

GERMINACION DE SEMILLAS EN PLANTAS DICOTILEDONEAS

INTRODUCCION – La Semilla

Por lo general, todos sabemos qué es una semilla: esa parte dura en la mayoría de frutos que, si se siembra en las condiciones adecuadas, puede dar lugar a una nueva planta. Y

aunque una definición tan básica y sencilla como esta es correcta en la gran mayoría de casos, lo cierto es que estos pequeños tesoros de la evolución tienen una importancia enorme en una parte muy grande del reino vegetal, por lo que vale la pena pararse a observarlas y conocerlas en profundidad.

Si buscamos dar una definición más exacta, una semilla es una **parte de las plantas con flores** (o fanerógamas), que habitualmente se encuentra en el **interior del fruto** y que tiene en su interior el embrión que, bajo circunstancias favorables, puede **dar lugar a una nueva planta**.

Las semillas son, en la mayor parte de las especies de interés agrícola, el principal mecanismo de reproducción. Las semillas están constituidas por un embrión y por compuestos de reserva (glúcidos, proteínas, lípidos), rodeados ambos por las cubiertas seminales. No obstante, esta estructura general varía entre las diferentes especies principalmente en relación al tipo y proporción de los compuestos de reserva y a las características de las cubiertas seminales.

de éxito de la futura planta.

Partes de la semilla

Desde fuera las semillas pueden parecer compactas y homogéneas, pero en su interior se pueden distinguir varias partes muy bien diferenciadas. Estas son las **principales partes de la semilla**:

- **Embrión:** el embrión es, como en los animales, la pequeñísima planta a partir de la cual se desarrollará el nuevo espécimen. Está contenido en el interior de la semilla en estado aletargado, esperando el momento de germinar. Dentro del propio embrión se distinguen 4 partes:
- **Radícula:** es la primera raíz del embrión. A partir de ella surgirán todas las otras raíces de la planta.
- **Plúmula:** una yema, en el extremo enfrente a la radícula.
- **Hipocótilo:** el espacio entre las dos partes anteriores. Cuando crezca, formará un tallo.
- **Cotiledón:** puede ser solo uno o dos, dependiendo de si la planta es monocotiledónea o dicotiledónea. Son las primeras hojas de la planta, que no son hojas verdaderas como tal.
- **Endospermo:** esto ocupa la mayor parte del volumen de la semilla, y es una reserva de nutrientes y alimento para que el embrión se alimente de él en sus

primeras etapas de desarrollo. Habitualmente está compuesto principalmente de almidón. También se le llama albumen.

- **Epispermo:** es la capa exterior, que en muchos casos es dura y aísla el embrión y el endospermo de los depredadores y amenazas.

En Dicotiledóneas, como la semilla del poroto, las habichuelas, es decir, las leguminosas. Están formadas por dos cotiledones, aparte del embrión, cuya función es la de almacenar alimentos para la planta. Las dicotiledóneas absorben el agua, hinchándose hasta que su capa exterior se divide, va formando el germen que da origen a la raíz primaria, que comienza a ramificarse lateralmente, formando las raíces secundarias, extrayendo del suelo el agua y los nutrientes que precisa para su crecimiento. Continuando con este proceso, el tallo irrumpe hacia el suelo junto con los cotiledones en forma de hoja, al aparecer las primeras hojas, los cotiledones caen.

Función de las semillas

Las semillas cumplen en las **plantas espermatofitas o fanerógamas** exactamente la misma función que los huevos en los animales ovíparos. Son su forma de propagarse y de hacer crecer su población. La principal diferencia con este sistema en los animales, las plantas no cuentan con su libertad de desplazamiento ni muchas de sus capacidades. Debido a esto, han tenido que desarrollar distintas formas de colonizar nuevos territorios. Las semillas contenidas en los frutos o flores son uno de los más exitosos resultados de esta carrera por la supervivencia.

La mayoría de frutos tienden a albergar semillas en su interior. Cuando el fruto cae al suelo, o cuando es consumido por algún animal, las semillas acaban llegando a la tierra, esparcidas por acción de los elementos, como el viento, o de los propios animales. Muchas semillas siguen siendo capaces de germinar incluso después de haber pasado por todo el aparato digestivo de un animal, contribuyendo así a la propagación por terrenos lejanos a la planta de origen.

Las semillas, una vez finalizado su desarrollo sobre la planta madre, permanecen en un estado de “reposo” hasta que se dan las condiciones para su germinación. Este estado puede venir determinado por la existencia de condiciones ambientales desfavorables o por la existencia de factores que actúan desde la propia semilla no permitiendo su germinación hasta que las circunstancias sean las adecuadas. Una semilla que cae al suelo cuando las condiciones de temperatura o humedad no son las adecuadas, no germinará hasta que estas mejoren.

En el primer caso se dice que la semilla está en un estado de **Quiescencia** y en el segundo que la semilla presenta **Dormición**.

La **Imbibición** de las semillas quiescentes, en condiciones óptimas de temperatura, oxigenación e iluminación, pone en marcha un conjunto de mecanismos fisiológicos que permiten su germinación y el posterior desarrollo de la plántula.

Muchas de ellas pueden pasar largos periodos de tiempo en estado de espera, protegidas por su capa exterior hasta que llegue el momento de la **germinación de las semillas**.

Esta distinción, que podría parecer pequeña, supone un gran incremento en las probabilidades de éxito de la futura planta.

CONCEPTO DE GERMINACION

La germinación se inicia con la entrada de agua en la semilla (Imbibición) y finaliza con el comienzo de la elongación de la radícula. En condiciones de laboratorio, la posterior rotura de las cubiertas seminales por la radícula es el hecho que se utiliza para considerar que la elongación ha tenido lugar (criterio fisiológico). Sin embargo, en condiciones de campo no se considera que la germinación ha finalizado hasta que se produce la emergencia y desarrollo de una plántula normal (criterio agronómico).

Previo a la transformación del óvulo en semilla, debe ocurrir la **polinización** y luego la **fecundación**. Existen dos tipos de fecundación:

- **Fecundación simple en las Gimnospermas.**
- **Fecundación doble de las Angiospermas:** recordar que un **anterozoide** se une a la **oófera** y forma la cigota diploide y que ésta por mitosis desarrollará el **embrión**. El otro **anterozoide** se une con la célula de los dos **núcleos polares** y origina el tejido triploide llamado **endosperma**. Como ocurren dos fecundaciones, las Angiospermas tienen Fecundación Doble.

Transformación del óvulo en semilla.

Los tegumentos del óvulo se transforman en los tegumentos de la semilla, a veces, el tegumento externo (**primina**) origina la **testa** de la semilla y el tegumento interno (**secundina**) origina el tegmen, sin embargo, frecuentemente sólo desarrolla la **testa** a partir del tegumento externo y el tegumento interno se reabsorbe. La **micrópila** del óvulo permanece en el tegumento de la semilla. Los restos de **nucela** pueden persistir, aunque generalmente desaparecen en la semilla madura.

Por el lugar de acumulación de las **sustancias de reserva** se producen los distintos tipos de semillas, por ejemplo, las endospermicas. Por multiplicación celular de la cigota se forma el **embrión**, el cual va a tener un número variable de cotiledones de acuerdo con la división y clase de plantas.

Por lo tanto, las **partes de la semilla** son: la **testa**, **tegumento**, **cubierta seminal o episperma** (función: protección y sus diferentes esculturas favorecen la dispersión); las **sustancias de reserva** (función: alimentar al embrión durante la germinación) y el **embrión** (función: formar una nueva planta).

El embrión. Está formado por dos **cotiledones** grandes, reservante y el eje de la plántula está formado por el segmento **radícula-hipocótilo** y **plúmula**, ésta última desarrollada con primordios foliares visibles.

Las sustancias de reserva. Se acumulan en los cotiledones del embrión, por lo tanto, por el lugar de acumulación de las reservas el tipo de semilla es **no endospermada**.

La plántula. La germinación es epigea, es decir, que sale la **radícula** penetrando en el suelo y el primer entrenudo del tallo llamado **hipocótilo**, **se alarga** y lleva los **cotiledones** sobre la tierra (los cotiledones están ubicados en el primer nudo llamado **mesocótilo**). La **plúmula** o yema apical del tallo continúa formando el segundo entrenudo del tallo llamado **epicótilo** que se extiende hasta las primeras hojas o **profilos**.

Fases de la Germinación

Imbibición

La primera etapa de la germinación se inicia con la entrada de agua en la semilla desde el medio exterior (imbibición). La hidratación de los tejidos de la semilla es un proceso físico con una duración variable según la especie considerada. Así, las semillas de guisantes (*Pisum sativum*) apenas se imbiben durante las primeras tres horas, mientras que en apio (*apium graveolens*) la entrada de agua se completa en treinta minutos. En otras especies como es el caso de muchas leguminosas, la entrada de agua esta dificultada por las cubiertas seminales, siendo necesario que estas se alteren mecánicamente para que la imbibición tenga lugar.

Una vez que la semilla se ha hidratado, comienza a activarse toda una serie de procesos metabólicos que son esenciales para que tengan lugar las siguientes etapas de la germinación. En esta etapa de la germinación, si las condiciones del medio lo determinan, la semilla puede deshidratarse retornando a su estado inicial.

En primer lugar, la semilla se hincha debido a que absorbe agua a través de la **micrópila**. Esto le permite ablandar los tejidos internos y el tegumento para que pueda asomar la **radícula**.

Luego, el **hipocótilo** asoma hacia la superficie, pero como los cotiledones aún permanecen bajo tierra, se curva un poco formando una estructura conocida como **asa germinativa**.

La radícula cambia su anatomía y se transforma en la raíz primaria.

El tegumento de la semilla se rasga permitiendo que asomen los **cotiledones**. Los cotiledones - cuando son epigeos - emergen a la superficie (en el caso de que sean hipogeos permanecerán bajo tierra) protegiendo al primer par de hojas juveniles.

En general, esta deshidratación no afecta negativamente a las semillas, las cuales pueden posteriormente volverse a hidratar y reiniciar el proceso de germinación. No obstante, en algunas especies, una deshidratación prolongada puede implicar la

transformación de las semillas en “Semillas duras”, que se caracterizan porque se imbiben lentamente. Este fenómeno es frecuente en leguminosas, por ejemplo, en judía (*Phaseolus vulgaris*), lo que determina una germinación más lenta y heterogénea.

Otros factores que pueden influir en esta etapa de la germinación son:

- La falta de suficiente agua (déficit hídrico)
- Exceso de agua
- Velocidad de hidratación
- Temperatura en la que tiene lugar la imbibición

La sensibilidad de las semillas a la falta de agua (déficit hídrico) es variable según la especie. No obstante, la velocidad de germinación suele ser menor cuando la semilla ha estado sometida a déficit hídrico: igualmente se ha observado que en estas circunstancias las semillas son más susceptibles a las infecciones por hongo.

Un exceso de agua también puede llegar a ser desfavorable al dificultar la llegada de oxígeno al embrión. Por ello, algunas especies impiden la germinación, en presencia de un exceso de agua, generando una capa de mucilago que dificulta la entrada de suficiente oxígeno como para que se inicie la germinación.

En otros casos, la hidratación rápida de la semilla puede provocar alteraciones de tipo mecánico (rotura del eje embrionario) que afectan a la germinación y al posterior establecimiento de la plántula: este fenómeno es habitual en semillas de judía.

Por último, la imbibición a bajas temperaturas de las semillas de algunas especies, sobre todo origen tropical y subtropical, puede provocar alteraciones en el posterior crecimiento y desarrollo de las plantas. Este es el caso del algodón (*Gossypium Spp.*) y de la soja (*Glycine max*) en las que, si sus semillas son imbibidas a una temperatura inferior a 5 grados, se produce un escaso crecimiento en la planta y la aparición de anomalías durante el desarrollo de las raíces.

GERMINACION “Sensu Stricto”

Una vez que la semilla se ha hidratado adecuadamente, se entra en una segunda etapa del proceso de germinación, la denominada fase de germinación “sensu stricto” (en sentido estricto), que se caracteriza, entre otros hechos, porque se produce una disminución en la absorción del agua por las semillas. Durante esta etapa tiene lugar una activación generalizada del metabolismo de la semilla, lo cual es esencial para que se desarrolle la última fase del proceso de germinación, la fase de crecimiento.



FASE DE CRECIMIENTO

Cuando germina una semilla, primero sale la radícula y luego se desarrolla la plúmula. Dependiendo de la planta, los cotiledones de la semilla se quedan sobre el suelo y se denomina germinación epigea, pero en otras plantas los cotiledones quedan bajo tierra denominando como germinación hipogea.

En esta última fase de la germinación, se produce el crecimiento y emergencia de la radícula a través de las cubiertas seminales.

Las semillas que han alcanzado esta fase de crecimiento no pueden volver a etapas anteriores, y en el caso de que las condiciones del medio no permitan que esta fase pueda seguir adelante, la semilla morirá

.