

Germinación de Semillas

Saray Siura, Ing. Agrónoma

PROCESO DE GERMINACION

Condiciones para que ocurra germinación:

- Embrión viable
- Que no ocurra dormancia: barreras físicas, fisiológicas
- Condiciones ambientales favorables
- Cuando no se cumple alguna de estas condiciones : dormancia de la semilla

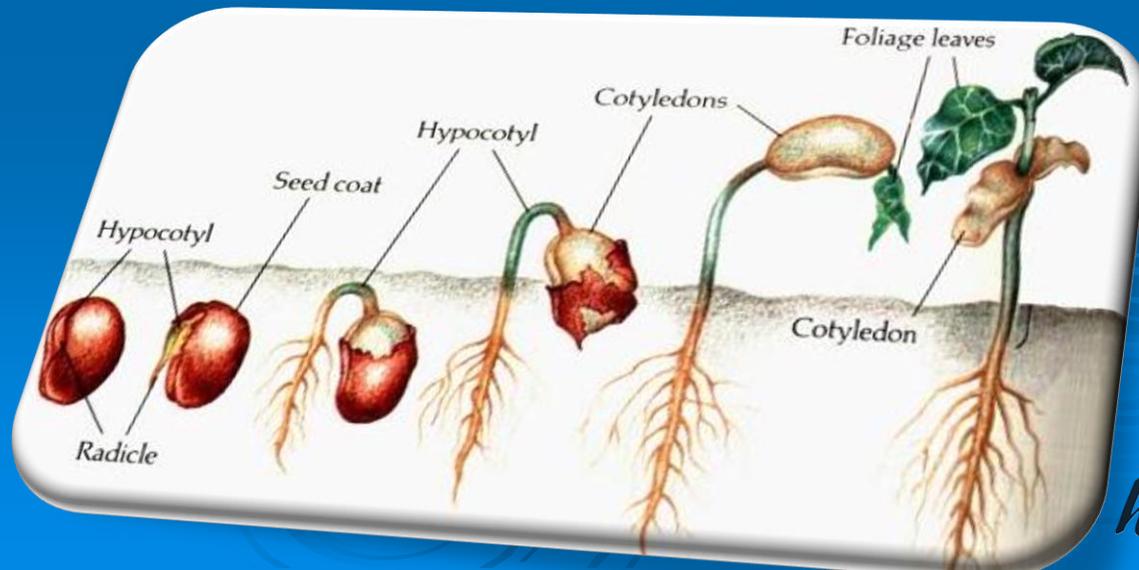
Etapas de la germinación

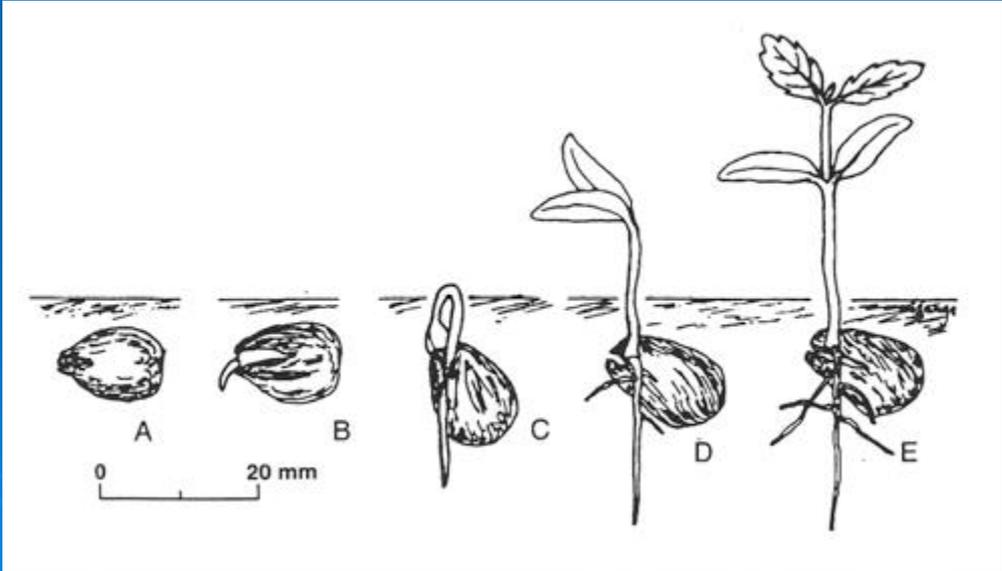
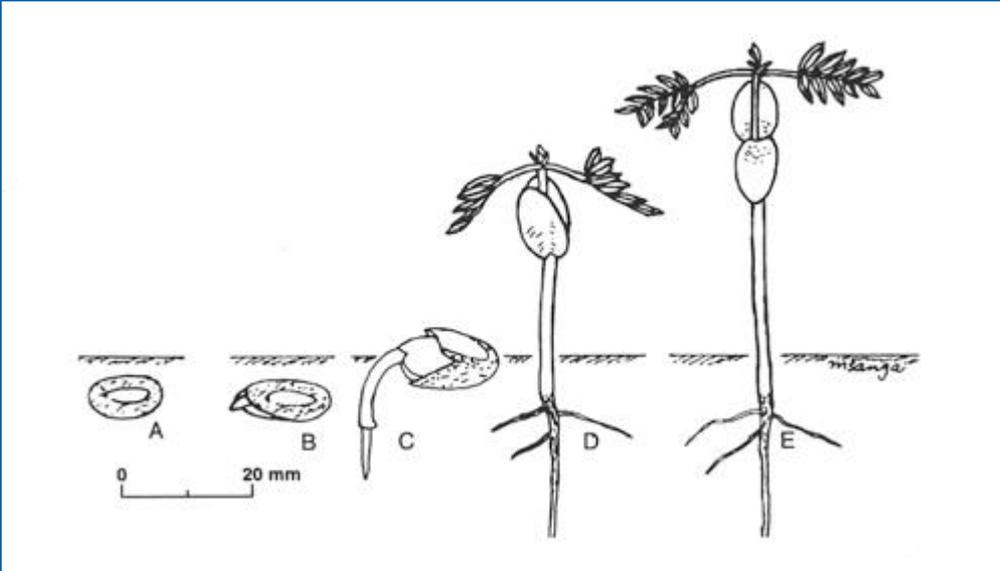
ACTIVACION DE LA SEMILLA

- Imbibición
- Síntesis de enzimas
- Crecimiento por elongación (radícula)

DIGESTION Y TRASLOCACION

ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTULA





DORMANCIA DE SEMILLAS

REGULACION DE LA GERMINACION

Hasta que existan condiciones ambientales favorables

En la naturaleza : mecanismo de adaptación y de supervivencia

Ejm: pérdida de humedad durante la maduración para impedir la germinación

dormancia

- es común,
- debido a mecanismos internos, condiciones físicas o fisiológicas, que bloquean la germinación.
- Mecanismos genéticos en fase de maduración de la semilla: ***dormancia primaria***
- Cuando ocurre en la dispersión de la semilla, inducido por condiciones de estrés o ambiente desfavorable a la germinación: ***dormancia secundaria***.

Ejem: Semillas de lechuga adquieren dormancia secundaria a temperaturas elevadas (mayor a 28 grados)

- dormancia de la semilla es parte del ciclo de vida de las plantas, caracterizada por la ausencia temporal de la capacidad de germinación,
- permite que las especies vegetales sobrevivan a condiciones adversas que dificulten o impidan el crecimiento vegetativo de la planta.
- semillas de muchas especies no germinan en el fruto cuando está unido a la planta,
- semilla mejorada elimina la dormancia, objetivos de la agricultura moderna son la rapidez y la uniformidad de la germinación de la semilla y emergencia de la plántula en campo. En este caso la sobrevivencia es dependiente del hombre

- muchas especies tienen la sobrevivencia garantizada por la dormancia.
- el período de duración de la dormancia es muy variable entre las especies
- para una misma especie, este período puede variar en función del genotipo, del ambiente donde la semilla fue producida y de otros factores.



- De esta forma, el impedimento a la germinación de la semilla, establecido por la dormancia, se constituye en una estrategia benéfica, por distribuir la germinación a lo largo del tiempo y permitir a la especie "escapar" de condiciones adversas al crecimiento de la plántula. Se trata, por lo tanto, de un fenómeno que contribuye para que la germinación de la semilla ocurra solamente en una época o estación

- Por lo tanto, desde el punto de vista evolutivo, la dormancia es una característica adaptativa que asegura la sobrevivencia de las especies en los diferentes ecosistemas.

- La dormancia también puede ser un obstáculo para la agricultura, debido a que genera desuniformidad en la emergencia de las plántulas en campo,
- 1) aumento de la cantidad de semillas para la siembra, pues la dormancia post-cosecha es acentuada, de modo que una gran proporción de semillas del lote no germinará;
- 2) muchas semillas durmientes permanecen viables en el suelo y germinarán durante el desarrollo de los futuros cultivos instalados en el área, constituyendo, por lo tanto, plantas invasoras.



- El período de duración de la dormancia es bastante variable entre las especies. Semillas de algunas especies, especialmente hortalizas y gramíneas forrajeras, por ejemplo, tienen un período corto de dormancia (generalmente, cerca de tres a seis meses), de modo que el intervalo de tiempo comprendido entre la cosecha de las semillas y la siembra es suficiente para superarla. En este caso, el agricultor no precisa utilizar, antes de la siembra, tratamientos para la superación de la dormancia, pues esta ya fue naturalmente superada con el almacenamiento. No obstante, para algunas gramíneas forrajeras tropicales, el establecimiento de pasturas es dificultado por la dormición acentuada de las semillas. Es el caso de la *brachiaria dictioneura*, cv. Llanero, cuyas semillas pueden presentar dormancia hasta un año después de cosechadas, acarreando problemas durante el establecimiento de la pastura.



TIPOS DE DORMANCIA

- DORMANCIA POR CUBIERTAS
- DORMANCIA MORFOLOGICA
- DORMANCIA INTERNA
- DORMANCIA DOBLE
- DORMANCIA SECUNDARIA

DORMANCIA POR CUBIERTA DE LA SEMILLA

D. FÍSICA DE LA SEMILLA O SEMILLAS DURAS

Leguminoseae, malvaceae, cannaceae, convolvulaceae

Embrión viable pero cubiertas duras

- *Impermeabilidad de la semilla*
- *Secado a altas temperaturas*
- *Presencia de macroesclereidas o “gorro” de las semillas*
- *Dureza e impermeabilidad se incrementa con el tiempo y temperatura de almacenamiento, disminuye el vigor de las semillas*

Ejm: ponciana, algarrobo, kudzu, camote

¿Cómo se supera esta dormancia en la naturaleza?

DORMANCIA POR CUBIERTA DE LA SEMILLA

DORMANCIA MECANICA

ó Resistencia mecánica a la expansión del embrión

Embrión viable pero sin capacidad de expandirse por las cubiertas duras, no se impide la imbibición pero se retrasa la germinación<

Ejm: “carozo” o “hueso” de frutales de hueso, mango,

DORMANCIA POR CUBIERTA DE LA SEMILLA

DORMANCIA QUIMICA

Presencia de inhibidores de la germinación en la cubierta o también en el fruto

Presente en pulpa de los frutos carnosos, cubiertas de frutos secos

Impide la germinación mientras la semilla se encuentre dentro del fruto

¿Qué compuestos inhibidores se han identificado? Ac. Abscísico, fenoles, cumarina, amoniaco, eter, etc..

DORMANCIA MORFOLOGICA

Semilla y fruto maduros pero embrión no desarrollado

Magnolia, amapola, aralias, orquídeas

-embriones rudimentarios que requieren adición de ac. Giberélico o nitrato de potasio, exposición a altas temperaturas para completar su desarrollo

DORMANCIA INTERNA

-DORMANCIA DEL EMBRION

- Embiones que requieren estímulo de frío húmedo para reiniciar el crecimiento, separado de la semilla tampoco germina

- DORMANCIA FISIOLÓGICA

Semillas recién cosechadas no germinan, (presencia de inhibidores)

Altas temperaturas inducen la dormancia del embrión de manera irreversible (restricción del intercambio gaseoso,)

- -DORMANCIA INTERMEDIA

- Combinación de cubiertas y tejido de reserva con inhibidores (coníferas). Embrión separado si germina.

DORMANCIA SECUNDARIA

Semillas expuestas a condiciones ambientales desfavorables, aún cuando ocurra la imbibición (temperatura, oxígeno, luz)

Fases de la germinación

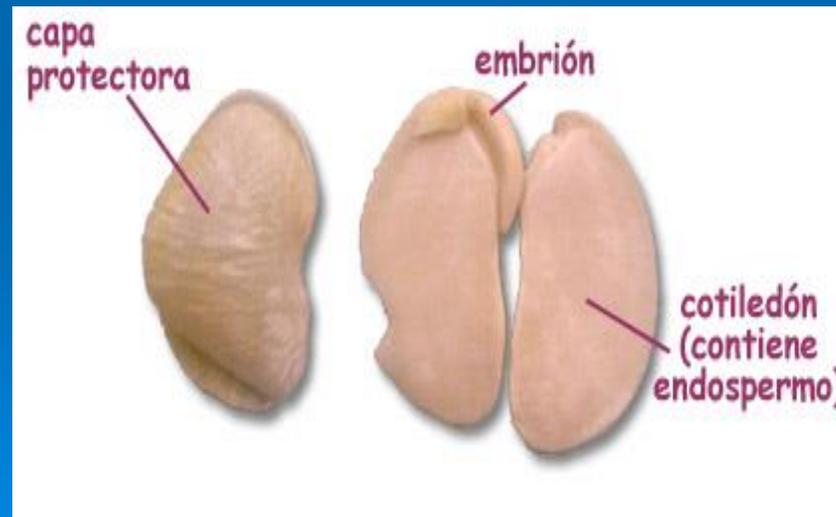
- Asimilación del agua
- Fase lag
- Proturación de la radícula

semilla

Embrión

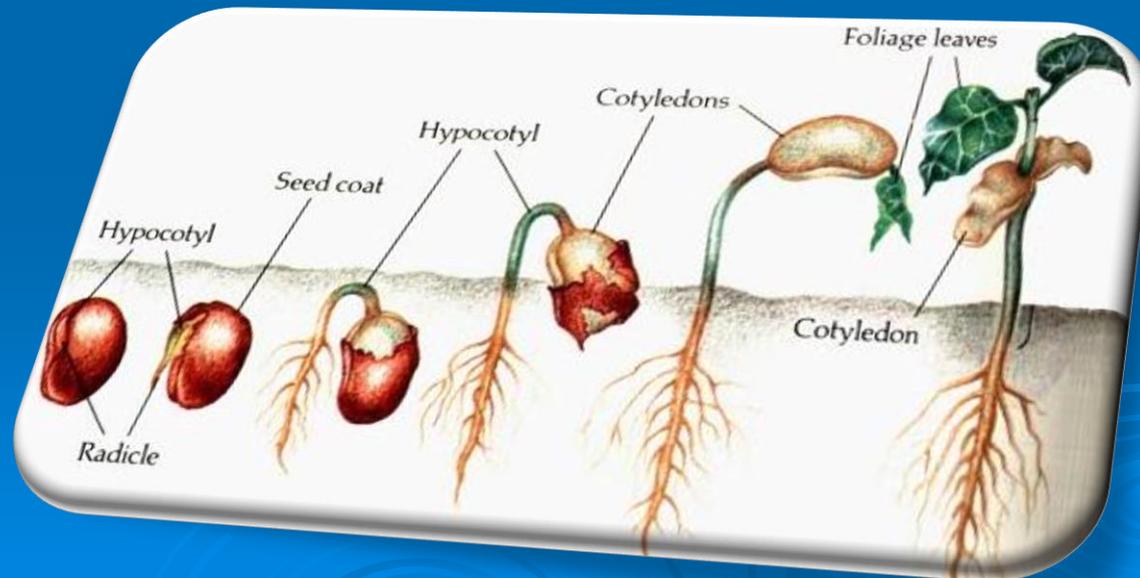
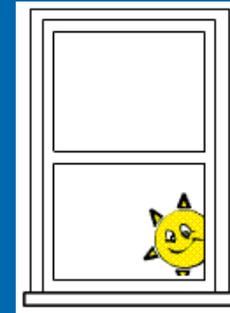
Reserva alimenticia

Cubierta



Factores influyentes en la germinación

- Temperatura
- Agua
- Oxígeno
- luz



Medición de la germinación

➤ Porcentaje

Es el número de semillas dentro del lote de semillas que producen una plántula normal expresada en porcentajes

➤ Rapidez (taza)

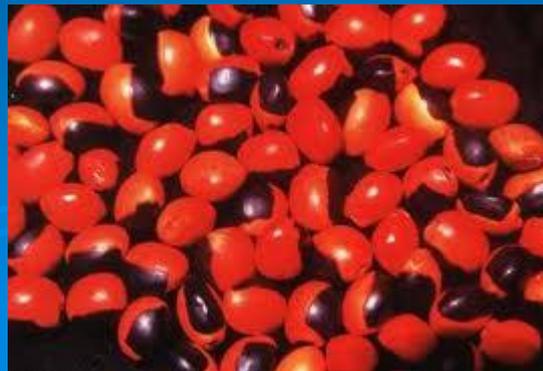
Es el tiempo requerido por un lote de semillas para alcanzar un porcentaje de germinación predeterminada.

➤ Uniformidad

Mide que tan cerca en tiempo las semillas germinan o las plántulas emergen

LATENCIA

➤ Exogena primaria



➤ Endogena primaria



Mecanismos de la liberación de la latencia.

La liberación de la latencia implica cambios en la restricción de las cubiertas de la semilla y un aumento en el potencial del embrión en crecimiento.

Las exigencias específicas para la germinación esta relacionada con el medio en el cual la planta ha evolucionado.



Latencia, combinaciones primarias

- La latencia combinada se refiere a las semillas que tiene reposo físico y fisiológico.
- Hay dos tipos de combinaciones de latencia basada en la secuencia de las señales ambientales requeridas para la liberación de la latencia completa.

Primero, requieren un periodo inicial de temperatura cálida fisiológica antes de ocurrir la inactividad física y la imbibición.

La segunda, requiere la pérdida de la latencia física para permitir la imbibición, seguido de un periodo de estratificación fría para revivir la latencia fisiológica.

Hormonas que participan en la latencia

1. Acido absicico (ABA).
2. Giberelinas.
3. Etileno.
4. Citoquininas.
5. Auxina.
6. Brassinoesteroides.
7. Productos nitrogenados.

Tratamientos para estimular la germinación de semillas

Procedimientos u operaciones que se realizan a
de la siembra

OBJETIVO:

- eliminar barreras de dormancia
- inducir vigor y uniformidad de la germinación

Dormancia: sobre todo especies arbóreas y plantas silvestres



Para controlar dormancia

- Conocimiento de la especie a propagar: origen, morfología, clima
- Determinar tipo de dormancia: cubiertas?, embrión, inhibidores, temperatura
- Determinar tratamiento: bioestimulantes, temperatura óptima, acondicionamiento físico de las semillas



TECNICAS PARA SUPERAR DORMANCIA

- ESCARIFICACION DE SEMILLAS: cubierta de la semilla
- ESTRATIFICACION: cubiertas, embrión, temperatura
- TRATAMIENTO CON PRODUCTOS QUIMICOS: estimular lavado de inhibidores, bioestimulantes para dar vigor, elevar temperatura del medio de germinación

ESCARIFICACION

OBJETIVO: eliminar total o parcialmente las cubiertas, duras o impermeables

ESCARIFICACION FISICA

- ***Tratamiento por calor:*** exposición a altas temperaturas, agua caliente, fuego
Kudzú, mucuna, ponciana
- ***Remojo en agua:*** para ablandar cubiertas, acelerar la imbibición
ponciana, gomphrena,
- ***Remoción por abrasión:*** eliminar cubiertas y mejorar la imbibición (arena, vidrio molido, lija)
semillas grandes, fáciles de manipular

ESCARIFICACION QUIMICA

Remoción total de cubiertas, imbibición rápida usando sustancias abrasivas (como ácido sulfúrico concentrado, 98%)

¿por cuánto tiempo?

Mayor uso en ensayos de semillas (anamú. *Gomphrena*)

ESCARIFICACION BIOLOGICA

Remoción de inhibidores, ablandamiento y/o adelgazamiento de las cubiertas por acción de aves, mamíferos, microorganismos

Ejm: algarrobo

ESTRATIFICACION

Objetivo: acortar el tiempo de germinación .

- Combinación de humedad y temperatura para estimular la germinación
- Frío húmedo: frutales de hueso, rosa, kiwi
- Calor y humedad: palmeras



TRATAMIENTO CON PRODUCTOS QUIMICOS

- Giberelinas: estimular crecimiento del embrión, acortar tiempo de germinación
Puede combinarse con auxinas
- Nitrato de potasio: mayor temperatura del sustrato. Debe “lavarse” con los riegos posteriores (evitar toxicidad)
- Otros: chicha de jora?, biol?

TECNOLOGIA PARA ESTIMULAR VIGOR Y GERMINACION DE LA SEMILLA COMERCIAL

- Semillas recubiertas
- Semillas vigorizadas

Semillas recubiertas

- Historia: Técnica “copiada” de los chinos (revestían las semillas de arroz con barro para evitar que floten)
- Mayor uso en semillas de hortalizas: peletizado para mejorar la siembra, reducir la cantidad de semilla, evitar mayores costos por operaciones de raleo (ejemplo: zanahoria, perejil, lechuga, apio, etc).
- La semilla recubierta es uniforme en tamaño y forma, permite siembra más precisa
- Recubrimiento incluye productos de protección (fungicidas) , fertilizantes y estimulantes (ácido giberélico)
- Es más cara, mayor volumen y mayor peso

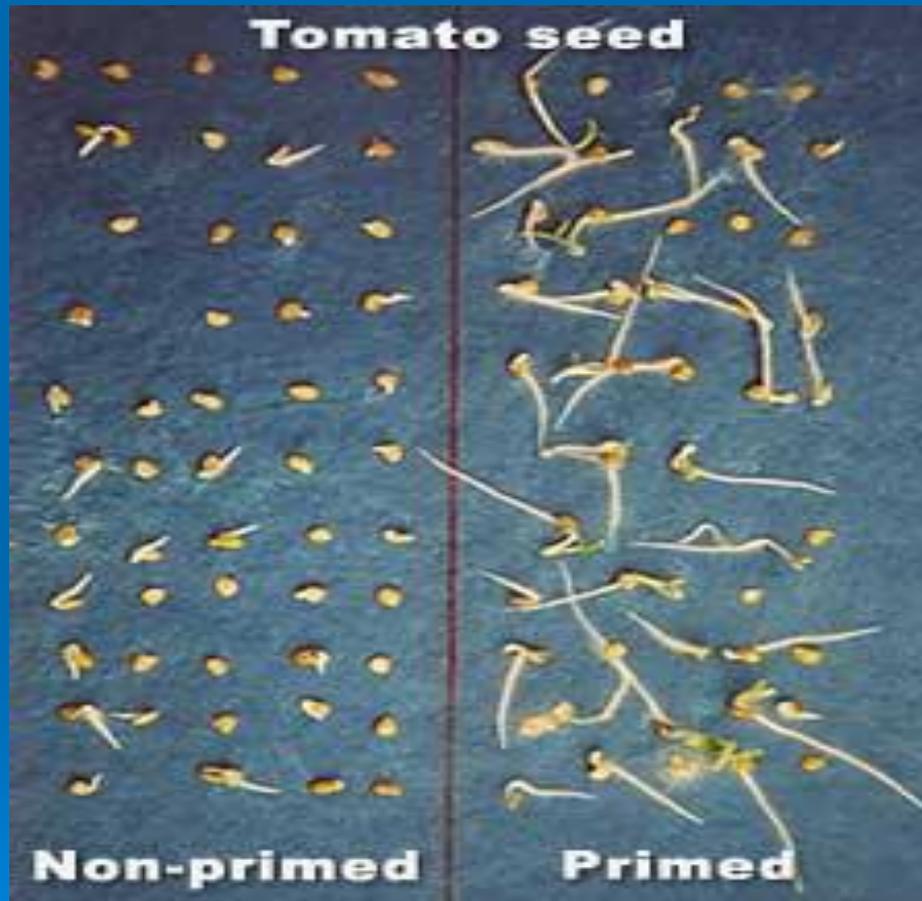


ACONDICIONAMIENTO OSMOTICO

- tratamiento llamado “PRIMING”
- *Objetivo.* Uniformizar la germinación de semillas en la siembra
- Procedimiento: hidratación de la semilla y secado posterior hasta la siembra
- hidratación lenta de la semilla, de modo que se uniforma la salida de la radícula.



Semilla priming de tomate



Efectos del uso de semillas acondicionadas o vigorizadas

- En solanáceas, el impacto es mayor cuando las temperaturas están por debajo del óptimo. La emergencia y desarrollo ocurre a tasas mayores,
- En lechuga, que presenta termodormancia a altas temperaturas: (encima de 25° C) un buen priming permite la germinación hasta por encima de 30°C
- Especies de germinación lenta, como pimiento, germinan en menos días y con mayor uniformidad. Se observa un mayor desarrollo radicular de los plantines



"priming" de semilla de alcornoque (corcho)

- *permitted germinate more rapidly and reach a germination percentage after 3,5 days in front of the 6 days of the control.*
- *The most effective conditions of osmotic conditioning was the imbibition of the seeds in a solution of polyethylene glycol at 15°C*

Semillas MIR

(Molecular Impulse Response)

- la semilla es sometida a pequeñas cantidades de corriente eléctrica (fracciones de microamperios)
- La semilla “reacciona” se acondiciona a situaciones de estrés, respondiendo con mayor vigor
- Proceso es comercializado como “*Stress Guard*”
- *Resultado:* semillas vigorosas y menor porcentaje de pérdidas de plantas y producción

Semillas sin tratamiento



➤ Semillas con
tratamiento MIR



Semillas incrustadas (encrustment seed)

- Semillas acondicionadas con un mayor peso
- No cambia la forma de la semilla
- La superficie de la semilla es lisa y de mejor manejo
- Se mejora la siembra, especialmente mecanizada

Semillas de maíz incrustadas



semillas de lechuga: simple, peletizada (verde), incrustadas (rosa) y peletizado completo (blanco).

- El peletizado de capa de color cubre la semilla, aumentando su peso en 5 % sin cambiar la forma
- La incrustación aumenta el peso de 50% a 200%
- El peletizado completo aumenta de 3500%, (35:1) también cambiando la forma a una esfera uniforme.

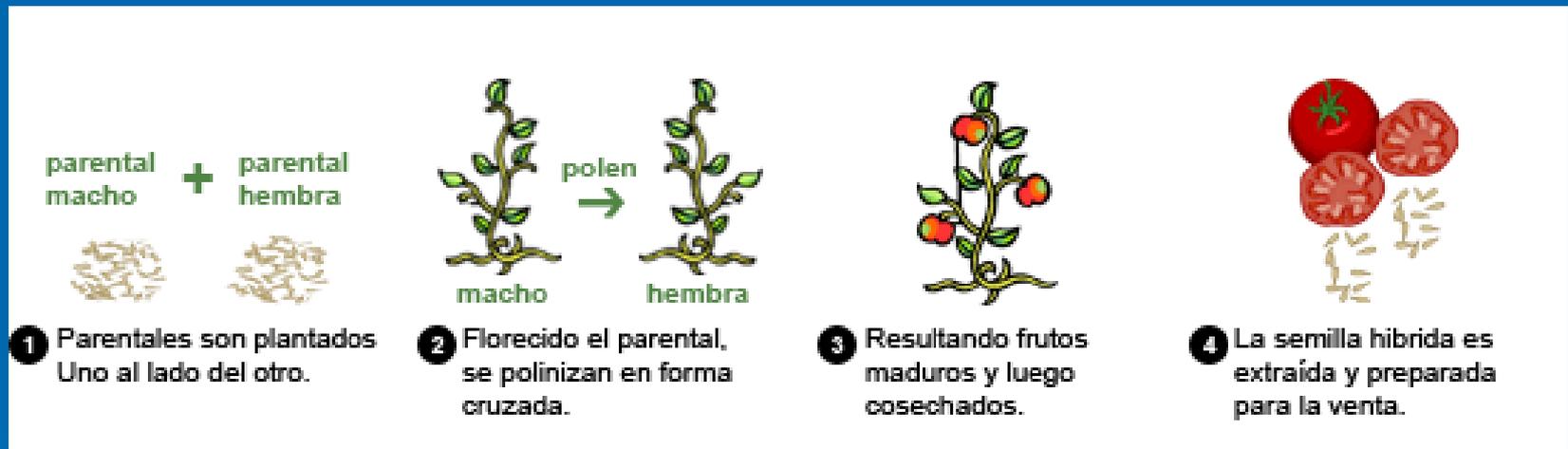


Calidad de la semilla



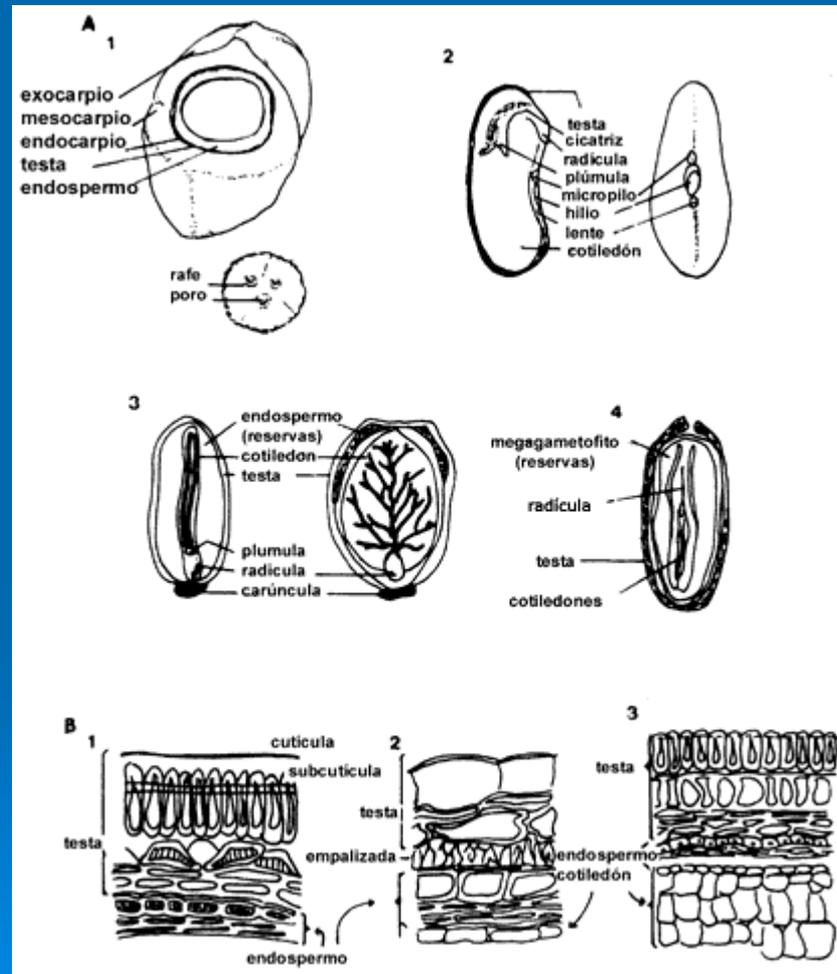
Selección y producción de semilla

Producción de híbridos de tomate





ESTRUCTURA DE DIFERENTES TIPOS DE SEMILLA



DE SEMILLAS Y GRANOS

- <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/vidayob.htm>



EFECTO DE LOS REGULADORES EN LA GERMINACION DE SEMILLAS

- GIBERELINAS
- ETILENO
- AC.ABSCISICO
- CITOQUININAS

➤ <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/img/vio028.gif>



- Esta avanzada tecnología permite combinar nutrientes, micro elementos, fungicidas, insecticida y compuesto buffer modificando la permeabilidad a gases y humedad de las semillas. Debe permitir una degradación fácil de la pelleta y ser de naturaleza biodegradable. Debe permitir además que las semillas germinen y emerjan en condiciones debajo de las ideales de preparación de suelo y humedad. El recubrimiento con fungicidas tiene demostrado aumentos significativos del porcentaje de emergencia de plántulas y la sobre vivencia de las mismas en suelos de pH en la franja de 4,8 a 8,1.

FACTORES AMBIENTALES

- HUMEDAD
- TEMPERATURA
- LUZ
- OXIGENO

HUMEDAD

CONTROL DEL AGUA DURANTE LA GERMINACION

- absorción del agua por la semilla depende de la naturaleza de los tejidos de reserva, tipo de cubierta de la semilla
- una mayor temperatura favorece la absorción del agua por la semilla
- emergencia de la radícula, favorece una mayor absorción...control del riego

TEMPERATURA

- Concepto de temperatura óptima: semillas de clima cálido. Semillas de clima templado
- Adaptación natural o adquirida (mejoramiento genético);

col y coliflor tolerantes a altas temperaturas, no col de bruselas

zanahoria, perejil poco tolerantes a altas temperaturas

Lechugas de hoja más tolerante a alta temperatura que lechuga de cabeza

Manejo de semilla botánica



Almácigo en bandejas



Semillas recubiertas

- Técnica antigua utilizada por los chinos que revestían semillas de arroz con lodo para que no floten.
- Desde hace varias décadas existe: peletización de semillas. Mejora la siembra, menores costos de mano de obra en el riego de plantas, menor cantidad de semilla, mayor precisión, menor competencia intraespecífica, mayor uniformidad, siembra mecanizada. Ejemplo: zanahoria, nabo, apio, etc.

- El recubrimiento de semillas consiste en colocar una camada fina y uniforme de un polímero a la superficie de la semilla. En general, el recubrimiento representa un tercio de cobertura y la semilla dos tercios (la semilla peletizada puede llegar a 50 partes de material y una parte de semilla). Puede ser utilizado junto con el tratamiento químico y biológico un material protector en cantidad muy precisa y con impacto mínimo sobre el medio ambiente. Eso hace que ésta tecnología sea altamente eficiente en la protección de la semilla, al combinar fungicidas con insecticidas (ingredientes activos) y con una camada o película hecha de polímero líquido. El recubrimiento envuelve tanto la peletización de semillas, como el revestimiento con películas de polímeros y otros productos para encapsulamiento de la semilla.



- Con relación a la metodología de aplicación, las semillas son mezcladas con un adhesivo de manera que cada semilla sea encubierta. Los adhesivos deben ser solubles en agua y son generalmente utilizados polímeros orgánicos, amidos, resinas naturales, azúcares, colas de origen animal y mucílagos vegetales que son dispersos en agua para producir un fluido pulverizable, luego son agregados los sólidos de recubrimiento. Cuando la semilla entra en contacto con el suelo, el recubrimiento no debe ofrecer resistencia a la radícula y a la estructura que va formar la parte aérea de la planta, debiendo permitir el paso de agua y oxígeno para que el embrión comience a desarrollarse naturalmente.



- Esta avanzada tecnología permite combinar nutrientes, micro elementos, fungicidas, insecticida y compuesto buffer modificando la permeabilidad a gases y humedad de las semillas. Debe permitir una degradación fácil de la pelleta y ser de naturaleza biodegradable. Debe permitir además que las semillas germinen y emerjan en condiciones debajo de las ideales de preparación de suelo y humedad. El recubrimiento con fungicidas tiene demostrado aumentos significativos del porcentaje de emergencia de plántulas y la sobre vivencia de las mismas en suelos de pH en la franja de 4,8 a 8,1.

Semillas con acondicionamiento osmótico

- Tratamiento llamado “PRIMMING” o acondicionamiento osmótico
- Se remoja en una solución de cloruro de sodio (4 mS/cm), por 12 horas
- El objetivo es permitir una hidratación lenta de la semilla, para uniformizar la emergencia de la radícula
- También se remojan en una solución antibiótica o fungicida
- Semillas más caras, pero permiten una germinación uniforme, en menor tiempo
- Semillas no pueden almacenarse, ya que han iniciado el proceso de germinación
- Populares en hortalizas de lenta germinación como apio, cebolla, zanahoria



ESCARIFICACION

OBJETIVO: eliminación total o parcial de las cubiertas, duras o impermeables

ESCARIFICACION FISICA

Tratamientos por calor: exposición a altas temperaturas, agua caliente,

Remojo en agua para ablandar cubiertas

Remoción total o parcial de cubiertas por abrasión: arena, vidrio molido, lija,

ESCARIFICACION

ESCARIFICACION QUIMICA

Remoción de las cubiertas para favorecer la imbibición rápida

Uso de ácido sulfúrico concentrado (98%) por pocos minutos (depende de la superficie de la cubierta)

Método para laboratorios de semillas (anamú. gomphrena)

ESCARIFICACION

ESCARIFICACION BIOLOGICA

Remoción de inhibidores, ablandamiento y/o adelgazamiento de las cubiertas por acción de aves, mamíferos

Ejm: algarrobo

ESTRATIFICACION

- Combinación de humedad y temperatura para estimular la germinación
- Frío húmedo: frutales de hueso, rosa
- Calor y humedad: palmeras

Objetivo: acortar el tiempo de germinación .
Generalmente

TRATAMIENTO CON PRODUCTOS QUIMICOS

- Giberelinas: romper dormancia o acortar el periodo de germinación, acortándolo. Tratamiento antes de la siembra
- Nitrato de potasio: actividad del fertilizante sobre la temperatura del sustrato. Debe eliminarse en los riegos posteriores para evitar toxicidad en plántula
- Otros: chicha de jora?, biol?

EFECTO DE LOS REGULADORES EN LA GERMINACION DE SEMILLAS

- GIBERELINAS
- ETILENO
- AC.ABSCISICO
- CITOQUININAS

- <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/img/vio028.gif>



DE SEMILLAS Y GRANOS

- <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/vidayob.htm>



HUMEDAD

CONTROL DEL AGUA DURANTE LA GERMINACION

- absorción del agua por la semilla depende de la naturaleza de los tejidos de reserva, tipo de cubierta de la semilla
- una mayor temperatura favorece la absorción del agua por la semilla
- emergencia de la radícula, favorece una mayor absorción...control del riego



TEMPERATURA

- Concepto de temperatura óptima: semillas de clima cálido. Semillas de clima templado
- Adaptación natural o adquirida (mejoramiento genético);

col y coliflor tolerantes a altas temperaturas, no col de bruselas

zanahoria, perejil poco tolerantes a altas temperaturas

Lechugas de hoja más tolerante a alta temperatura que lechuga de cabeza

ok