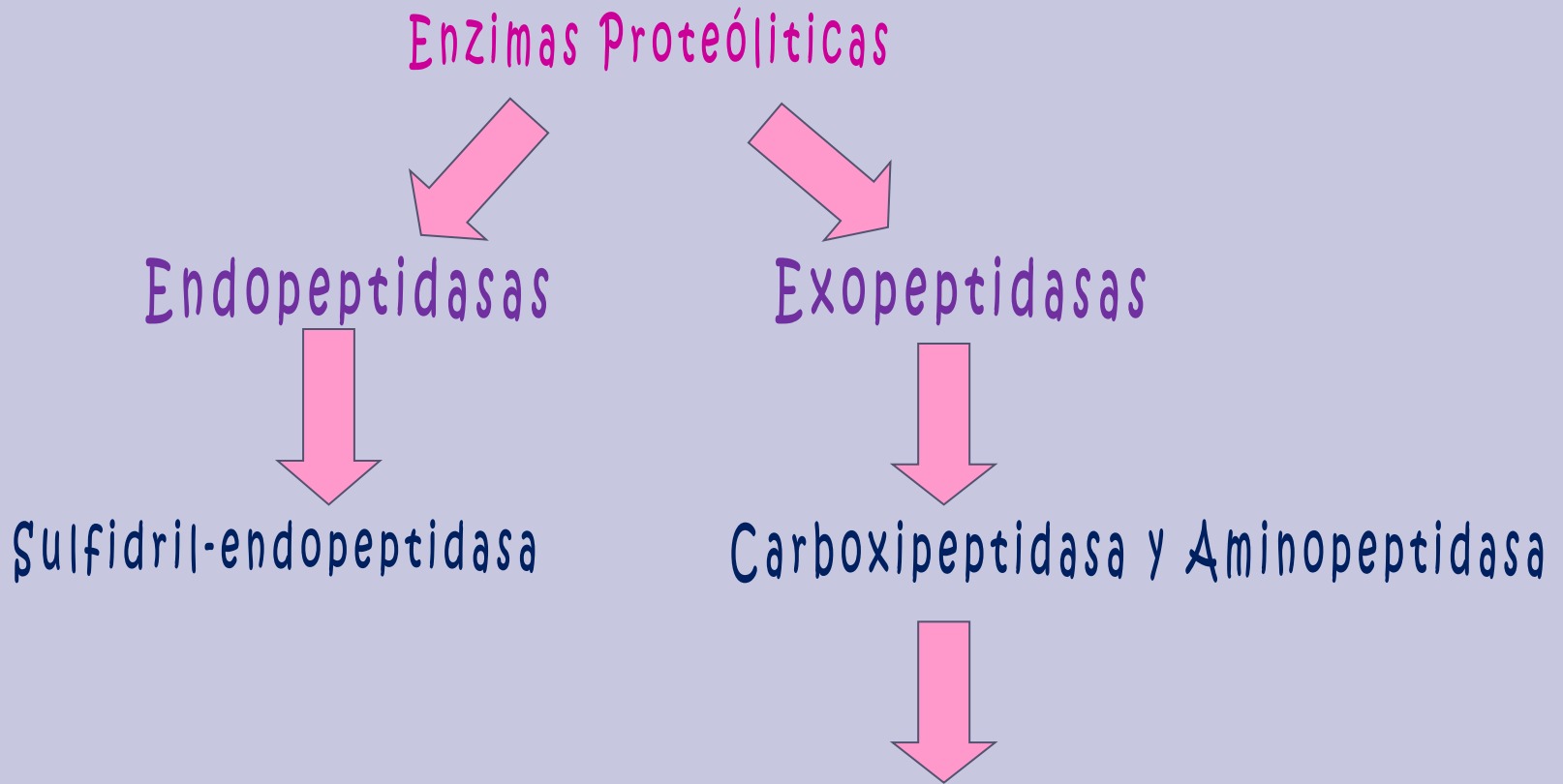
Enzimas Proteolíticas

Endopeptidasas

Exopeptidasas

Sulfidril-endopeptidasa

Carboxipeptidasa y Aminopeptidasa

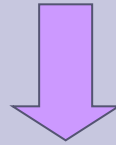


Degradación de Lípidos

Cuerpos Lipídicos

Los cuerpos lipídicos se encuentran rodeados por una membrana semiunitaria.

Glioxisoma



Mitocondrias

La degradación y metabolismo de los lípidos se produce en varias fases:

- 1.- Lipólisis para producir ácidos grasos y glicerol que se produce en los cuerpos lipídicos por acción de las lipasas.

2.- Oxidación de los ácidos grasos a acetil CoA y posterior formación de succinato en los glioxisomas.

3.- Conversión de succinato u oxalacetato en la mitocondrias.

4.- Formación de sacarosa a partir del oxalacetato en el citoplasma.

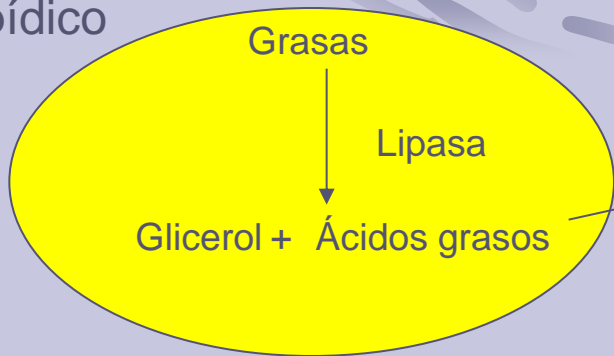
Lipasa alcalina · Isocitrato liasa y Malato sintetasa

Los cotiledones mantienen su capacidad de lipólisis hasta que sintetizan la suficiente clorofila para mantener el crecimiento de la plántula mediante fotosíntesis.

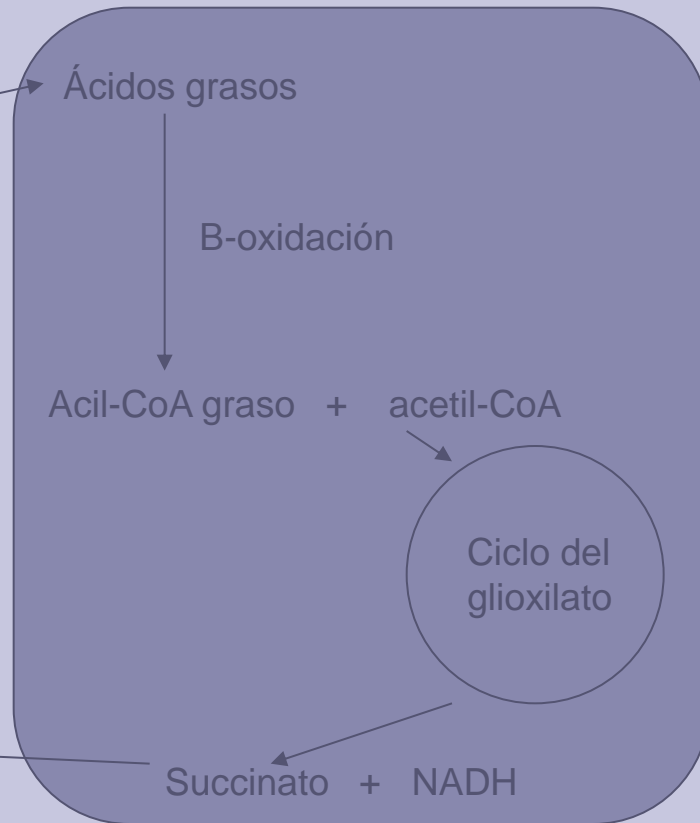
El control de la degradación de los lípidos de reserva por el eje embrionario o por el embrión, no está demostrado.



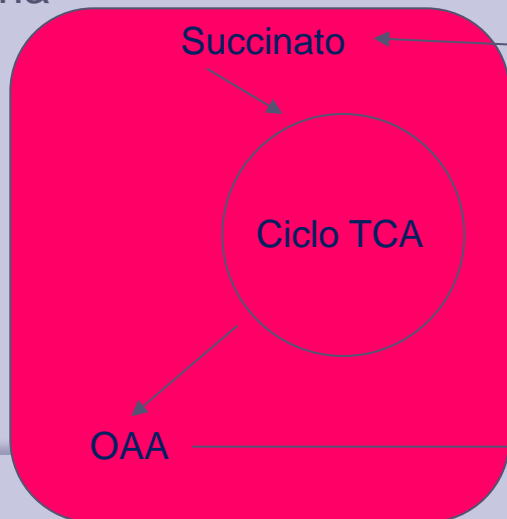
Cuerpo Lipídico



Glioxisoma



Mitocondria



Gluconeogénesis

OAA

PEP

Hexosas



Degradación del Almidón

El almidón es el compuesto de reserva de mayor proporción en las semillas y se encuentra formando gránulos.

2 rutas Catabólicas

Ruta Hidrolítica

Amilasa y Aminopectina

α -amilasa

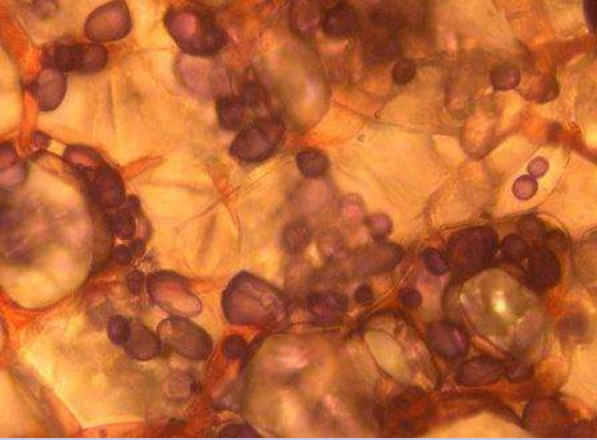
glucosa, α -maltosa y α -maltotriosa

Ruta Fosforolítica

almidón fosforilasa

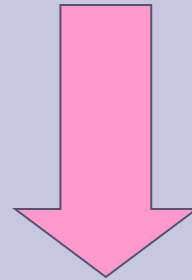
fosfato

glucosa-1-P



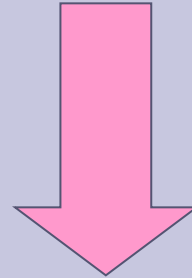
Capa de Aleuroña

Giberelinas



α -amilasa

azúcares

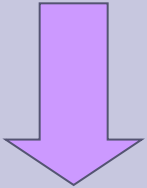


Sacarosa

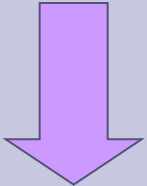
El embrión suministra la giberelina necesaria para iniciar la activación o síntesis de varias enzimas.

Degradación de Fosfatos

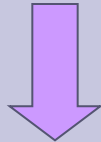
Fitina Fuente importante de Fósforo y otros Macronutrientes



Células Aleuronares

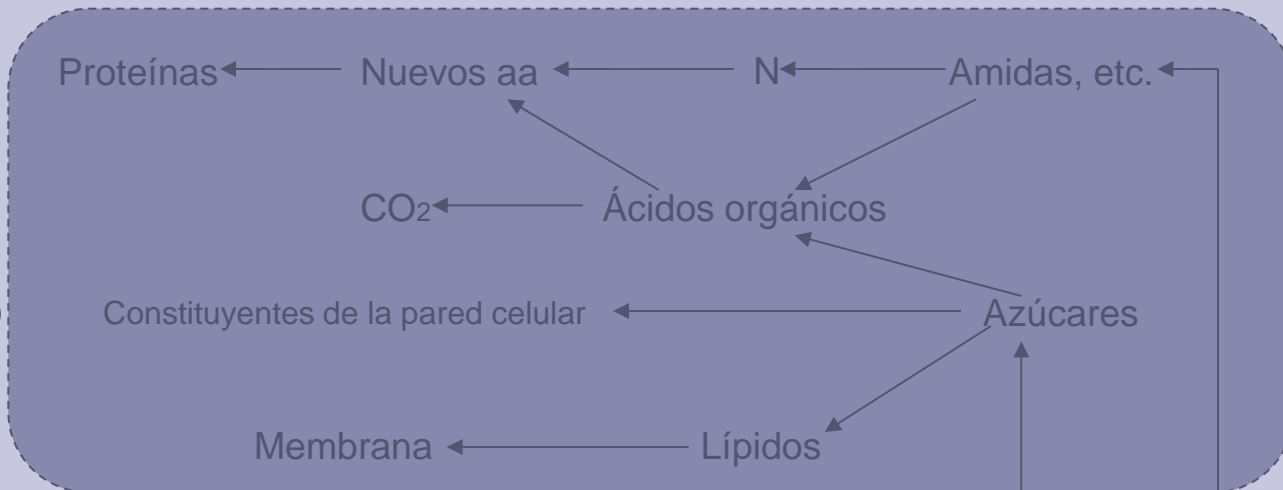


Fosfato y Mio-inositol



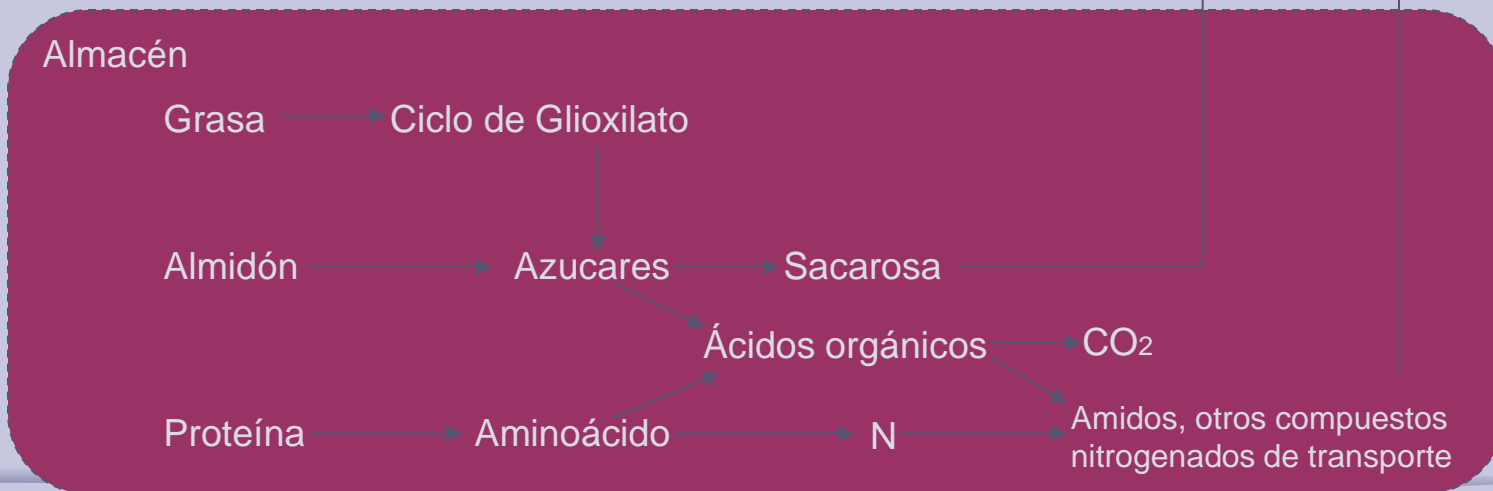
Pared Celular primaria

**ÁREAS DE
NUEVO
CRECIMIENTO**



TRANSPORTE

**S
E
M
I
L
L
A**



FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE GERMINACIÓN DE LA SEMILLA

AGUA

La absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos, que incluyen la activación del proceso respiratorio, la síntesis protéica y la movilización de las reservas.



Descripción de la superficie de cualquier terreno, a nivel de microambientes , limitándose a pequeñas extensiones de terreno.

Pueden ser: troncos caídos, montículos, sitios huecos o deprimidos y zonas planas.



Temperatura

La temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación.



La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio.



Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar aunque las demás condiciones sean favorables.



La temperatura mínima: es aquella, por debajo de la cual, la germinación no se produce.

La temperatura máxima: aquella por encima de la cual, se anula el proceso.

La temperatura óptima intermedia: que puede definirse como la más adecuada para conseguir el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo posible.

Fluctuación de la temperatura

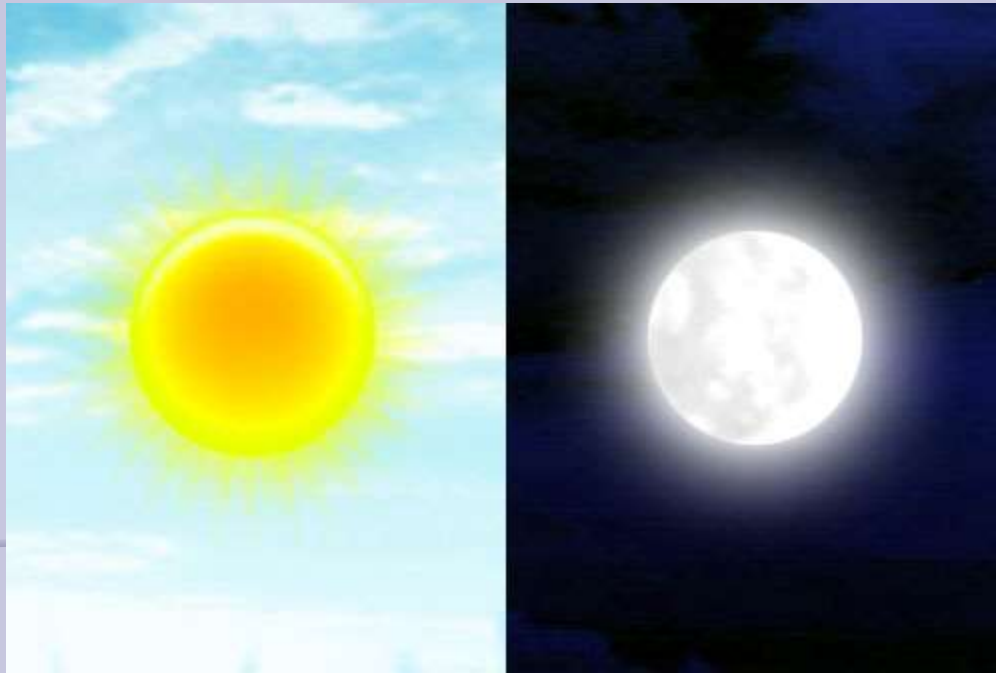
- Las semillas de especies tropicales suelen germinar mejor a temperaturas elevadas, superiores a 25 °C. Las máximas temperaturas están entre 40 °C y 50 °C (*Cucumis sativus*, pepino, 48 °C).





- Las semillas de las especies de las zonas frías germinan mejor a temperaturas bajas, entre 5 °C y 15 °C.
- En la región mediterránea, las temperaturas más adecuadas para la germinación son entre 15 °C y 20 °C.

Se sabe que la alternancia de las temperaturas entre el día-noche actúan positivamente sobre las etapas de la germinación. Así, unas temperaturas estimularían la fase de germinación y otras la fase de crecimiento.



LUZ.

- Es un factor importante en la germinación de la semilla, la mayoría de las especies anuales son FOTOBBLÁSTICAS (germinación regulada por la luz).
- Las tres principales bandas del espectro lumínico que tiene acción en la germinación son:

- 1.660 Nanómetros (rojo).
- 2.730 Nanómetros (rojo lejano).
- 3.400 Y 500 Nanómetros (azul).



- Calidad de luz: Es dependiente de la longitud de onda, la mas completa es la luz solar, sin embargo en los cultivos de plantas en interior se puede poner otro tipo de luz artificial.
- Las luces incandescentes no son adecuadas para la iluminación artificial, producen rayos rojos pero muy pocos azules que son los mas aprovechables para las plantas. Sin embargo la luz natural tendrá siempre un espectro de fotones mas completo que ayudara al mejor desarrollo de las plantas.

🌱 Duración: Es el tiempo total en el cual las plantas reciben luz



Solamente influye a plantas de interior
generalmente

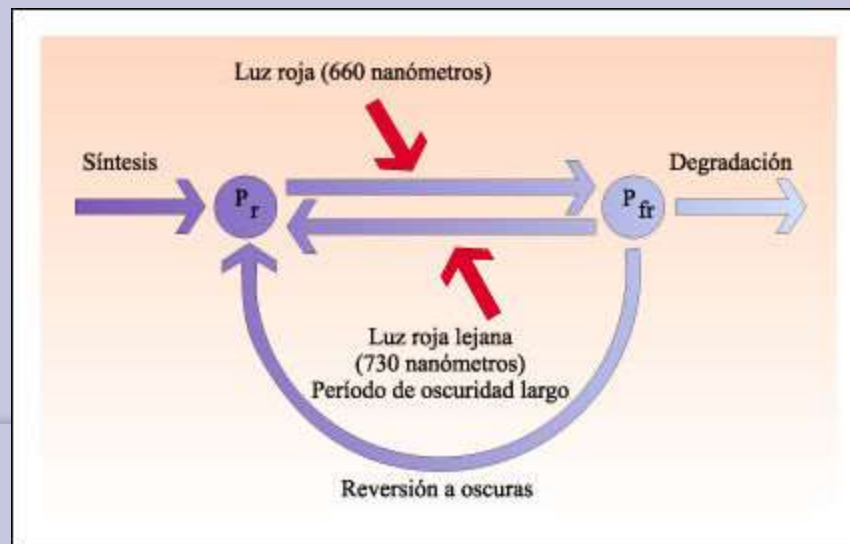
FITOCROMOS.

- Es un pigmento que actúa como fotorreceptor fundamentalmente de luz roja y roja lejana la cual hace la conversión del fitocromo inactivo a fitocromo activo, y al activarse desencadena respuestas en la planta como la germinación.
- Esta reacción puede ser modificada o controlada por otros factores ambientales como la intensidad lumínica, calidad de la luz, el fotoperiodo, la temperatura, etc.
- La cantidad de fitocromo activo presente en una semilla en el momento de su liberación determina si ésta puede germinar en la oscuridad o si requerirá luz para iniciar el proceso.



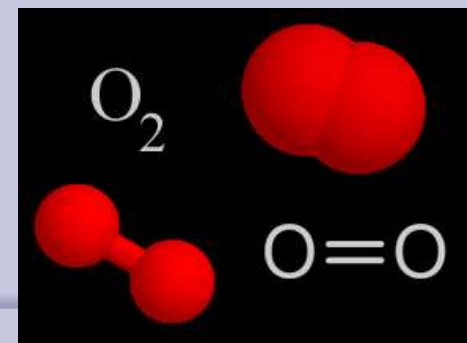
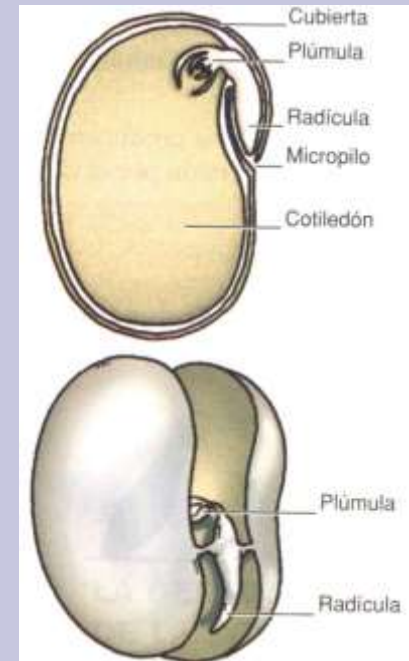
CALIDAD DE LUZ .

- La iluminación puede actuar, ya sea disminuyendo la concentración de inhibidores o aumentando la concentración de las hormonas promotoras, o mediante la combinación de estos dos efectos
- Reacción de conversión del fitocromo.



OXÍGENO Y RESPIRACIÓN.

- El proceso germinativo requiere de un suplemento de energía que se origina a partir de reacciones oxidativas que dependen de la presencia de Oxígeno.
- La presencia del oxígeno provoca la respiración en las células y una reactivación al metabolismo de la semilla.



LA RESPIRACIÓN implica 4 fases:

- AUMENTO INICIAL
- ESTABILIZACIÓN O DISMINUCIÓN
- NUEVO INCREMENTO
- DISMINUCIÓN FINAL



FACTORES ECOLÓGICOS.

- Cada comunidad vegetal presenta mecanismos de germinación característicos que responden al efecto de la selección natural inducida por las condiciones ambientales predominantes sobre la naturaleza y fisiología de las semillas. Debido a la gran complejidad que presenta cada uno de los muchos ambientes poblados por plantas sobre la corteza terrestre,



EL PAPEL DE LAS SEMILLAS EN LA REGENERACIÓN VEGETAL.

- Contribución de animales (roedores insectos aves y todos los dispersores de semillas).



EL PAPEL DE LAS SEMILLAS EN LA REGENERACIÓN VEGETAL.

Después de diversas perturbaciones como incendios, la regeneración vegetativa que adopta el lugar rebrota con mas fuerza y por arbustos germinadores que generan bancos de semillas permanentes en el suelo y su germinación se ve fuertemente estimulada por el fuego.

