



fichas de Trabajo

BIOLOGÍA

FITOHORMONAS



Introducción

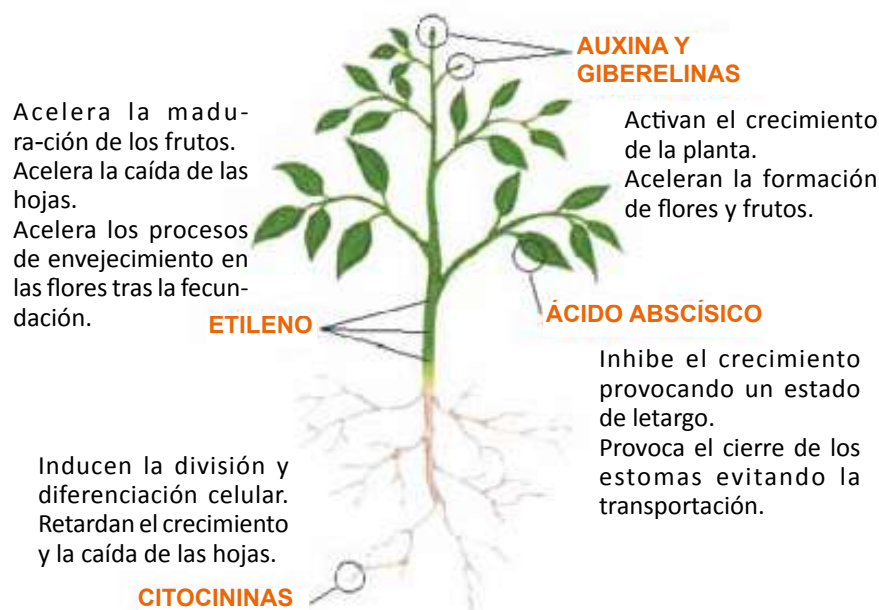
Las plantas poseen mecanismo de coordinación química para generar respuestas a los estímulos ambientales e internos. Las fitohormonas están implicadas en diversos procesos, desde el momento de la germinación hasta la muerte.

Tienen que ver con la latencia de la semilla, germinación, crecimiento, floración, caída de hojas y otras funciones. El proceso de germinación depende no sólo de hormonas, sino también de condiciones ambientales, tales como disponibilidad de agua, oxígeno y sales; temperatura adecuada, reserva de nutrientes y un pH del suelo adecuado.

Fitohormonas

En los últimos años se ha prestado mucha atención a las sustancias que regulan el desarrollo de los vegetales. Estas son denominadas fitohormonas, dentro de las que destacan el ácido abscísico, auxina, etileno, giberelinas y citocininas. Cada una de estas sustancias ejercen complejos y variados efectos en el crecimiento dependiendo de la especie de la planta, de la parte afectada, de condiciones internas y ambientales.

Es probable que cada una de las diversas sustancias reguladoras del crecimiento, inician o bloquean una cadena de reacciones, cada una de ellas dependiente de la anterior. Las células de la raíz no necesariamente responden a cierta fitohormona, de la misma manera que el tallo, además los efectos de las fitohormonas puede ser diferentes en presencia de luz, que de oscuridad o a temperaturas diferentes.

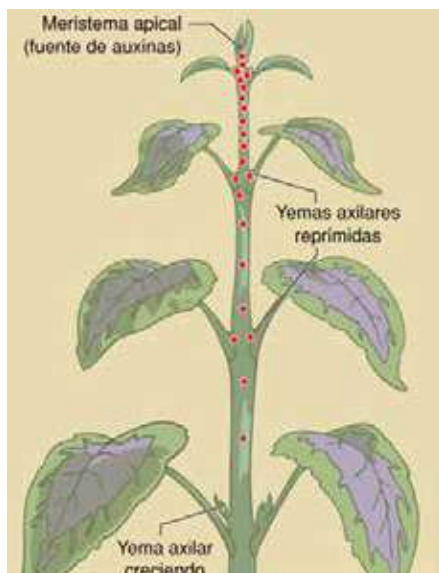


1. Auxinas

Son las hormonas más conocidas y las más abundantes. La auxina es el ácido indol acético (AIA).

Esta auxina también se encuentra en algas y hongos. En concentraciones óptimas estimula el alargamiento celular, a nivel de yemas laterales inhibe su desarrollo (dominancia apical).

La existencia de las auxinas fue descubierta mediante una investigación sobre la respuesta de las plantas a la luz. El conocimiento de que las plantas durante su crecimiento se vuelven hacia la luz, es antiguo. Darwin encontró que el coleóptilo del alfilerillo se vuelve fuertemente hacia la luz, efectuándose la curvatura bastante abajo de la planta meristemática. Si la punta del coleóptilo se cubre con una pequeña capucha a prueba de luz, no se presenta encorvamiento aún



cuando la parte que debería encorvarse está por completo expuesta.

Darwin concluyó correctamente que el estímulo percibido por el ápice es en alguna forma transmitido a la parte baja del coleóptilo. Otros experimentos sugirieron que el estímulo es transmitido por una sustancia química que se forma en ápice y emigra hacia abajo.

Al parecer la luz destruye la auxina en los meristemas, la mayor destrucción de la auxina se efectuaría en el lado que recibe más luz. El lado menos iluminado se alarga con más rapidez que el lado iluminado y el brote se curva hacia la luz. La respuesta direccional a la luz, es llamada fototropismo.

Otras funciones de las auxinas está relacionada con el desarrollo de las capas de abscisión de raíces adventicias en estacas. Ciertas auxinas sintéticas se emplean como herbicidas de malezas, son selectivas, pues matan dicotiledóneas de hoja ancha, pero no dañan a las monocotiledóneas.

2. Giberelinas

Por la década de 1920 se estudiaba la enfermedad de la plántula tonta, en la cual las plántulas jóvenes del arroz adoptan en extremo una forma delgada, se echan y finalmente mueren. La causa de estos síntomas es un hongo que produce una sustancia química llamada giberelina. Las giberelinas promueven la elongación del tallo en muchas plantas, induciendo tanto la elongación como la división celular. Estimulan la floración en plantas de día largo. Al igual que las auxinas, influyen en el desarrollo de frutos. Participan así mismo en el proceso de germinación de ciertas semillas estimulando la formación de amilasas.

3. Citocininas

Inducen la división y la diferenciación celular, interactúan con auxinas durante la formación de órganos como raíces y tallos. Citocininas y auxinas también interactúan en el control de la dominancia apical, de manera antagónica, puesto que las citocininas favorecen el desarrollo de ramas. Además las citocininas retardan la senescencia (envejecimiento) de la planta.

4. Etileno

Es una hormona gaseosa que inhibe el alargamiento celular, promueve la germinación de las semillas y participa en las respuestas vegetales a las lesiones o la invasión por microorganismo patógenos. Participa además en la maduración de frutos. Se ha sugerido que el etileno actúa como la hormona que induce la abscisión foliar, sin embargo, en realidad la abscisión se encuentra bajo el control de dos hormonas antagónicas, etileno y auxina. Cuando la hoja envejece y se aproxima el otoño, la concentración foliar de auxina disminuye y la del etileno aumenta, probablemente también participen citocininas en la abscisión, ésta al igual de las auxinas, disminuye conforme el tejido foliar envejece. Induce a cambios en las respuestas de la planta a determinados factores del estrés.

5. Ácido abscísico

Su nombre fue una elección desafortunada, dicha sustancia participa principalmente en la latencia de las semillas, y no induce a la abscisión en la mayoría de las plantas. Algunas veces se denomina Hormona vegetal del estrés porque induce cambios en los tejidos vegetales expuestos a condiciones desfavorables (estresados) como congelación, alta salinidad y sequía (en esto se parece al etileno) su elevada concentración evita la germinación.

Fitohormona	Función
Ácido abscísico	Inhibición de germinación. Cierre de estomas.
Giberelinas (florigenos)	Induce germinación. División de elongación celular. Estimula floración.
Citocininas	División y diferenciación celular. Induce desarrollo de yemas. Inhibe abscisión.
Auxinas	Fototropismo positivo. Elongación celular. Diferenciación celular. Inhibe desarrollo de yemas laterales (dominancia apical) Desarrollo del fruto Partenoterapia Inhibe abscisión
Etileno	Induce maduración de fruto.

Germinación

Cierto botánico comentaba ...una semilla es un vegetal en miniatura dentro de una caja y provisto con su almuerzo... Cuando se forma una semilla, entra en período de latencia; es decir, el joven embrión debe esperar un momento favorable antes de que empiece el crecimiento o germinación. A menudo ésta se considera como el inicio de la vida del vegetal, pero de hecho es un proceso en que el embrión latente vuelve a despertar o activarse.

El período de latencia varía según la planta y el tiempo, en algunos casos puede durar cientos de años. ¿Qué mantiene al embrión vegetal en este estado de suspenso?

En algunas especies, la cubierta de la semilla funciona como barrera mecánica, evitando la entrada tanto de agua como de gases, sin éstos el embrión no se puede desarrollar.

En las semillas de este tipo, primero debe eliminarse la cubierta de la semilla - por abrasión, pudrición, agrietamiento, por el fuego o por el paso a través del tubo digestivo de un animal - y

entonces la semilla puede tomar la humedad y el oxígeno que le permitirán reactivarse.

Una vez terminada la latencia por el estímulo ambiental apropiado, la semilla absorbe agua rápidamente, proceso llamado imbibición.

El contenido de agua de la semilla es un tanto bajo (5 a 10% del peso total), y la cantidad de citoplasma embrionario es pequeña respecto a su abastecimiento de alimento de reserva; así conforme sucede la rehidratación, la semilla se hincha rápidamente, las células del ápice de la raíz embeben el agua con rapidez y el punto de crecimiento también se estimula para que tenga actividad mitótica.

A medida que la raíz se hincha y crece, se rompen las cubiertas de la semilla; la raíz es la primera parte de la semilla que emerge. Esto tiene una ventaja distintiva, ya que se fija en el suelo, asegurando que el vegetal en desarrollo tendrá un abastecimiento suficiente de agua y minerales.



El brote formado por el tallo y la hoja embrionaria, aparece después que ha surgido la raíz de la semilla. El brote asciende con el contacto con el aire rompiendo la superficie del suelo .

Con el tiempo, la planta en crecimiento consumirá todo el endospermo o usará las reservas de los cotiledones y entonces debe empezar la fotosíntesis para que el crecimiento continúe.

En la germinación de las arvejas los cotiledones se quedan en el suelo y sólo emergen la punta del brote y sus hojas; estas últimas abastecerán a la planta con alimento provenientes de la fotosíntesis.

En las monocotiledóneas, el patrón de crecimiento después de la germinación, es similar al de las arvejas. En algunas dicotiledóneas, por ejemplo el frijol, el alargamiento del brote eleva los cotiledones del suelo y se vuelven verdes y fotosintetizadores.

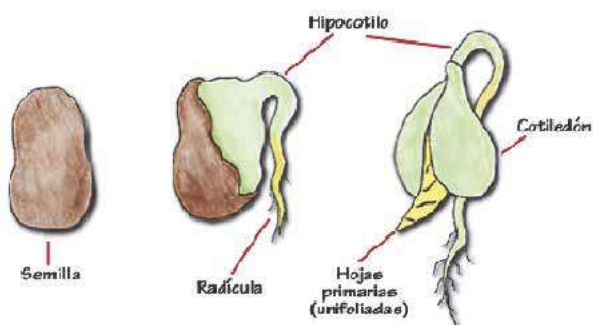
Sin embargo, en un período corto, los cotiledones se marchitan y entonces las hojas toman la función de abastecedores de alimento para el vegetal en crecimiento.

Desarrollo de las semillas y los frutos

Al hacer uso de los recursos de la planta madre, del saco embrionario y de los integumentos que rodean al óvulo, éste se desarrolla en una semilla. La semilla está rodeada por los tejidos accesorios de un fruto, que se desarrolla del ovario.

a) La semilla se desarrolla del óvulo y del saco embrionario

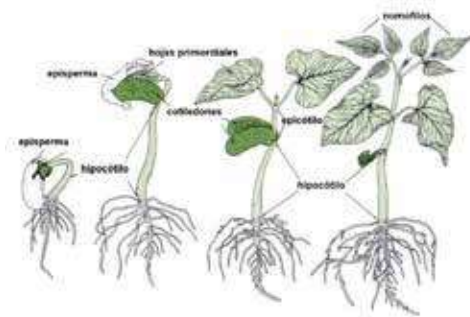
Los integumentos del óvulo dan origen al tegumento de la semilla, la cobertura externa delgada, dura e impermeable de la semilla. Como veremos, las características del tegumento de la semilla desempeñan un papel importante para regular el momento de su germinación.



Mientras tanto, dentro de los tegumentos, ocurren dos procesos diferentes de desarrollo. Primero, la célula endospermica primaria se divide con rapidez. Sus células hijas absorben nutrientes de la planta madre y forman un endospermo grande lleno de alimento. Segundo, el cigoto se convierte en el embrión. Tanto los embriones

monocotiledóneos como los dicotiledóneos constan de tres partes: el brote, la raíz y los cotiledones, u hojas de la semilla. Los cotiledones absorben moléculas de alimento del endospermo y las transfieren a otras partes del embrión. En las dicotiledóneas (dos cotiledones), por lo general los cotiledones absorben la mayor parte del endospermo durante el desarrollo de la semilla, por lo que la semilla madura está prácticamente llena con el embrión. En las monocotiledóneas (un cotiledón), el cotiledón absorbe parte del endospermo durante el desarrollo de la semilla, pero casi todo permanece en la semilla madura.

La raíz primaria se desarrolla en un extremo del eje embrionario principal. El brote futuro, en el otro extremo, por lo general se divide en dos regiones en el lugar de unión de los cotiledones. Debajo de los cotiledones, pero sobre la raíz, está el hipocótilo (hypo en griego significa debajo o más abajo); sobre los cotiledones el brote se llama el epicótilo (epi significa sobre). En la punta del epicótilo está el meristemo apical del brote, las células hijas que se diferencian en los tipos de células especializadas del tallo, de las hojas y de las flores. Con frecuencia, ya se encuentran una o dos hojas en desarrollo.



b) El estado latente de la semilla le ayuda a asegurar la germinación en un tiempo adecuado

Cada semilla necesita calor y humedad para germinar. Sin embargo, casi todas las semillas recién maduras no germinarán de inmediato, incluso bajo condiciones ideales. En lugar de ello, entran en un estado latente durante el cual no germinarán. El estado latente está por lo común marcado por una menor actividad metabólica y por una resistencia a las condiciones ambientales adversas. El estado latente de la semilla soluciona dos problemas, uno intrínseco a la planta misma y otro relacionado con factores ambientales.

Primero, muchas semillas se desarrollan dentro de frutos jugosos, como manzanas, uvas o naranjas. Si esta semilla germinara mientras está encerrada en un fruto y colgando del árbol o de la viña, podría agotar sus reservas de alimento antes de tocar tierra. Cuando finalmente cayera el fruto, la plántula no tendría la energía para horadar con sus raíces del suelo y moriría.

Segundo, las condiciones ambientales de temperatura y de precipitación adecuadas para el crecimiento de la plántula probablemente no coincidan con la maduración de la semilla. Por ejemplo, las semillas que maduran a finales del verano en climas templados enfrentan el duro invierno por venir. Pasar el invierno como una semilla en estado latente es mucho mejor que la muerte por congelamiento como brote joven.

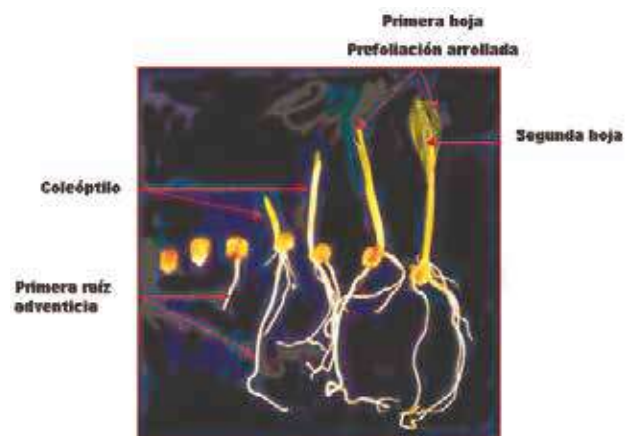
La germinación y el crecimiento de las plántulas

Durante el crecimiento y el desarrollo de la semilla, la germinación, el embrión antes en estado latente reanuda su crecimiento y sale de la semilla. El embrión absorbe agua, por lo que se hincha y revienta su tegumento. Por lo general, la raíz es la primera estructura en salir del tegumento de la semilla, creciendo con rapidez y absorbiendo agua y minerales del suelo. Una gran parte del agua es transportada a las células en el brote. Conforme se alargan sus células, el tallo crece, y sale del suelo.

a) La yema del brote está protegida por el coleoptilo

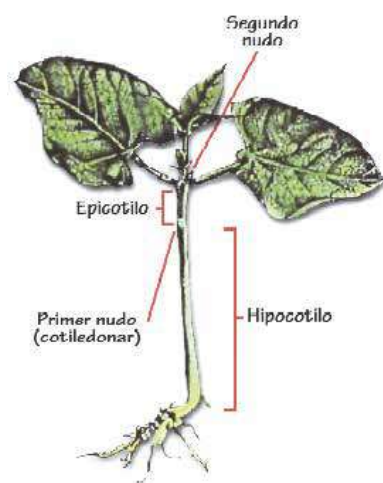
El brote en crecimiento enfrenta una dificultad seria: debe empujar a través del suelo sin raspar el meristemo apical y las hojuelas tiernas en su punta. Obviamente, la raíz debe luchar siempre contra la abrasión en las puntas y su meristemo apical está protegido por una caliptra o cofia. Los brotes pasan casi todo el tiempo en el aire y no desarrollan cubiertas protectoras permanentes. En cambio, tienen otros mecanismos para luchar contra la fricción del suelo durante la germinación. En las monocotiledóneas, una cubierta dura, el coleoptilo, encierra la yema del brote así como un guante a los dedos del jardinero.

El guante coleoptilo hace a un lado las partículas de tierra cuando crece. Una vez que ha salido al aire se degenera la punta del coleoptilo, lo que permite que salga el dedo tierno del brote. Las dicotiledóneas no tienen coleoptilos. En lugar de ello, el brote de la dicotiledónea forma un gancho en el hipocótilo o en el epicótilo. La curva del gancho, encerrada en células epidérmicas con paredes celulares duras, dirige el camino por el suelo, dejándolo libre para el meristemo apical que apunta hacia abajo con sus nuevas hojas delicadas.



b) Los cotiledones se alimentan de la semilla en brote

El alimento almacenado en la semilla proporciona la energía para la germinación. Recordará que los cotiledones de las dicotiledóneas ya habían absorbido al endospermo mientras la semilla estaba desarrollándose y que ahora están hinchados y llenos de alimento. En las dicotiledóneas con ganchos hipocótilos, el brote alargado lleva a los cotiledones fuera del suelo hacia el aire. Estos cotiledones que salen del suelo con frecuencia se hacen verdes, son fotosintéticos y transfieren el alimento almacenado con anterioridad a los azúcares recién sintetizados al brote. En las dicotiledóneas con ganchos epicótilos, los cotiledones se quedan bajo el suelo y se marchitan cuando el embrión absorbe su alimento almacenado. Las monocotiledóneas conservan casi toda su reserva alimenticia en el endospermo hasta la germinación, cuando la digiere y la absorbe el cotiledón conforme crece el embrión. El cotiledón permanece bajo tierra en los restos de la semilla.



Practica dirigida N° 7

1. La principal hormona del crecimiento primario es...
 - a) el ácido giberélico
 - b) el ácido indol acético
 - c) el florígeno
 - d) el citoquinina
 - e) la cinetina
2. ¿Qué hormona vegetal inhibe la germinación y permite la latencia de las semillas?
 - a) El ácido abscísico
 - b) El ácido giberélico
 - c) El ácido indol acético
 - d) El etileno
 - e) La cinetina
3. ¿Qué hormona promueve el cierre de los estomas durante las horas de luz en las cactáceas?
 - a) El etileno
 - b) La auxina
 - c) La giberelina
 - d) El ácido abscísico
 - e) El estigmasterol
4. Las hormonas que inducen los tropismos son llamadas...
 - a) auxinas
 - b) giberelinas
 - c) etileno
 - d) abscisinas
 - e) florígenos
5. La germinación en punta es característica de las plantas...
 - a) dicotiledóneas
 - b) superiores
 - c) monocotiledóneas
 - d) briofitas
 - e) pteridofitas
6. El crecimiento de las plantas es promovido por y
 - a) auxinas – citocininas – giberelinas
 - b) auxinas – giberelinas – etileno
 - c) auxinas – etileno – citocininas
 - d) auxinas – ácido abscísico – etileno
 - e) giberelinas – citocininas – ácido abscísico
7. El etileno es una hormona gaseosa que induce la...
 - a) floración
 - b) elongación celular
 - c) germinación de semillas
 - d) maduración de frutos
 - e) mitosis
8. Durante las primeras etapas de crecimiento, antes que se independice por completo del alimento contenido en la semilla, la nueva planta es llamada...
 - a) cormo
 - b) talo
 - c) plántula
 - d) vástago
 - e) embrión
9. Son condiciones requeridas para la germinación, excepto...
 - a) provisión de oxígeno
 - b) provisión de humedad
 - c) temperatura adecuada
 - d) iluminación intensa y constante
 - e) reservas apropiadas
10. El epicótilo origina...
 - a) la raíz
 - b) la hoja
 - c) el talo
 - d) el talluelo
 - e) el cormo

Tarea domiciliaria N° 7

1. La maduración del fruto se debe a la hormona:

- a) AIA
- b) Etileno
- c) Ácido abscisico
- d) Citocinina
- e) Auxina

2. El cierre de estomas está inducida por la hormona:

- a) Ácido abscisico
- b) Auxina
- c) Citocinina
- d) Giberelina
- e) N. A.

3. El envejecimiento de la planta se retarda gracias a la hormona:

- a) Auxina
- b) Giberelina
- c) Citocinina
- d) Etileno
- e) AIA

4. Estimula la floración vegetal:

- a) Giberelina
- b) Salicilato
- c) Etileno
- d) Citocinina
- e) Ácido abscisico

5. Hormona encargada de inhibir la germinación vegetal:

- a) Ácido abscisico
- b) Salicilato
- c) Citocinina
- d) AIA
- e) Etileno

6. La elongación celular está inducida por la hormona:

- a) Ácido abscísico
- b) Etileno
- c) Citocinina
- d) AIA
- e) Giberelina

7. Una fruta con maduración avanzada tendrá en grandes cantidades la hormona:

- a) Ácido salicilico
- b) Giberelina
- c) Etileno
- d) Citocinina
- e) Acido abscisico

8. El desarrollo de las yemas se induce por la hormona:

- a) Citocinina
- b) AIA
- c) Giberelina
- d) Ácido abscisico
- e) Etileno

9. La diferenciación celular se debe a la hormona:

- a) Citocinina
- b) Giberelina
- c) Auxina
- d) Etileno
- e) Ácido anscisico

10. Es conocido como la hormona vegetal del estrés:

- a) Citocinina
- b) AIA
- c) Giberelina
- d) Etileno
- e) Ácido abscisico