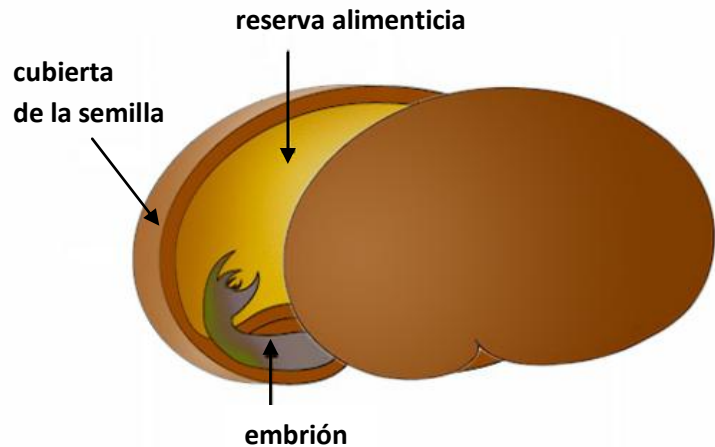


Guía 1: De la semilla a la plántula

La semilla

Las semillas son una adaptación de las plantas terrestres. Consisten en un embrión empaquetado junto con un depósito de alimentos dentro de una cubierta resistente. Las semillas se originan a partir de la unión de las gametas masculina y femenina de las plantas con frutos.

Estas semillas tienen la función de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenecen, contribuyendo además en forma eficiente a la dispersión o propagación de la especie en el tiempo y en el espacio.



El tamaño y el peso de las semillas varía notablemente entre diferentes especies de plantas. Hay aproximadamente 11 órdenes de magnitud de diferencia en tamaño entre las semillas más pequeñas y las más grandes que existen en la naturaleza. Las semillas de una orquídea pueden pesar 0,1 mg, en tanto que la palmera de coco doble del Pacífico produce semillas que pueden alcanzar hasta unos 20 kg de peso y 40-50 cm de diámetro.

El tiempo durante el cual las semillas se mantienen viables también varía mucho entre especies y depende de las condiciones de conservación de las mismas. Pueden durar días, semanas, meses, años o incluso décadas!

Estado de latencia o dormancia.

Como se mencionó, las semillas están formadas por el embrión y su reserva de alimentos, ambos envueltos por una cubierta externa dura y protectora. Durante las últimas etapas de su formación la semilla se deshidrata hasta que su contenido de agua representa sólo un 5-15% de su peso aproximadamente. Es en este momento cuando el embrión, rodeado por la reserva alimenticia, entra en un estado denominado de latencia, estado latente o **dormancia** (que significa "dormir" en latín). En este estado latente el crecimiento y el desarrollo se detienen, y el metabolismo es extremadamente bajo (recordar que el metabolismo comprende la totalidad de las reacciones químicas que se desarrollan en un organismo y es una propiedad característica de los seres vivos). En otras palabras, durante el estado de latencia de la semilla las reacciones químicas del metabolismo, que involucran la síntesis y degradación de moléculas, prácticamente se detienen.

Repasando reacciones químicas para luego volver a la semilla

Cabe recordar que una reacción química es el proceso por el cual las sustancias, en condiciones adecuadas, se transforman en otras sustancias con propiedades específicas diferentes. Así, una reacción es una transformación que implica un cambio profundo en la estructura de la materia.

Es posible describir una reacción química con palabras pero es más sencillo describirla de forma simbólica mediante ecuaciones químicas.

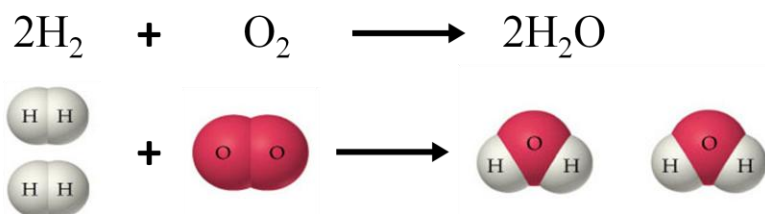
- **Reacción** (cambio químico) Ej.: combinación del tipo:



Veamos un ejemplo concreto:

Cuando el hidrógeno (H_2) arde, *reacciona con* el oxígeno (O_2) del aire *para formar* agua (H_2O).

Esta reacción descrita con palabras la podemos representar como la siguiente **ecuación química**:



Note como la reacción:

Implica ruptura de enlaces existentes y formación de enlaces nuevos (recombinación de átomos).

Las sustancias a la izquierda de la flecha en las ecuaciones (en este caso las moléculas de hidrógeno y la de oxígeno), se denominan 'reactivos', y son las sustancias presentes *antes* que ocurra la reacción. Mientras que la o las sustancias a la derecha de la flecha son los 'productos', las sustancias producidas (formadas) en la reacción misma.



Ventajas del estado de latencia e interrupción de la dormancia:

El estado de dormancia o latencia puede durar días, meses, años o incluso décadas según las distintas especies y se interrumpe cuando las condiciones ambientales son adecuadas para que se produzca la **germinación**, es decir la transformación del embrión de la semilla en una pequeña plántula. Así, la dormancia de la semilla impide la germinación prematura de las semillas y aumenta las posibilidades de supervivencia de su embrión como una joven plántula.

Las condiciones necesarias para interrumpir ese estado de dormancia varían entre las diferentes especies de plantas. Algunas semillas germinan tan pronto como se encuentran en un ambiente adecuado. Otras semillas, a pesar de estar sembradas en un sitio favorable, permanecen en la fase de dormancia hasta que alguna señal ambiental específica ocasiona la interrupción de la misma.

El estado de latencia permite, además, que las especies puedan adaptarse a vivir en ambientes rigurosos. Por ejemplo, las semillas de muchas plantas desérticas sólo germinan después de lluvias torrenciales. Si germinaran después de una leve llovizna el suelo podría estar demasiado seco para soportar las plántulas. En sitios con incendios frecuentes, muchas semillas necesitan soportar altas temperaturas para interrumpir la dormancia, lo que favorece que las plántulas sean más abundantes luego de los fuegos que eliminan la vegetación competidora. Donde los inviernos son crudos, las semillas requerirán una exposición prolongada al frío antes de germinar. Así, las semillas sembradas durante el verano o el otoño no germinan hasta la primavera, lo que les asegura una larga temporada de crecimiento antes del siguiente invierno.

La imbibición de las semillas y el comienzo de la germinación

Además de que se den condiciones ambientales óptimas para la supervivencia de la plántula, la germinación de las semillas depende de que las mismas pasen por un proceso físico denominado **imbibición**, es decir la captación (absorción) de agua que compensa la escasa cantidad presente (5-15%) en la semilla seca. También podemos llamar a este proceso de captura de agua por parte de las semillas como **hidratación** de las semillas. La imbibición o hidratación se considera la primera etapa de la **germinación** y hace que la semilla se expanda (y si no recordar lo que sucede con los garbanzos o los porotos que se ponen en remojo durante varias horas antes de cocinarlos), provoca la ruptura de la cubierta y desencadena cambios metabólicos en el embrión que le permiten reiniciar su crecimiento después de la fase de descanso de la latencia. Estos cambios implican un aumento en la actividad metabólica y conducen a la digestión de los materiales de reserva almacenados en la semilla, al traslado de nutrientes a las regiones en crecimiento del embrión y a la extracción de la energía almacenada en los materiales de reserva que es necesaria para el crecimiento, segunda fase de la germinación.

El primer órgano que emerge de la semilla durante el crecimiento es la radícula, es decir la raíz embrionaria que se dirige hacia abajo. Luego el extremo del brote naciente que se dirige hacia arriba debe atravesar la superficie del suelo para emerger. Los videos a continuación permiten ver

con gran detalle el proceso completo de germinación de un poroto, desde la aparición de la radícula hasta la formación de la plántula durante un período total de 25 días.

VIDEO 1:

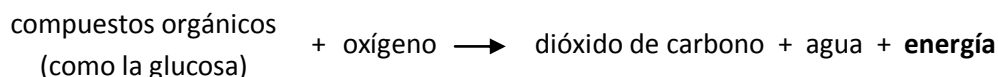
<https://www.youtube.com/watch?v=w77zPAAtVTuI>

VIDEO 2:

<https://www.youtube.com/watch?v=OHtoDZ7QFfw>

La semilla como almacén de energía y la respiración celular

Para iniciar el crecimiento del embrión las reservas de la semilla se degradan convirtiéndose desde almidón (molécula grande y compleja) a glucosa (azúcar simple), la que se metabolizará o transformará en la energía necesaria para el crecimiento según la siguiente ecuación química generalizada:



Esta transformación química se conoce como **respiración celular**, que es la vía metabólica más eficiente para producir energía, en la que el azúcar glucosa y otros combustibles orgánicos se degradan en presencia de oxígeno a dióxido de carbono y agua. En el proceso, parte de la energía almacenada en las moléculas de combustible se libera y queda disponible para ser utilizada y almacenada por las células para diversas funciones y nuevas reacciones metabólicas.

La respiración celular sucede en organelas especiales de las células llamadas **mitocondrias** (ver figura abajo), y no debe confundirse con el concepto de respiración (o respiración externa) que es el proceso consistente en la inhalación y exhalación alternada de aire para ventilar los pulmones.

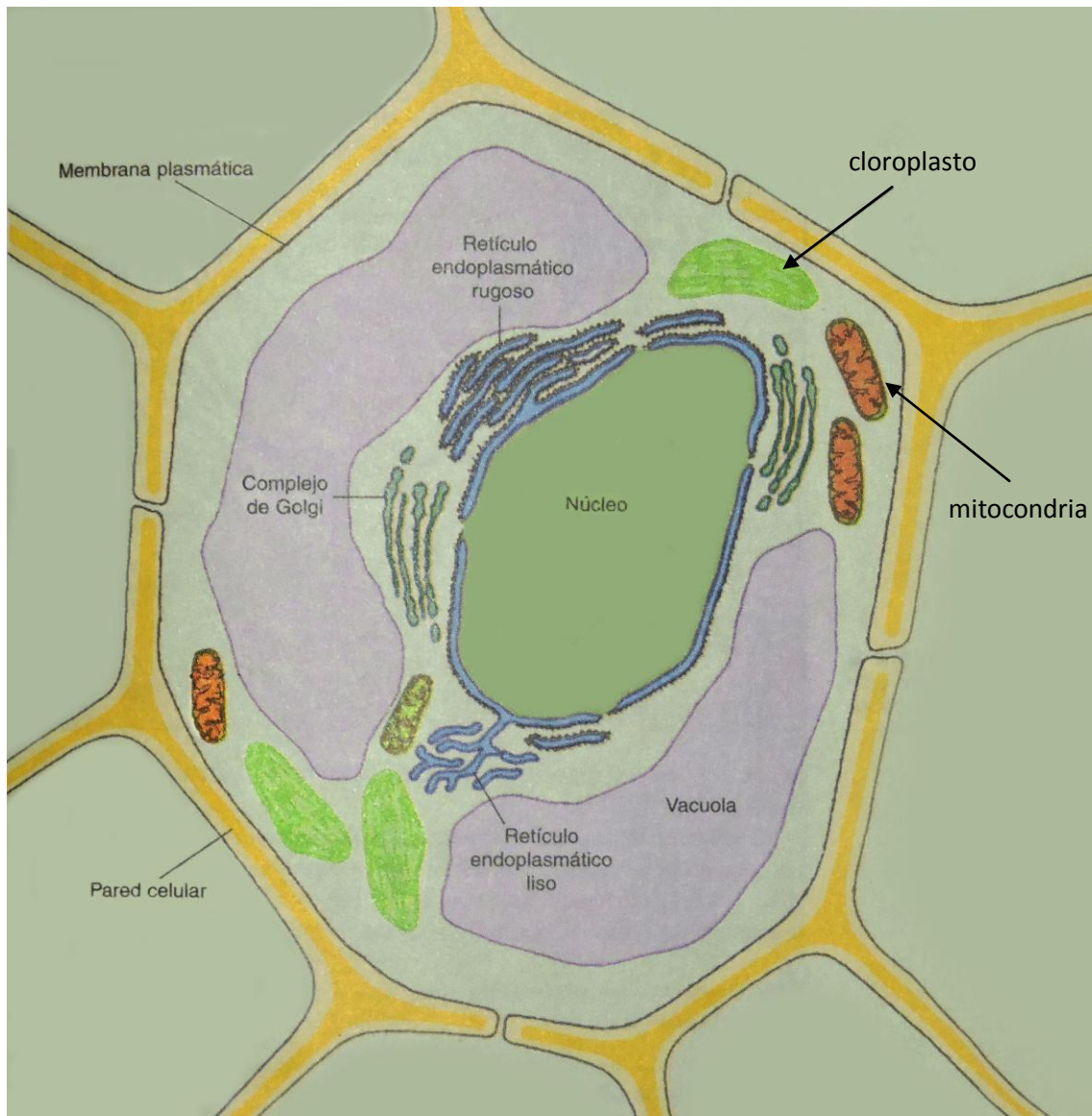


Figura: esquema de la estructura de una célula vegetal idealizada, con sus principales componentes.

Desarrollo final y fotosíntesis

El delicado brote que emerge del suelo crece y se endereza estimulado por la luz, mientras que de los restos de la semilla emergen las primeras hojas de follaje de la plántula. Las hojas se expanden, se hacen verdes, y comienzan a formar alimentos (moléculas orgánicas) ricos en energía mediante un proceso llamado **fotosíntesis**. Este proceso sucede en unas organelas denominadas **cloroplastos** (ver figura previa) que se encuentran dentro de las células de las hojas y tallos verdes de la planta. Durante la fotosíntesis las plantas sintetizan su propio alimento partiendo de una fuente de energía (la luz), una fuente de carbono (CO_2) y agua.

Las hojas de las plantas son órganos especializados para principalmente realizar la fotosíntesis.

Los alimentos generados por la fotosíntesis serán luego degradados durante la respiración celular de la propia planta o de los organismos que las utilicen como alimento. Así, la energía de los alimentos vegetales es tomada por los animales herbívoros, que a su vez sirven de alimento —y fuente de energía— a los animales carnívoros.

En definitiva, la energía de los alimentos en última instancia procede del sol y las plantas resultan irremplazables para la gran mayoría de los seres vivos del planeta pues no sólo proporcionan el oxígeno que respiramos, sino también los alimentos o compuestos orgánicos necesarios para obtener la energía que requerimos.

La ecuación general de la fotosíntesis es:

dióxido de carbono + agua + energía lumínica (luz) → compuesto orgánico (como la glucosa) + oxígeno

Note como, en cierta medida, observando las ecuaciones generales, la fotosíntesis es un proceso inverso al de la respiración celular. Y de hecho resulta que mitocondrias y cloroplastos poseen muchas semejanzas estructurales y funcionales.

Cuestionario

- 1) ¿Qué entiende por dormancia y qué ventajas otorga?
- 2) En los videos (especialmente en el VIDEO 2) se puede observar con detalle que luego de haberse formado la raíz y las primeras hojas del follaje de la plántula, hacia el día 15 lo que queda de la semilla es un resto delgado y contraído que termina desprendiéndose de la plántula. ¿Qué parte de la semilla piensa que se ha contraído de esa manera y por qué?
- 3) Señale Verdadero o Falso en los siguientes enunciados. Si indicó alguna respuesta falsa, justifique la respuesta.
 - a) La imbibición de la semilla es la primera etapa de la germinación y consiste en la incorporación de oxígeno a la semilla.
 - b) La respiración celular se produce dentro de organelas celulares denominadas mitocondrias.
 - c) Durante el estado de latencia el metabolismo de la semilla se reduce a niveles muy bajos.
 - d) La semilla está compuesta por el embrión, materiales de reserva y cloroplastos.
- 4) Compare las reacciones generalizadas de la respiración celular y la fotosíntesis y compare reactivos y productos de cada una.