



**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTONOMAS DE LA
COSTA CARIBE NICARAGUENSE URACCAN**

MODULO

Fisiología vegetal

JULIO, 2018.

Contenido

I. Introducción a la fisiología vegetal.	3
2. Concepto de Fisiología Vegetal.	4
3. Diferencias entre plantas y animales.	5
4. Clasificación y Aplicaciones de la Fisiología Vegetal.	5
4. Ciencia que se relaciona con la fisiología vegetal.	10
5. Partes de las plantas.	18
LA RAÍZ.	18
EL TALLO.	19
Las hojas.	19
Las flores.	19
El fruto y la semilla.	20
1. Clases de plantas según su tamaño.	22
🌿 Los árboles.	22
🌿 Los arbustos.	22
🌿 Las plantas herbáceas.	22
2. Plantas sin flores y plantas con flores.	22
Plantas sin flores.	23
Plantas con flores.	23
FUNCIONES DE LAS PLANTAS.	24
1. La fotosíntesis.	24
2. La alimentación de las plantas.	25
3. La respiración de las plantas.	25
Reproducción de las plantas con flores.	26
🌸 1ª fase: La polinización.	27
🌸 2ª fase: La fecundación.	27
Reproducción de las plantas sin flores.	28
6. Reguladores del crecimiento.	33
7. Bibliografía.	36

I. Introducción a la fisiología vegetal.

Según Rojas (1983) la fisiología vegetal no es, en general, una ciencia de aplicación inmediata, aunque tiene más aspectos tecnológicos de los que suponen algunos autores. Por otra parte, es, quizá, la disciplina más apropiada para que el futuro agro biólogo y agrónomo puedan analizar los fenómenos, sintetizar los conocimientos y evaluar los conceptos teóricos.

De todas las ciencias biológicas básicas para la producción agrícola es probablemente la fisiología vegetal la que muestra un mayor atraso en su desarrollo. Este atraso afecta negativamente el desarrollo agrícola, ya que una agricultura racional se basa en un buen manejo eficaz de las plantas, el que, a su vez tiene como antecedente necesario el conocimiento de sus funciones vitales.

Historia de la fisiología vegetal.

Aristóteles (384-322 a.C.) comenta que las principales diferencias entre los seres vivos se podían clasificar de acuerdo a su espíritu u alma, así los vegetales poseen un alma vegetativa; los animales un alma sensitiva y el hombre un alma racional. Van Helmont (1577-1644 d.C.) aplicó por primera vez el método científico a investigaciones de fisiología vegetal en un experimento clásico sobre crecimiento vegetal. Hooke (1635-1703 d.C.) describió la estructura íntima del vegetal en forma de "celdillas" (cellulae) que constituían la anatomía microscópica de tejidos y el término célula se designa desde entonces como el elemento básico estructural de la planta.

Hales (1727) publicó el primer tratado de fisiología vegetal de nombre **Statical Essays**, donde se describen por primera vez fenómenos fisiológicos desde el punto de vista cuantitativo, como la medición de la *presión radical* y las determinaciones del *agua transpirada por la hoja*. Ingenhousz (1730-1799) descubrió el proceso metabólico básico del vegetal: **la fotosíntesis**. Por otra parte, Lavoisier efectuó sus clásicas experiencias sobre **respiración**; estas fueron aprovechadas por De Saussure (1767-1845) quién en su libro **Investigaciones químicas sobre la vegetación** (1804), describió experiencias cuantitativas sobre *fotosíntesis* y concluyó que las plantas no toman nitrógeno del aire sino del suelo. Meyer (1814-1878) afirmó que en el interior de la célula existe una fuerza en eterno cambio y esta circula por la naturaleza viva y muerta.

En el siglo XX se inicia con el descubrimiento de los trabajos de Mendel, que llevarían a través de Morgan a fundar la genética-fisiológica con Beadle y Tatum (1958), Crick, Ochoa, etc.,

llegándose a explicar como se transmite la información hereditaria y como se traduce en fisiología. Otros investigadores De Candolle, Boussingault, Willstätter y Warburg han contribuido a entender como la planta captura la energía de la luz y la transforma según Arnon y Calvin y como posteriormente la pone en libertad dentro de las células para efectuar los trabajos o funciones metabólicas según Krebs, Green y Lehninger.

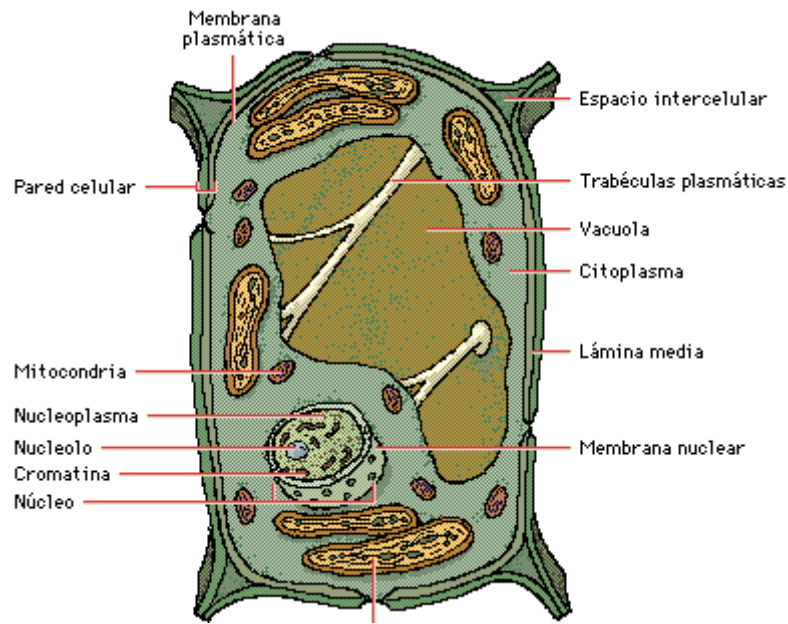
2. Concepto de Fisiología Vegetal.

La definición concreta indica que la fisiología vegetal es la ciencia que estudia los cambios físicos y químicos que ocurren en el organismo vegetal.

La definición detallada señala que la fisiología vegetal estudia los fenómenos vitales considerando a la planta como un mecanismo complicado, donde se cumplen las leyes físicas y químicas y donde los fenómenos se determinan unos a otros. El proceso fisiológico es sinónimo de proceso vital y se refiere a todo cambio químico que ocurre dentro de un ser vivo, sea intrínseco o producto de un intercambio con el medio externo.

La fisiología vegetal estudia los procesos que ocurren en la vida de las plantas y la significación de estos para la vida del vegetal como un todo. No es una disciplina de aplicación directa, pero es básica para un buen aprovechamiento de las plantas, pues solo entendiendo sus mecanismos de acción podemos pretender manejarlos y modificarlos en beneficio del hombre.

3. Diferencias entre plantas y animales.



Eucariota: célula vegetal

Las células vegetales, así como las animales, presentan un alto grado de organización, con numerosas estructuras internas delimitadas por membranas. La membrana nuclear establece una barrera entre la cromatina (material genético) y el citoplasma. Las mitocondrias, de interior sinuoso, convierten los nutrientes en energía que utiliza la planta. A diferencia de la célula animal, la vegetal contiene **cloroplastos**, unos orgánulos capaces de sintetizar azúcares a partir de dióxido de carbono, agua y luz solar. Otro rasgo diferenciador es la **pared celular, formada por celulosa rígida**, y la **vacuola única y llena de líquido, muy grande** en la célula vegetal.

Los organismos animales comprenden todos los organismos multicelulares que obtienen energía mediante la digestión de alimentos, y contienen células que se organizan en tejidos. A diferencia de las plantas, que producen nutrientes a partir de sustancias inorgánicas mediante fotosíntesis, o de los hongos, que absorben la materia orgánica en la que habitualmente se hallan inmersos, los animales consiguen su comida de forma activa y la digieren en su medio interno. Los tejidos especializados de los animales les permiten desplazarse en busca de alimento o, si permanecen fijos en un lugar determinado casi toda su vida (animales sésiles), atraerlo hacia sí. La mayoría de los animales han desarrollado un sistema nervioso muy evolucionado y unos órganos sensoriales complejos que, junto con los movimientos especializados, les permiten controlar el medio y responder con rapidez y flexibilidad a estímulos cambiantes.

4. Clasificación y Aplicaciones de la Fisiología Vegetal.

La estructura y aplicaciones de la Fisiología Vegetal es como sigue:

1. Fisiología de la plantas superiores.

1.1 *Análisis del metabolismo.*

1.1.1 (Aplicación) Producción en Invernadero e Hidroponía.

1.2 *Análisis del desarrollo.*

1.2.1 (Aplicación) Suministros de fitorreguladores.

1.3 *Genética-fisiológica.*

1.3.1 (Aplicación) Planeación de mejores variedades.

1.4 *Análisis del rendimiento.*

1.4.1 (Aplicación) Establecimiento de nuevos métodos agronómicos y fitotécnicos.

1.5 *Fisiología patológica.*

1.5.1 (Aplicación) Combate racional de enfermedades.

2. Fisiología de las bacterias y levaduras.

2.1 (Aplicación). Utilización en industrias de la fermentación.

3. Fisiología de las algas.

3.1 (Aplicación). Incorporación de abonos, alimentos y productos químicos.

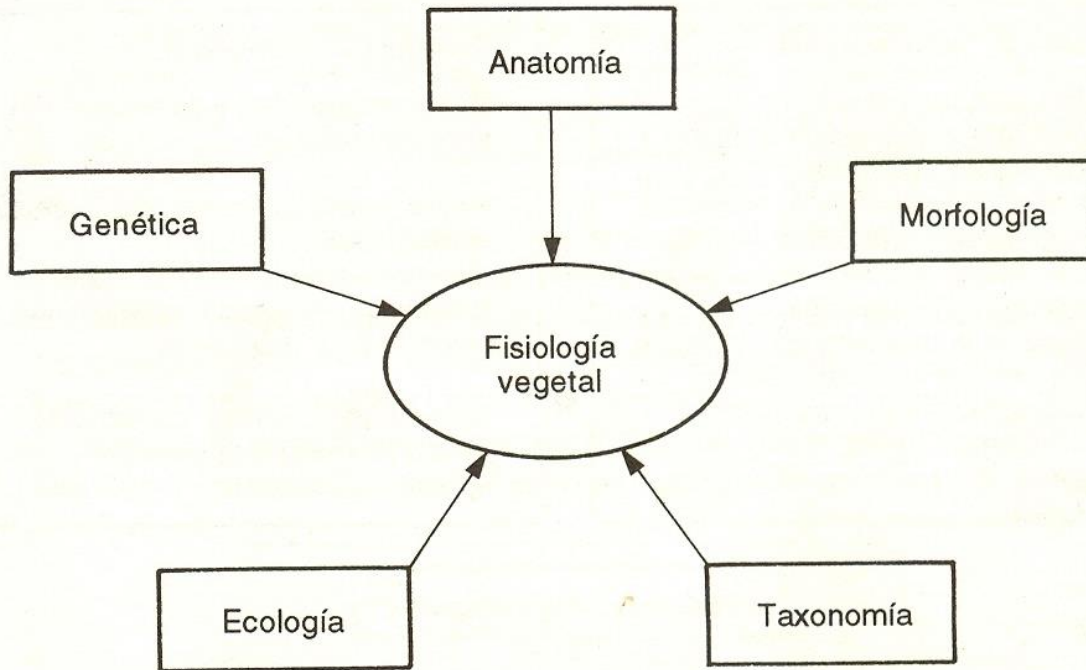


Fig. 1.1. Relación de la fisiología vegetal con otras ciencias biológicas.

FACTORES HEREDITARIOS Y AMBIENTALES QUE AFECTAN LA FISIOLÓGÍA DE LAS PLANTAS

Un principio básico de la fisiología vegetal es reconocer que la herencia y el medio son los factores que regulan los procesos internos y las condiciones de la planta, y que finalmente determinan su crecimiento y desarrollo. Por lo tanto, la forma, el tamaño y funcionamiento de la planta resulta de una compleja serie de interacciones entre la composición genética y el ambiente en el cual creció (figura 1.2).

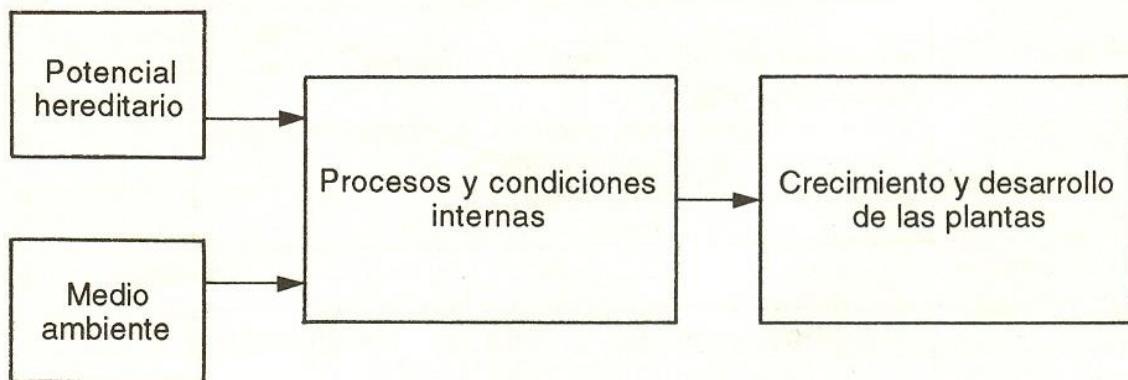


Fig. 1.2. La herencia y el ambiente como los factores que determinan los procesos y condiciones fisiológicas de las plantas.

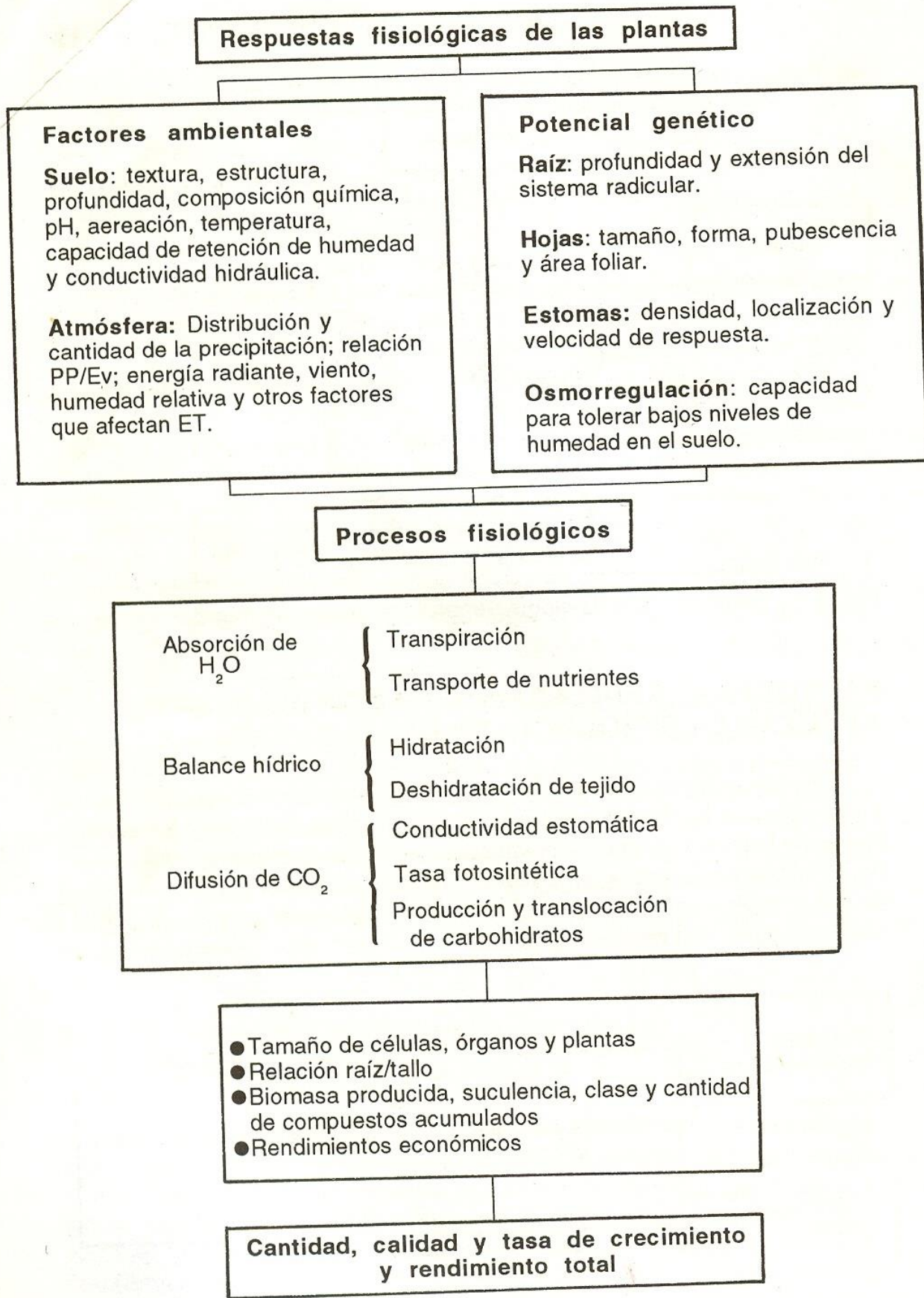


Fig. 1.3. Influencia del ambiente y el potencial genético de las plantas en los procesos fisiológicos de los cultivos.

Consecuentemente, la composición genética de las semillas de maíz, trigo o algodón, determinará que siempre produzcan plantas de maíz, trigo o algodón, mientras que los factores ambientales determinarán si esas plantas serán vigorosas, chaparras, verdes, cloróticas, túrgidas o marchitas. Normalmente, las modificaciones causadas por el ambiente no son hereditarias.

En la figura 1.3 se ilustra cómo la respuesta fisiológica de las plantas es dependiente de los factores ambientales del suelo (características fisicoquímicas) y de la atmósfera; la distribución y cantidad de precipitación, la energía radiante y otros, son los que afectan directamente la evapotranspiración. En relación con el potencial genético, las características morfológicas de la raíz, hojas y estomas (al igual que algunas características fisiológicas y bioquímicas) son determinantes en la respuesta de la planta.

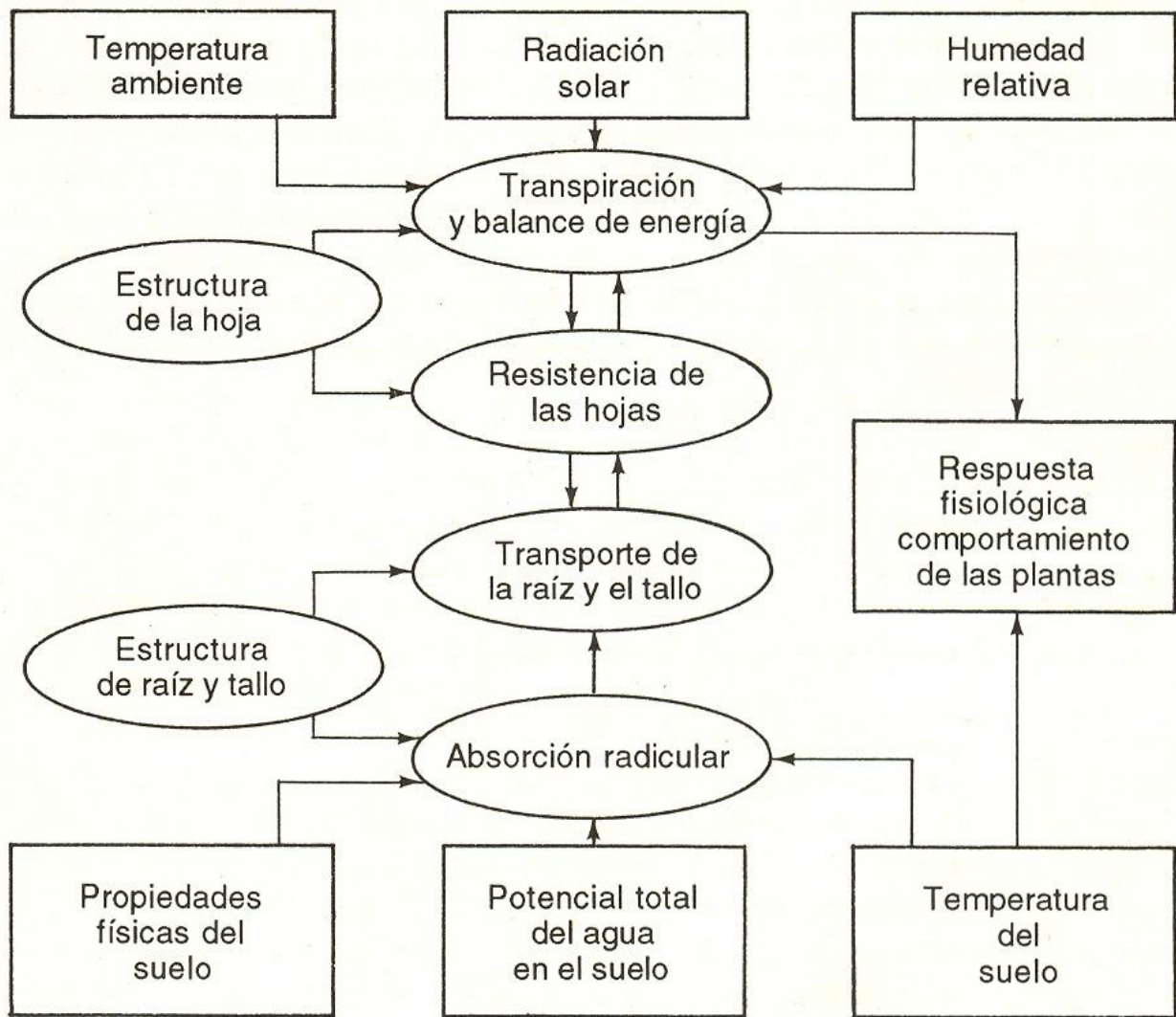


Fig. 1.4. Interrelaciones de los factores bióticos y abióticos que alteran y modifican la respuesta fisiológica de las plantas.

Estos componentes son los responsables del tamaño de células, órganos y área foliar que, a su vez, influirán en la cantidad de biomasa producida y en la calidad del producto cosechado.

INTERRELACIONES DE FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS EN LA FISIOLOGÍA DE LAS PLANTAS

En la figura 1.4 se representan las interacciones entre los factores bióticos y abióticos más importantes que regulan y modifican la respuesta fisiológica de las plantas según el ambiente en que se desarrollan.

En el medio ambiente aéreo interactúan la temperatura, la radiación global total y la humedad relativa; estos factores primarios afectan la transpiración y el balance energético de las plantas. Por otro lado, las propiedades físicas del suelo como textura y estructura, su potencial total de agua y su temperatura, influyen grandemente en la disponibilidad de agua y nutrientes para la planta, pues sólo en función de estos factores se lleva a cabo la disfunción de agua a las raíces, y la absorción y translocación de nutrientes a través del tejido conductivo del tallo y las hojas. Uno de los factores bióticos relacionados con las características morfofisiológicas de las plantas es la estructura de la raíz, del tallo y de la hoja, partes fundamentales en todos los procesos de absorción, transporte de agua y transpiración, que incide directamente sobre su respuesta fisiológica y su comportamiento.

4. Ciencia que se relaciona con la fisiología vegetal

Biología

Ciencia que estudia los organismos en sus forma, [morfología](#); funciones, [fisiología](#); desarrollo, [embriología](#); factores hereditarios, [genética](#) (también biogenética); clasificación, [taxonomía](#); fósiles, [paleontología](#); también abarca el estudio de la estructura general de los cuerpos, [anatomía](#); de las células, [citología](#); de los tejidos humanos, [histología](#); de las plantas en general, [botánica](#); y de los animales, [zoología](#). La **biología molecular** estudia los seres vivos y los fenómenos vitales con arreglo a las propiedades de su estructura molecular.

Climatología

Tratado de los climas. Disciplina que estudia el comportamiento del clima.

Hidrología

Ciencia que trata de las propiedades, distribución y circulación de las aguas de la Tierra.

Oceanografía

Ciencia que estudia los mares y el medio submarino, sus organismos, relieves y accidentes, la composición de las aguas, etc.; se divide en:

Oceanografía física: Trata de la medición de las profundidades marinas y de las variaciones de densidad, temperatura, presión y luminosidad que existen entre ellas, de las corrientes y mareas, de la plataforma continental, etc., y entonces es una rama de la Geografía.

Oceanografía biológica: Se ocupa de la fauna y la flora submarinas, la influencia de los factores físicos y químicos en ellas, etc., y entonces constituye una rama de la [biología](#).

Física

Ciencia que estudia los fenómenos naturales para descubrir las leyes que los rigen, y determinar la propiedades de la materia y sus relaciones fundamentales con la energía. Para su estudio la física se divide en las siguientes ramas:

Física mecánica: Estudia el movimiento y el equilibrio de los cuerpos materiales

Termodinámica: Estudia la relación entre el calor y otras formas de energía

Física acústica: Estudia la producción, propiedades y propagación de las ondas sonoras

Electricidad y magnetismo: Estudia las cargas eléctricas en movimiento

Óptica: Estudia la luz, su producción, propagación, medida y propiedades

Física atómica: Estudia el átomo en cuanto a su estructura, isótopos y funcionamiento de sus electrones

Física nuclear: Estudia el núcleo atómico y las radiaciones que emanan de él

Química

Ciencia que estudia la composición de la materia y la acción recíproca de los átomos para formar nuevas moléculas; tal acción recíproca, llamada reacción química, resulta de interacciones entre los complementos electrónicos de los átomos; los cambios en el núcleo son objeto de estudio de la física; las sustancias químicas se dividen en simples, o *elementos*, que se representan por símbolos, y compuestas, que se representan por fórmulas. La composición de un cuerpo se determina por el análisis (cualitativo, en cuanto a la naturaleza de sus componentes; y cuantitativo, en cuanto a la proporción en que entran en ella).

La química se divide en dos grandes ramas: *química orgánica*, que estudia los compuestos del carbono (excepto los óxidos simples y carbonatos metálicos), y *química inorgánica*, que estudia todos los demás cuerpos; además, se divide en campos especiales, como [bioquímica](#), *electroquímica*, *química analítica*, *ingeniería química*, etc.

Geología

Ciencia que estudia la corteza terrestre en todos sus aspectos: su composición física y química, la historia de su formación, las modificaciones que sufre y las fuerzas que las causan, los fenómenos volcánicos, la naturaleza y origen de las rocas y minerales, las formas de los estratos, montañas, continentes, etc. Aplica para ello los conocimientos de muchas otras ciencias, como la [química](#), la [física](#), la [biología](#), la astronomía, la meteorología y la [oceanografía](#); y como abarca un campo tan extenso, está subdividida en diversas ramas especializadas: mineralogía, petrografía, paleontología, fisiografía y muchas otras; la *geología económica*, por ejemplo, estudia la estructura de rocas y estratos con relación a su valor utilitario en la explotación de petróleo, metales, gas natural y minerales industriales. A pesar de los grandes progresos realizados desde el s. XVIII hasta nuestros días, la geología todavía presenta incógnitas formidables, pues no se ha llegado aún a un conocimiento completo de cómo se formaron los continentes y montañas, ni oceánicas, ni del origen del calor interno de la Tierra; ni se sabe positivamente que causó las edades glaciales, o si estamos en un periodo interglacial que va a ser seguido por una nueva edad de hielo.

Análisis del suelo

Es la base de toda la agricultura científica la cual involucra seis prácticas esenciales: cultivo apropiado, mantenimiento de una fuente apropiada de materia orgánica en el suelo, mantenimiento de un nutriente apropiado, control de la contaminación del suelo, mantenimiento de la acidez adecuada del suelo y control de la erosión.

Agricultura: Es la labranza o cultivo de la tierra. Ciencia y arte de cultivar la tierra; para su estudio se divide en varias ramas: la **agrología**, que estudia el suelo y las maneras de mejorar su productividad; la **economía agrícola**, que estudia los cultivos más convenientes de acuerdo con el terreno, el clima y otros factores naturales, y la selección de especies y variedades más resistentes y productivas; la **agrotecnia**, que estudia los métodos de siembra, riego, injerto, cultivo y recolección; y la **fitopatología**, que estudia la prevención o curación de enfermedades de las plantas.

Morfología

En biología. se refiere al estudio de las formas externas e internas y de la estructura de los seres orgánicos, sus transformaciones y las causas y leyes que las determinan.

Fisiología

Ciencia que estudia las funciones de los seres orgánicos y los fenómenos de la vida. Se divide en:

Fisiología general: Estudia los fenómenos comunes a animales y plantas

Fisiología animal o vegetal: Se limita a uno de estos dos reinos

Fisiología comparada: Es la que compara distintos animales o vegetales, o especies de los primeros a especies de los segundos

Fisiología normal o patológica: Estudia las funciones del organismo en la salud o enfermedad, respectivamente

Fisiología humana: se especializa en el hombre

Embriología

Rama de la biología que estudia el progreso de un organismo desde el embrión hasta su completo desarrollo.

Genética

Parte de la biología que estudia los fenómenos y leyes de la herencia en las plantas y en los animales; abarca desde el desarrollo de las células reproductivas, la unión de éstas para dar origen a un nuevo individuo, la función y mecanismo de los genes, y sus mutaciones naturales o artificiales que producen variaciones en la descendencia, hasta la manera como tales variaciones se propagan; se ocupa igualmente de la interacción de la herencia y el ambiente en el desarrollo del individuo. Gregor Mendel descubrió en el s. XIX tres leyes básicas de la herencia; desde principios del s. XX la genética ha realizado notables progresos y se ha aplicado con éxito al mejoramiento de plantas útiles (maíz, trigo) y de valiosas razas de ganado, pollos, etc.; el conjunto de métodos aplicados al mejoramiento físico y mental de la especie humana constituyen la ciencia llamada eugenesia o higiene racial.

Taxonomía

Parte de la Historia Natural que trata de la clasificación sistemática de los seres, basándose en las diferencias que existen entre ellos; las clasificaciones taxonómicas que se aplican a los animales son:

1. Reino y subreino
2. Tronco, subtronco e infratronco
3. Supertipo, tipo y subtipo
4. Superclase, clase, subclase e infraclase
5. Superorden, orden y suborden
6. Superfamilia, familia y subfamilia
7. Género
8. Especie y subespecie
9. Variedad

El siguiente ejemplo muestra las divisiones taxonómicas del hombre:

Clasificación taxonómica del hombre	
reino:	animal
subreino:	metazoarios
tronco:	eumetazoontes
subtronco:	hetaraxonios
infratronco:	eucelomios
supertipo	enterocelos
tipo:	cordados
subtipo	vertebrados
clase:	mamíferos
subclase:	terios
infraclase	euterios
orden	primates
suborden	antropoides
superfamilia	hominoideos
familia	homínidos
género	homo
especie	homo sapiens

Ciencia que trata de los seres orgánicos que hoy se hallan transformados en fósiles. El creador de la paleontología moderna fue el naturista francés Georges Cuvier, aunque ya otros (notablemente Buffon) habían hecho estudios preliminares. Ha permitido establecer el desarrollo de la vida en la Tierra, desde el periodo precámbrico, con animales o vegetales muy simples, hasta la era cuaternaria, con la aparición del hombre, a través de una serie de etapas que comprenden más de dos mil millones de años, y luego formular una clasificación cada vez más completa de la fauna y la flora prehistóricas. Es también muy útil para determinar la profundidad y amplitud de depósitos de agua, petróleo y gas. Se divide en *paleozoología* y *paleobotánica*, según se trate de los animales o de los vegetales.

Anatomía

Ciencia que estudia la estructura, situación y relaciones de las partes del cuerpo animal o vegetal; la palabra misma significa **disección** y éste ha sido el método básico de la ciencia. Como concierne a todos los seres vivos, hay: **anatomía vegetal**, **animal** y **comparada**; la **humana**, o **antropotomía**, base de todas las ciencias médicas, se divide en fisiológica y patológica, según se ocupe de los órganos sanos o de los enfermos. Hoy el estudio ha pasado más allá de lo que la disección puede enseñar a simple vista (**anatomía macroscópica**) y se profundiza en la **anatomía microscópica**. La **anatomía descriptiva** comprende de la **angiología** (sistema circulatorio), **artrología** (articulaciones), **esplacnografía** (víceras), **miología** (músculos), **neurología** (nervios) y **osteología** (huesos). La anatomía microscópica comprende la **organología**, que estudia el plan estructural dentro de los diversos órganos; la [histología](#), que describe los elementos componentes de los órganos y tejidos; y la [citología](#), que se ocupa de la estructura interna de las células mismas.

Citología

Parte de la biología que se encarga del estudio de las células orgánicas, su estructura, desarrollo, funcionamiento y reproducción.

Histología

Rama de la anatomía que describe los elementos componentes de los órganos y tejidos; nació con la invención del microscopio, y desempeña un papel muy importante en la diagnosis médica y la investigación científica.

Bioquímica

Es la ciencia que estudia las transformaciones y aprovechamiento de las materias orgánicas e inorgánicas por los seres vivos; constituye un eslabón entre la química orgánica y la fisiología. Entre los problemas fundamentales de la bioquímica está el estudio del ciclo de la energía que los organismos necesitan para existir, crecer y reproducirse; como las plantas, a base de luz solar y anhídrido carbónico y utilizando como materias primas compuestos sencillos de nitrógeno, fósforo, azufre y algunos metales, elaboran las proteínas, grasas, hidratos de carbono, ácidos nucleicos, etc.; la manera como los animales transforman tales sustancias en materiales aprovechables para su propio organismo; la función catalizadora de las enzimas en tales transformaciones; los procesos químicos de la reproducción de las células, etc. La bioquímica ha contribuido notablemente al bienestar del hombre moderno, identificando y aun sintetizando sustancias esenciales para la vida, que antes no se conocían, como las hormonas, esteroides y enzimas.

Matemáticas

Ciencia que estudia, mediante el uso de números y símbolos, las cantidades y formas, sus propiedades y relaciones. Su método es estrictamente lógico: plantea explícitamente una serie de supuestos (axiomas y postulados), y de ellos deduce proposiciones que expresan una relación (teoremas). Sus divisiones principales son: *aritmética, álgebra, geometría, trigonometría, cálculo infinitesimal y análisis matemático*.

Las matemáticas elementales estudian los números y el espacio y sus proposiciones tienen una relación directa con la experiencia física; las matemáticas **puras** o abstractas pueden basarse en supuestos que no tengan nada que ver con el mundo material. Las **matemáticas se utilizan hoy no sólo en las ciencias físicas** (física, química, ingeniería, astronomía, etc.), sino también en las biológicas y sociales, como biología, economía, estadística, etc. Han sido la herramienta básica del progreso humano; todas las maravillas de la ciencia moderna habrían sido imposibles sin el perfeccionamiento de cálculo infinitesimal.

Botánica

Parte de la biología que trata de los vegetales, y es la base científica de la técnica moderna en [agricultura](#), horticultura, fruticultura, silvicultura y farmacognosia. Las tres divisiones principales de la botánica son: la [taxonomía](#), la [morfología](#) y la [fisiología vegetal](#). Hasta hoy se han descrito y clasificado más de 300000 especies; el sistema de clasificación y nomenclatura actual se basa en la obra del botánico sueco Carolus von Linneo (s. XVIII),

que se modifica constantemente, y consisten en agrupar todos los seres vivos según ciertas características comunes en reino, tipo, clase, orden, familia, género y especie. Cada planta se identifica con dos nombres, el primero de los cuales significa el género y el segundo la especie; así el naranjo es *Citrus aurantium*, el algodónero, *Gossypium herbaceum*, etc. Hoy se reconocen varios subreinos, troncos, divisiones y subdivisiones.

Otras especialidades muy importantes de la botánica son la fitopatología o patología vegetal, que estudia las enfermedades de las plantas; la [genética](#), la [ecología](#), la evolución y la distribución geográfica de los vegetales.

Zoología

Ciencia que estudia los animales; empon Aristóteles, cuya obra, *Partes de los animales*, fue la base de todos los estudios posteriores en morfología y anatomía. Todos los primeros investigadores se preocuparon especialmente por la clasificación, pero fue Linneo el que en 1758 sentó las bases de la [taxonomía](#) dando a cada animal dos nombres latinos (nomenclatura binómica) que designan respectivamente el género y la especie. El descubrimiento de la circulación de la sangre por Harvey (1616) fue la base de la fisiología; el perfeccionamiento del microscopio permitió a Theodor Schwann descubrir el protoplasma como materia prima básica de la vida, y la estructura celular del cuerpo animal.

En 1859 [Darwin](#), en su obra *El origen de las especies*, ofreció una explicación científica de la evolución orgánica por selección natural, y dió con ello un vigoroso impulso a la zoología. Desde fines del s. XIX, gracias al gran desarrollo de los métodos de investigación y los progresos logrados en bioquímica, física, sicología, genética y otras ciencias, ha crecido el interés por la zoología experimental y la investigación en los campos de la embriología y morfología internas de los animales, los procesos psicológicos de la vida animal, las bases químicas de la fisiología, etc.

Biótico, ca. Adjetivo

De vida o de organismos vivientes. Producido por organismos vivientes. Relativo a la vida.

Abiótico

Relativo a la abiosis. Se dice del lugar o medio donde la vida no es posible.

Abiosis

Suspensión aparente de la vida.

5. Partes de las plantas

Casi todas las plantas, excepto las algas, tienen tres partes: raíz, tallo y hojas.

Esas tres partes u órganos se encargan de la función de nutrición de la planta, es decir, de absorber, conducir y transformar las sustancias que necesitan para producir su propio alimento: el agua, las sales minerales del suelo, los gases de la atmósfera y la luz solar.

Además, los vegetales más evolucionados o modernos tienen flores en donde se encuentra el aparato reproductor que permite que nazcan nuevas plantas y la supervivencia de los vegetales. Esas flores se transforman en frutos después de la **polinización** y la **fecundación**. A su vez, los frutos contienen las semillas.

A continuación explicamos con detalle cada una de las partes que pueden tener los vegetales.

🌸 **La raíz**

🌸 **El tallo**

🌸 **Las hojas**

🌸 **Las flores**

🌸 **El fruto y las semillas**

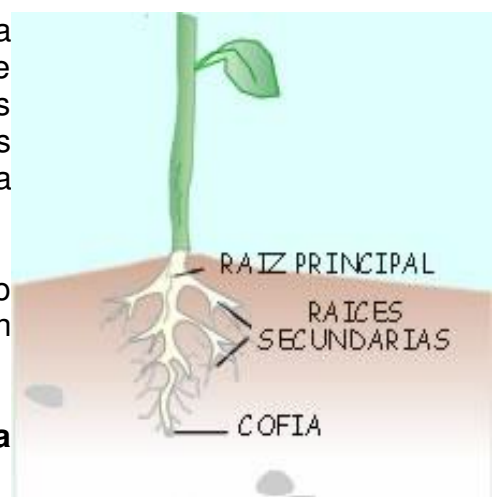
LA RAÍZ

Es el órgano que crece bajo tierra. Es más gruesa por la zona más cercana al tallo y va estrechándose conforme se aleja de él. Se ramifica en otras raíces cada vez más finas hasta llegar a ser unos pelos que absorben el agua y las sales minerales que hay en el suelo y que la planta necesita para producir su alimento.

El extremo de la raíz está protegido por un pequeño abultamiento llamado **cofia** que le sirve de protección cuando la raíz va abriéndose camino por la tierra.

Esta mezcla de sales minerales y agua se llama **savia bruta** y sube por el tallo para circular por toda la planta.

Además, la raíz sirve de soporte a la planta y evita que ésta se caiga o la transporte el viento o la lluvia. También por este motivo, las raíces de árboles, arbustos y hierbas ayudan a conservar el medio ambiente, pues sujetan el suelo cuando la lluvia fuerte o el viento podrían arrastrar la tierra, poco a poco, con su fuerza.



EL TALLO

En la mayoría de las plantas el tallo crece en sentido contrario a la raíz, o sea, partiendo del suelo hacia arriba. Conforme se va elevando, de él salen otros tallos secundarios o ramas que sujetarán las hojas, las flores y los frutos.

Los tallos tienen **nudos**, que son unas partes pequeñas, más duras y gruesas, de donde salen ramas y hojas. Las **yemas axilares** son pequeños brotes que al crecer serán hojas o ramas. La **yema terminal** es el brote pequeño, situado en el ápice o final del tallo y que lo hace crecer.

Por dentro, el tallo tiene tubitos o conductos que le sirven para que circulen por toda la planta las sustancias que necesita.

Si el tallo es verde, realiza también la **fotosíntesis**, al igual que las hojas.

Los tallos pueden ser herbáceos o leñosos. Los **tallos herbáceos** son delgados, flexibles y de color verde. El perejil, por ejemplo, tiene el tallo herbáceo. Los **tallos leñosos** son propios de los árboles y los arbustos. Son tallos gruesos y endurecidos. Algunos vegetales guardan agua o sustancias de reserva en sus tallos, como por ejemplo, los **cactus**.

Algunos tallos son subterráneos, o sea, crecen bajo tierra, como la cebolla, el jacinto o el tulipán.

Las hojas

La mayor parte de las plantas tienen las hojas verdes, son planas y se inclinan hacia la luz solar. Las hojas brotan de una yema axilar y tienen varias partes:

- El **limbo** es la parte plana. Tiene dos caras: su cara más oscura y brillante se llama **haz** y la cara inferior, de color más claro, se llama **envés**. En el limbo hay nervios que son conductos muy finos por donde circula la savia.
- El **pecíolo** es un tallito muy pequeño por donde la hoja se une al tallo.



Hay un gran número de formas de hojas. Así, las que tienen forma de punta de lanza se llaman "hojas lanceoladas", como la del almendro, el olivo y la adelfa. Las "hojas aciculares" tienen forma de aguja, como la del pino. Las "hojas aserradas o dentadas" tienen el borde lleno de pequeños "dientes de sierra", como el castaño y el olmo. Las "hojas espinosas" tienen estos dientes muy pronunciados, como el alcornoque, la encina y el acebo.

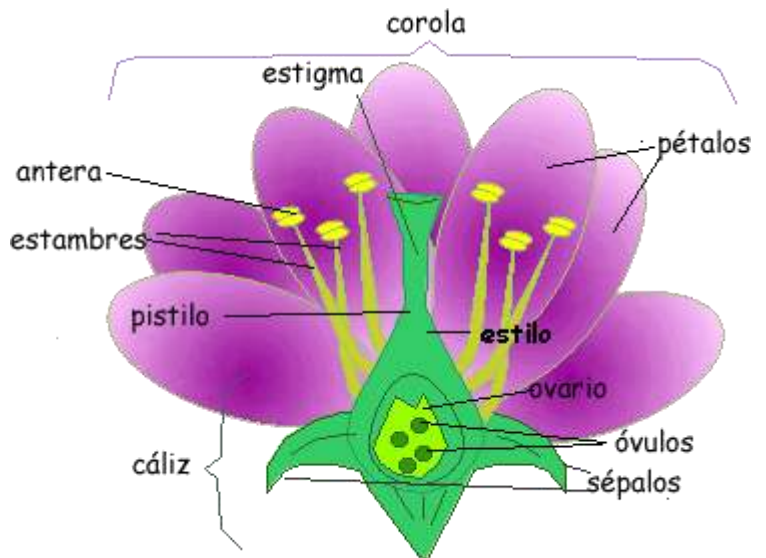
En las hojas se realiza la **fotosíntesis**, la **respiración** de la planta y el desprendimiento al aire de oxígeno, otros gases y agua. También almacenan alimentos, como los azúcares, vitaminas, minerales, etc.

Las flores

Las plantas con flores o **angiospermas** producen flores una o más veces en su vida. La mayoría lo hacen todos los años. Las flores son sus órganos reproductores. En su interior poseen todos los órganos que necesita para fabricar el fruto y la semilla.

Las flores tienen dos partes: la corola y el cáliz.

La **corola** es la parte más vistosa de la flor y está formada por los **pétalos**, que son de colores variados. Esto hace que los insectos se sientan atraídos por los llamativos colores de las flores y, al posarse sobre ellas, su cuerpo se impregne de **polen**, lo transporten a otras flores y ayuden a que se produzca la **fecundación**.



El **cáliz** es de color verde, contiene los órganos sexuales y unas hojitas también verdes que los protegen, llamadas **sépalos**. En el interior del **cáliz**, además de los sépalos, están los órganos reproductores de la flor. Uno de esos órganos es el **gineceo o pistilo**, con forma de botellita, de las antiguas, y es el aparato reproductor femenino. Dentro del pistilo está el **ovario**, donde se encuentran los **óvulos**, que son las células sexuales femeninas.

El aparato reproductor masculino de las flores también está en el cáliz de la flor de que se trate. Está formado por los estambres y las anteras. Un **estambre** es un órgano muy fino, como un hilo, en cuyo extremo hay un abultamiento: la **antera**. En las anteras se producen los granos de **polen**. Estos granos de polen son las células sexuales masculinas.

Hay flores que son masculinas, con estambres y sin pistilo. Otras son femeninas, con pistilo y sin estambres. Y hay flores que tienen los dos aparatos reproductores: el masculino y el femenino.

El **pedúnculo floral** es un tallito que une la flor al tallo de la planta.

El fruto y la semilla

La flor se transforma cuando ha sido fecundada. O sea, cuando los granos de polen han entrado en su pistilo y se han unido con el óvulo.

Los pétalos y otras partes, se marchitan y se caen. El ovario engorda poco a poco transformándose en el fruto. Los óvulos se van convirtiendo en semillas.



Algunos frutos son el limón, el tomate o la bellota. Todos ellos contienen dentro un gran número de semillas. De algunas plantas lo que comemos son las semillas, como el guisante, la habichuela blanca o las pipas de girasol.

Las semillas son muy resistentes y pueden aguantar muchos años sin germinar en una nueva planta. Lo harán cuando las condiciones de temperatura y humedad sean las adecuadas para que la nueva plantita crezca.

Los frutos y las semillas comestibles aportan al ser humano una buena cantidad de sustancias nutritivas, como vitaminas, proteínas, fibras y azúcares. Aunque no se debe comer nada más que los que sean comestibles, pues hay algunos que son venenosos y pueden causar graves trastornos en la salud.

Ahora, si has leído esta página con detenimiento, puede hacer las siguientes actividades y conocer la nota que obtienes.

¿Cómo se clasifican las plantas?



El reino vegetal, como se denomina a este grupo de seres vivos, comprende millones de especies distintas unas de otras. Al ser tantas y para conocerlas mejor, se clasifican de distintos modos.

Nosotros vamos a atender a dos clasificaciones:

1. Clases de plantas según su tamaño:

- Árboles
- Arbustos
- Plantas herbáceas

2. Clases de plantas según su forma de reproducirse:

➤ Plantas sin flores. **Criptógamas:**

- musgos
- helechos
- algas

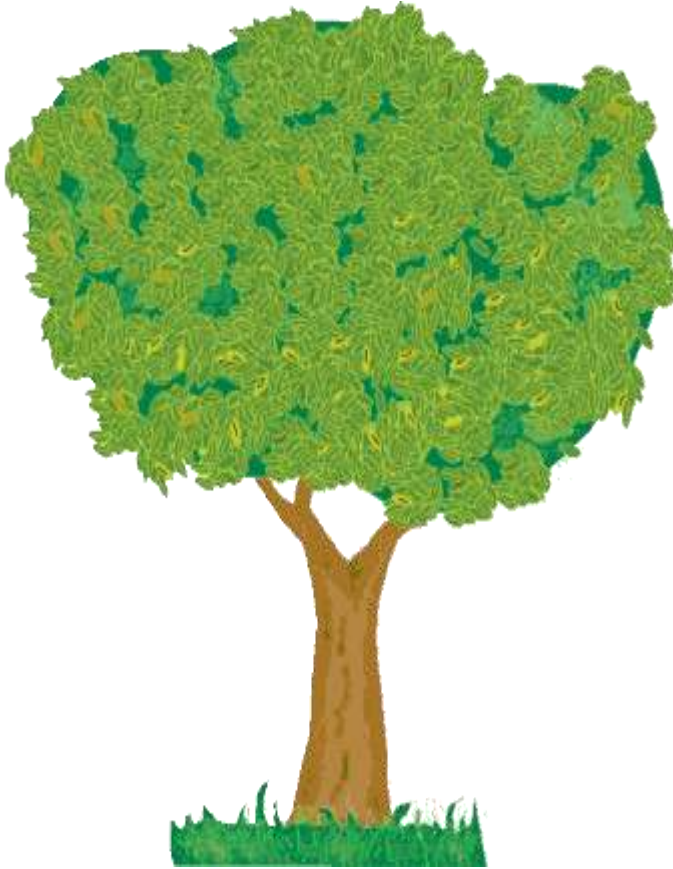
➤ Plantas con flores. **Fanerógamas:**

- gimnospermas
- angiospermas

1. Clases de plantas según su tamaño.

Hay tres grandes tipos de plantas

🌿 Los árboles.



Los árboles son las plantas más grandes que existen.

Los hay de muy distintas formas y tamaños, desde pequeños árboles frutales hasta las secuoyas, que son los árboles más grandes, pues alguna de ellas mide 84 metros de altura y tienen más de 3500 años.

Los árboles también se diferencian de los demás vegetales porque tienen un sólo tallo, llamado tronco, que es duro y **leñoso**.

Un gran número de especies de árboles pierden las hojas con la llegada del frío invernal. Lo hacen para defenderse del frío y que no se les congelen las hojas con las heladas. Con la primavera, le brotarán nuevas hojas por todas sus ramas. Les llamamos **árboles de hoja caduca**. Por nombrar algunos ejemplos, tienen la hoja caduca el almendro, el olmo y el abedul. Otras especies de árboles no pierden las hojas durante el invierno, sino que las van renovando durante

todo el año. Les llamamos **árboles de hoja perenne**. Es el caso del pino, el abeto, la encina o el olivo.

🌿 Los arbustos.

Son vegetales más pequeños que los árboles, pero más grandes que las hierbas.

Tienen varios tallos que en algunos arbustos son leñosos. Al igual que los árboles, algunos pierden las hojas en invierno. También los hay adaptados a distintos tipos de climas. Unos pueden resistir las heladas del invierno; otros soportan grandes periodos de sequía; otros están adaptados a vivir en zonas muy calurosas; etc.

Hay numerosas especies de arbustos; Algunos de ellos son los rosales, la jara y la aulaga.

🌿 Las plantas herbáceas.

Las hierbas son pequeñas plantas que sobresalen del suelo unos pocos centímetros. La mayor parte de ellas tienen una vida corta, de uno o dos años. La mayor parte del suelo del planeta está cubierto de plantas herbáceas silvestres. Otras son cultivadas para proporcionar alimento a seres humanos o animales y algunas también se cuidan como plantas de adorno por su belleza.

Son plantas herbáceas el trigo, la amapola o el perejil.

2. Plantas sin flores y plantas con flores.

Plantas sin flores

Muchas plantas no producen flores en ningún momento de su vida. A este grupo de vegetales se les denomina en **Botánica** plantas "**criptógamas**". Su forma de reproducirse es por **esporas**.

Las plantas más conocidas de las que no tienen flores son los **musgos**, los **helechos** y las **algas**. Son los primeros vegetales que empezaron a existir y vivieron en épocas que aún no existía el ser humano. Suelen habitar en bosques y lugares muy húmedos porque necesitan que sus esporas nadan sobre agua para reproducirse.

➡ Los **musgos** son las plantas terrestres más primitivas y con forma más sencilla. Son unos vegetales pequeños que habitan en lugares muy húmedos y sombríos, pues no toleran el sol directo. Los encontramos en la tierra, bajo la sombra de bosques húmedos, tapizando cortezas de árboles o rocas lisas; pero siempre en zonas de umbría.

➡ Los **helechos** también son vegetales muy antiguos. Hace 300 millones de años los helechos eran mucho más abundantes que ahora. Algunos eran tan grandes como enormes árboles y formaban auténticos bosques. Sus restos **putrefactos** y enterrados han dado lugar, con el paso de millones de años, al **carbón**. También necesitan vivir en zonas muy húmedas y frescas.

➡ Las **algas** son un grupo de vegetales que viven dentro del agua. Muchos científicos dudan que pertenezcan al reino vegetal, pues no presentan todas las características y funciones de los vegetales. De las algas proceden el resto de las plantas. Fueron el origen de los vegetales porque, con el paso de millones de años, algunas especies enraizaron en la tierra dando lugar a otros vegetales como los musgos y helechos. Las algas crecen en el fondo del mar o pegadas a las rocas y las hay en mares, ríos, lagos y charcas. Tienen formas y colores muy variados. Son bastante distintas al resto de vegetales, pues no tienen raíz ni tallo ya que al vivir dentro del agua, no necesitan de esos órganos para absorberla. Hacen la fotosíntesis y algunas de ellas son microscópicas. Un ejemplo de algas lo podemos ver en el verdín de la charcas, en lagos, ríos y sobre todo en el mar, donde se dan muchas especies de colores verdes, amarillos, azules o rojas.

Plantas con flores

La mayor parte de las especies vegetales se reproduce mediante flores. En Botánica a estos vegetales se les llama plantas "**fanerógamas**". Para ellas no es imprescindible que haya agua para reproducirse, por lo que pueden crecer por zonas que no sean húmedas.

En las flores la planta tiene sus órganos reproductores. De las flores se forman los frutos y las semillas, que son necesarias para que una planta de esta clase se reproduzca.

Algunos vegetales producen flores una o dos veces cada año, como los naranjos o los jazmines; otros sólo producen flores una vez en toda su vida. La pita, por ejemplo, es una planta con espinas, que crece silvestre por toda la zona cercana al Mediterráneo. Soporta las sequías almacenando agua en sus gruesas hojas. Hasta los 20 o 25 años no produce flores y

muere tras la floración.

Las plantas con flores se dividen en dos grandes grupos:

🌿 Las **gimnospermas** no tienen frutos para proteger la semilla. Sus flores son muy simples y suelen pasar inadvertidas a nuestra vista. Son gimnospermas, por ejemplo, los pinos, los abetos y los cipreses. Son las plantas con semillas más antiguas.

🌿 Las **angiospermas** son las plantas más recientes y más evolucionadas. Tienen flores complejas que suelen ser llamativas a nuestra vista. Las semillas están recubiertas por un fruto que las protege. Son la fuente de alimentación del ser humano y de muchos mamíferos. De ellas también se obtiene gran número de **materias primas** y productos naturales. Los jazmines, los rosales, el trigo y la encina son angiospermas.

¿Cómo funcionan las plantas?



FUNCIONES DE LAS PLANTAS

Como todos los seres vivos, las plantas también nacen, crecen, se reproducen y mueren.

En este capítulo, nosotros trataremos las siguientes funciones de nutrición de los vegetales:

🌻 **La fotosíntesis**

🌻 **La alimentación de las plantas.**

🌻 **La respiración de las plantas.**

Como en los demás capítulos, se completa con unas actividades de autoevaluación.

1. La fotosíntesis.

Todas las plantas, las algas y algunas bacterias tienen **clorofila**. La clorofila es una sustancia verde que da color a los vegetales. Gracias a ella, las plantas son capaces de capturar la energía de la luz del sol y convertirla en energía química. Este proceso se denomina **fotosíntesis**.

Es un proceso muy complicado, pero para entenderlo mejor, se puede resumir en la captación del dióxido de carbono, gas que hay en la atmósfera y expulsión de oxígeno al aire.

Una fórmula que resume este proceso sería:

$CO_2 + H_2O + luz \rightarrow (CH_2O) + O_2$	<p>$CO_2 =$ dióxido de carbono</p> <p>$H_2O =$ agua</p> <p>$(CH_2O) =$ hidratos de carbono (azúcares)</p> <p>$O_2 =$ oxígeno</p>
-----------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Si nos fijamos en la fórmula anterior vemos que las plantas:

- **consumen dióxido de carbono**, que es un gas perjudicial
- **producen oxígeno**, gas fundamental para la respiración de casi todos los seres vivos
- **fabrican hidratos de carbono**, energía que utilizan para su alimentación y desarrollo, y es la gran fuente de energía para los demás seres vivos (cadena alimenticia).

Por todo ello, los vegetales son tan beneficiosos para los demás seres, pues además de proporcionarles alimento, son capaces de fabricar oxígeno y de librarnos de gases tóxicos para nosotros.

2. La alimentación de las plantas

Los vegetales absorben por la raíz el agua y las sales minerales que hay en la tierra. Estas sustancias forman lo que se llama **savia bruta**. La savia bruta sube por el tallo hasta llegar a las hojas.

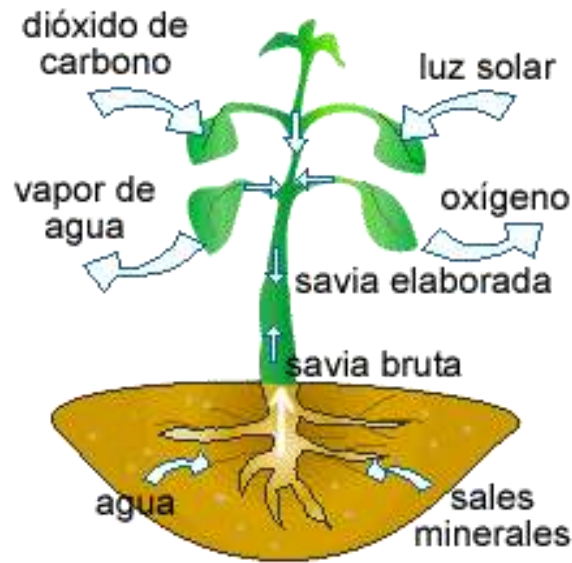
En las hojas, los productos resultantes de la fotosíntesis, sufren una serie de reacciones y dan lugar a la **savia elaborada**.

La savia elaborada circula por toda la planta, sirviendo de alimento a la planta y, además, se almacena como reserva (almidón).

3. La respiración de las plantas

Como los demás seres vivos, las plantas también respiran, es decir, necesitan tomar oxígeno del aire; sin embargo no tienen órganos adaptados para esta función, como los animales.

Este proceso se llama **intercambio de gases**, porque se produce un cambio mutuo de gases entre la atmósfera y los vegetales. Los gases que se intercambian son vapor de agua, dióxido de carbono y oxígeno.



¿Cómo nacen las plantas?



Las plantas se marchitan y mueren Sin embargo, las especies vegetales siguen existiendo en la Tierra porque las plantas se reproducen; es decir, de una planta adulta que es la madre o progenitora, nacen nuevas plantas iguales a ella. Muchos vegetales se reproducen en primavera, cuando las condiciones de humedad y temperatura son más favorables para que se reproduzcan en mayor cantidad.

Por eso, en esa estación, vemos los campos y las montañas llenos de colores producidos por infinidad de flores.

Ya hemos visto que hay dos grandes grupos de plantas:

🌸 **Las plantas con flores**

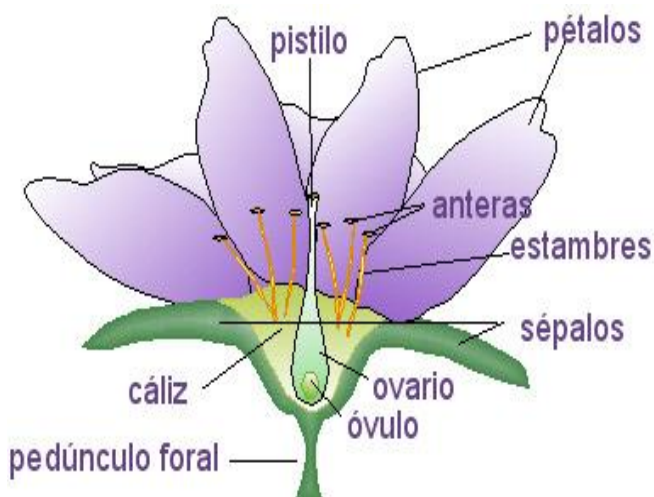
🌸 **Las plantas sin flores**

Cada grupo realiza su reproducción de una manera distinta.

Reproducción de las plantas con flores

Para que una planta de este grupo se reproduzca, tienen que ocurrir dos fases o procesos.

🌸 1ª fase: La polinización:



La **polinización** es el transporte del polen desde unas flores hasta otras, dispersándose por el aire. Cuando estos **granos de polen** se unen con los **óvulos** de una flor, pueden nacer nuevas plantas.

Cada especie florece en distintas épocas. Eso significa que en esos momentos están listas para reproducirse. Algunas lo hacen una o dos veces al año, como los almendros o los rosales. Otras florecen una sola vez en su vida.

Cuando la flor está en plena madurez, las anteras de sus estambres producen granos de polen que son los **gametos** masculinos. Estos granos de polen son diminutos y se transportan fácilmente hasta el **pistilo** de otra flor con la ayuda del viento o de insectos, como abejas o mariposas. Incluso algunas aves, como el colibrí, favorecen la polinización.

Los insectos se sienten atraídos por los olores y colores de las flores. Se acercan a ellas para **libar** el néctar de las flores, que es una sustancia dulce que ellas segregan y de la que se alimentan muchos insectos.

Mientras están sobre la flor, las patas, alas y todo el cuerpo del insecto se queda impregnado de granos de polen. Después, cuando inmediatamente el insecto se traslade a otra flor, esos granos de polen irán con él y podrán llegar al pistilo de otra flor. El polen también puede entrar en el pistilo de la misma flor de donde salió, pero muchas plantas tienen mecanismos para evitar esto, porque así consiguen una reproducción de mayor calidad.

🌸 2ª fase: La fecundación.



Una vez que un grano de polen cae sobre el estigma (abertura que tiene el pistilo), le crece un largo tubito que se juntará con el óvulo y dará lugar a una célula nueva llamada **cigoto**.

Esta célula nueva será el origen de la nueva planta. Irá dividiéndose y creciendo. Se rodea de sustancias nutritivas que le servirán de alimento mientras crezca y de un tejido más duro que le protege. Todo esto es lo que llamamos **semilla**.

🌸 3ª fase: la germinación:

El ovario irá engrosándose y se transformará, poco a poco, en **fruto**. El fruto tiene sustancias nutritivas que ayudarán a la formación de la semilla y, además, le protegerán. Cuando el fruto está maduro cae al suelo, enterrándose o siendo arrastrado por el agua de lluvia. Otras veces el fruto lo comen los animales.



Algunas plantas necesitan que sus semillas sean digeridas por animales y caen dispersas por el suelo con los excrementos, sin sufrir ningún daño.

Otras plantas desarrollan métodos muy curiosos para que sus semillas se transporten y se dispersen; por ejemplo, la familia del diente de león, el cardo o la alcachofa, tienen su semilla rodeada de un **vilano** formado por unos pelitos blancos muy finos que el viento transporta lejos con mucha facilidad. Otras semillas están rodeadas de púas o de sustancias pegajosas para quedarse pegadas al pelo de animales o plumas de aves, siendo así transportadas por ellos y posibilitando que nuevas plantas iguales crezcan en lugares distintos.

La dureza de la semilla le permitirá sobrevivir y esperar con paciencia a que existan unas buenas condiciones de humedad y de temperatura para **germinar**. Decimos que la semilla germina cuando se abre y le brotan pequeñas raíces que se agarrarán a la tierra, dando origen de esta manera a la nueva planta.



Reproducción de las plantas sin flores

Las plantas que nunca producen flores tienen un mecanismo distinto para reproducirse. Es el caso de los helechos y los musgos.

A los helechos se le forman en algunas épocas del año unos pequeños bultitos en el envés de los **frondes** u hojas que se llaman **soros** y contienen las esporas. Cuando el tiempo está seco, los soros se secan y se abren, lanzando las esporas al aire. Después, cuando la espora en el suelo tiene buenas condiciones de calor y humedad, germinará como una plantita pequeña con forma de corazón llamada **gametofito**, que no se parece nada al helecho que conocemos.

El gametofito tiene los órganos sexuales masculino y femenino. Cuando haya un periodo de lluvias con humedad abundante, las células masculinas nadarán en el agua hasta llegar al órgano femenino de otro gametofito, uniéndose a la célula femenina. De esta fecundación se produce un cigoto que crecerá como un helecho.

Los musgos se reproducen también por esporas. Los órganos sexuales están en el gametofito, que es una plantita independiente. Cuando hay mucha humedad, las células masculinas nadan y fecundan a los óvulos, formando un cigoto que dará lugar al **esporofito**, que es la planta que contiene las esporas. Entonces comienza una fase de reproducción no sexual en la que las esporas, cuando estén maduras, estallarán y se dispersarán por el viento. Cuando germinan, dan lugar de nuevo al gametofito.



Vocabulario



Androceo: Parte masculina de la flor, formado por los estambres y las anteras.

Angiospermas: Plantas con flores vistosas y de colores llamativos. Esta palabra viene del latín y del griego ("angi": encerrada; "sperma": semilla)

Botánica: Parte de las ciencias naturales que estudia los vegetales.

Cactus: Planta que crece en regiones tropicales con tallos suculentos, en donde guarda alimento, y hojas transformadas en espinas.

Carbón: Sustancia sólida que procede de la transformación de restos fósiles orgánicos de vegetales y que, por arder con facilidad, se usa como combustible.

Cigoto: Célula que se forma al unirse una célula sexual masculina y otra femenina, antes de que se produzca la división de las células y se forme el embrión.

Criptógamas: Grupo de vegetales que no tienen flores ni órganos de reproducción sexual.

Esporas: Pequeños granos que se encuentran en el interior de unos abultamientos que tienen las hojas de los helechos y de los musgos. Cuando las esporas germinan forman una nueva planta.

Fanerógamas: Grupo de vegetales más evolucionados que las criptógamas que tienen flores y órganos de reproducción sexual.

Fecundación: Unión de una célula sexual femenina con otra masculina que dará origen a un nuevo ser vivo con características iguales o parecidas a sus progenitores.

Fotosíntesis: Cambio químico que se realiza en la savia de las plantas gracias a la clorofila y a la acción de la luz del sol.

Fronde: Hojas de los helechos.

Gameto: Célula masculina o femenina que se une a otra del sexo contrario para formar un nuevo ser en la reproducción sexual.

Gineceo: Parte de la flor que contiene los óvulos; también llamado pistilo.

Gimnospermas: Plantas sin flores pero con semilla, como el pino o el ciprés. Su nombre procede del latín y del griego ("gymn": desnuda; "sperma": semilla).

Intercambio de gases: Proceso por el que los vegetales absorben o sueltan a la atmósfera gases como dióxido de carbono, vapor de agua y oxígeno.

Leñoso: Tallo duro como la madera de algunos vegetales, como los árboles y arbustos.

Libar: Chupar el jugo; los insectos chupan y se alimentan de jugos de las flores.

Materias primas: Sustancias que se transforman en las industrias para fabricar productos de consumo.

Óvulo: Gameto o célula sexual femenina.

Polen: Polvillo generalmente amarillo, formado por diminutos granos, que se produce en las anteras de los estambres de las flores y que fecunda a otras flores.

Polinización: Transporte del polen desde las anteras hasta el pistilo.

Putrefacto: Podrido, en descomposición, corrompido.

Secuoya: Árbol gigantesco que se da en América. Puede medir más de 100 metros de altura. También es el que más años vive ya que algunos de los actuales pueden tener más de 3000 años.

Tronco: Tallo fuerte y macizo del árbol que crece hacia arriba y se ramifica en ramas.

Umbría: Parte del terreno donde apenas da el sol. Ladera de algunas sierras que por estar encarada al norte es más húmeda.

Vilano: Penacho plumoso que rodea algunas semillas, como las del "diente de león" para protegerlas y para facilitar que el viento las transporte.

Crecimiento y desarrollo vegetal

Introducción. Cinética. Localización de las zonas de crecimiento. Concepto de fitohormona. Interacciones entre fitohormonas. Conceptos de mecanismo y modo de acción.

Contenidos

Conceptos iniciales: crecimiento, diferenciación, morfogénesis y desarrollo. Bases del desarrollo vegetal: plano de división celular, posición relativa en el sistema, distribución polar de orgánulos, comunicación, aislamiento entre células, elongación celular, fitohormonas. Dogma central de la morfogénesis. Constitución y arquitectura de las plantas: estados embrionarios (globular, torpedo, cotiledonal), estructuración de la polaridad. Biotecnología vegetal: concepto de biotecnología, áreas de aplicación (académica, industrial, ejemplos).

OBJETIVOS: Entender el concepto de fitorregulador, comprendiendo como estas sustancias coordinan los procesos de crecimiento y desarrollo, explicar los mecanismos de percepción y transmisión de señales hormonales, los mecanismos de control de la respuesta hormonal como: cambios de concentración, sensibilidad... Conocer los distintos tipos de hormonas fundamentales en las plantas y la importancia de su interacción.

Específicamente se estudian las hormonas clásicas desde diferentes puntos de vista como: estructura química, biosíntesis, conjugación, efectos a distintos niveles, aplicaciones comerciales...

También se tratan, cuando se conocen, receptores y mecanismos de transducción de señales. Se introducen algunos procesos fisiológicos nuevos relacionados con el efecto de estas hormonas.

Respecto a los reguladores no clásicos, se imparten unos conocimientos mínimos necesarios adecuados al tiempo disponible.

OBSERVACIONES: Consideramos que este orden es el adecuado para una óptima comprensión del tema por parte del alumno, ya que la mayor parte de los puntos tratados en él son nuevos y de esta forma se facilita el aprendizaje.

CONCEPTOS INICIALES

Crecimiento: es el aumento irreversible de tamaño.

Desarrollo: conjunto de procesos que determinan el cambio de formas y aptitudes en un ser vivo. El conjunto de procesos es la señalización.

El desarrollo lleva implícito diferenciación, crecimiento y morfogénesis.

Diferenciación: es el compromiso que adquiere la célula a realizar una función.

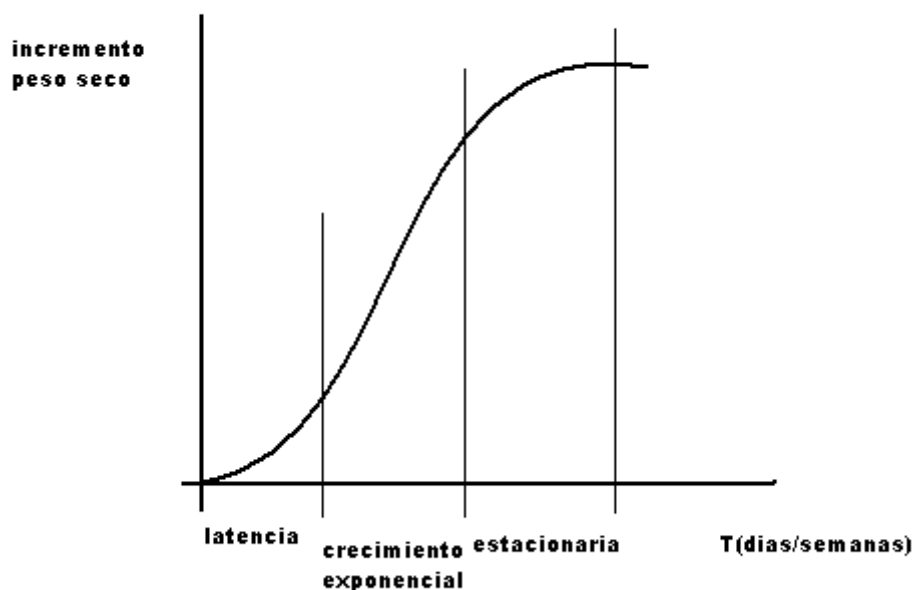
Morfogénesis: es el origen de una morfología determinada que va a ser el resultado de la diferenciación celular.

Unidades del crecimiento:

- Incremento del número de células.
- Incremento de biomasa.
- Incremento de volumen.
- Incremento de longitud.

Estos parámetros son susceptibles de cuantificar el crecimiento amplio, pero en sentido estricto, adecuandonos a la definición debemos utilizar como parámetro, el incremento de peso seco, y dentro de él, el factor determinante sería el incremento de proteína.

Una tasa o velocidad de crecimiento que experimenta un sistema referido al tiempo, la curva de crecimiento es sigmoide. Va en relación del tiempo y del peso seco (Fig 1)

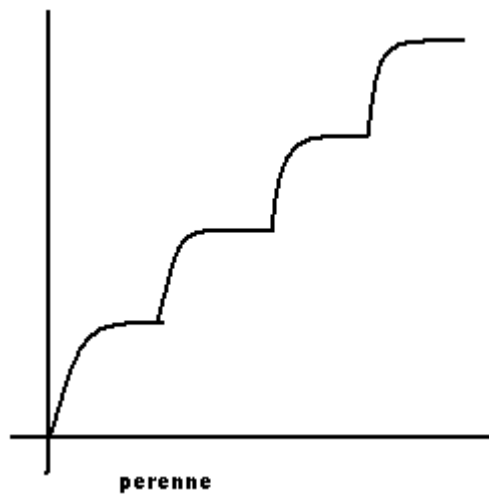
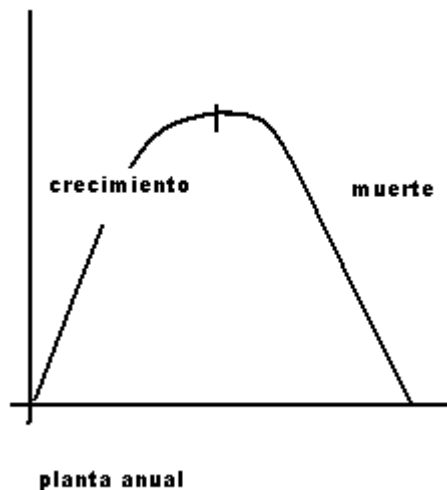


(Fig .1)

Hay tres etapas:

- Latencia
- Crecimiento exponencial
- Etapa estacionaria

Pero la grafica cambia dependiendo de que tipo de planta sea:



Bases del desarrollo vegetal

Los procesos de latencia existen para la preparación de la división celular, la entrada a la división celular está regulada por el microambiente celular, pero específicamente depende de las CICLINAS, las ciclinas son inducidas por determinados factores ambientales y son la primera vía de señalización.

En las fases siguientes coexisten división celular y elongación celular.

En la elongación celular interviene el trasiego de protones modulado por auxinas.

En un sistema vivo una vez que hay elongación celular junto con la acción de las ciclinas (división celular) da lugar a la diferenciación.

6. Reguladores del crecimiento

Son estructuras moleculares con una configuración específica para poder unirse a receptores específicos, de esta forma transmiten a la célula las pautas de desarrollo y diferenciación que deben de seguir.

Un proceso de diferenciación siempre lleva consigo una expresión génica diferencial.

Si una célula es extraída del entorno donde vivía, se desinhibe de las sustancias que actuaban sobre ella y actúa creciendo de manera independiente. La diferenciación en plantas nunca implica pérdida irreversible del genoma, por lo que siempre puede transformarse en un individuo completo.

Los reguladores de crecimiento son moléculas encargadas de inducir expresiones génicas específicas.

El efecto de los reguladores de crecimiento está mediada por su presencia o ausencia pero también por la concentración de dichos reguladores y por la sensibilidad celular.

La sensibilidad celular es la capacidad que tienen las células para reaccionar frente a la dosis de un inductor. Se basa en el número de receptores disponibles que sean capaces de captar el estímulo una concentración óptima, pero también infla y supraóptima.

FITOHORMONA

Están incluidas dentro del grupo de los Fitorreguladores.

Hormona vegetal cuya función es regular químicamente el crecimiento de la planta. Una hormona es una sustancia química producida en determinados tejidos del organismo y transportada a otros tejidos, donde provoca una respuesta fisiológica.

Sobre las fitohormonas podemos decir:

- Las hormonas vegetales no cumplen estrictamente en concepto clásico de hormona animal.
- Cualquier órgano de la planta tiene capacidad para sintetizar hormonas.
- El transportador no es un componente esencial para la acción de las hormonas.
- El concepto de célula diana en plantas es impreciso.
- El control de la respuesta hormonal se lleva a cabo a través de cambios en la concentración y en la sensibilidad de los tejidos a las hormonas.
- La señal se percibe por proteínas de membrana o solubles.

Las fitohormonas clásicas son:

*AUXINAS: son fitohormonas que favorecen la elongación de la célula a través de procesos de relajación de la pared.

*CITOQUINAS: son fitohormonas que regulan la división celular.

*GIBERELINAS: son fitohormonas que afectan a la elongación de tallos.

*ACIDO ABSCISICO: afecta a los procesos de senescencia y abscisión (caída de las hojas y frutos...)

*ETILENO: afecta a la maduración de los frutos.

Las poliaminas son Fitorreguladores, participan en todos los procesos de diferenciación en la planta. Los jasmonatos son otros Fitorreguladores, afectan a procesos de defensa. El resto actúan en mecanismos de defensa y en procesos de estrés.

MODO DE ACCIÓN

Todos los aspectos del ambiente intervienen en la determinación del crecimiento de la planta. Frente a estos estímulos, la planta responde mediante mensajeros primarios que son los reguladores de crecimiento, los mensajeros primarios y secundarios acontecen a través de una serie de etapas:

1_ Percepción del estímulo

2_ Producción de una señal (biosíntesis y/o liberación de una o varias fitohormonas)

3_ Transporte al sitio de acción

4_ Interacción de las señales con las células blanco a través de un receptor

5_ Transducción celular de la señal

6_ Modificación de la expresión génica

7- Respuesta fisiológica (crecimiento y diferenciación)

Cualquiera de los factores ambientales va a afectar al entorno celular por lo que el entorno celular es ambiente. La célula capta estos estímulos y produce señales que se amplifican y transducen, dando lugar a cuatro puntos de actuación básica:

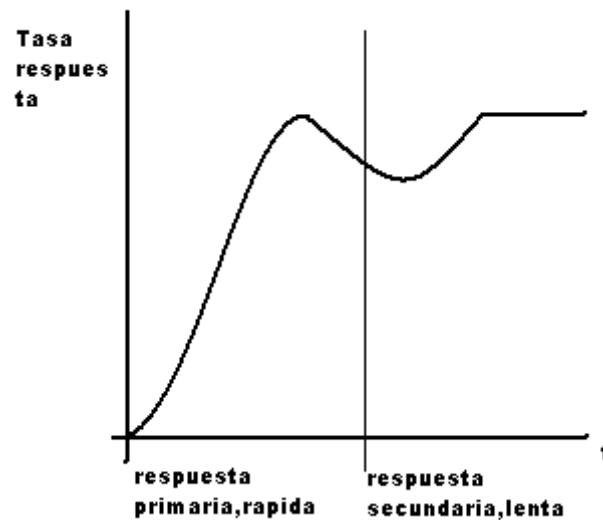
-Cambios en el flujo iónico. Frente a cualquier cambio, la célula intenta mantener la homeostasis y para ello tiene que controlar sus niveles iónicos.

-Cambios en el citoesqueleto

-Variación en las rutas metabólicas

-Regulación de la expresión génica

La respuesta de los reguladores de crecimiento puede ser a corto o a largo plazo. Hay una primera fase de respuesta primaria rápida y luego viene una respuesta más tardía que sería variaciones de rutas metabólicas y regulación de expresión génica.



RECEPTORES

Los receptores suelen ser proteínas de membrana localizados en diferentes dominios. Para la respuesta eficaz debe haber gran número de receptores. La misma fitohormona puede desencadenar respuestas distintas, esto se debe a una señalización específica tanto en la unión del receptor como en los procesos de amplificación.

Hay tres tipos de receptores:

*Receptores cuya actuación está acoplado a apertura de canales iónicos. Son proteínas de membrana a las que se une un ligando que provoca la apertura del canal.

*Receptores tipo enzimático, son receptores de membrana que se activan cuando se fosforilan (influyen las proteinquinasas)

*Proteínas G, son capaces de unirse al receptor liberando una de las subunidades cuando se une a una molécula de GTP, activándose una proteína de membrana (como una fosfolipasa) que es una enzima secundaria que activa nuevas rutas.

A diferencia de los procariontes en las plantas hay solamente un sistema receptor, compuesto de una parte sensora y otra parte de región de respuesta.

La parte sensora corresponde a los puntos de anclaje con la membrana. Existen restos de histidina que al captar el mensajero primario se fosforilan y con ello translocan la señal a la región de respuesta cuyos dominios están representados por aspártico.

La señal se transduce porque la unión de la molécula al receptor puede provocar cambios en el contenido intracelular de calcio (vía canales de calcio). Una variación de calcio mínima es detectada por la célula y provoca cambios proteicos vía protein-quinasa.

Una vez que el receptor capta la señal se desencadenan microambientes distintos para células genéticamente iguales, a través de cambios en la actividad del citoesqueleto, cambios osmóticos y cambio metabólico de la planta, todo ello crea microambientes distintos.

BIOTECNOLOGÍA

Podemos definir la biotecnología como el uso de organismos vivos para llevar a cabo procesos químicos concretos destinados a la aplicación industrial.

En el caso de los reguladores de crecimiento las líneas de investigación son:

*Estudiar la correlación entre aumento o disminución de la concentración endógena de una fitohormona y un proceso fisiológico determinado.

*Inhibir la producción de una hormona, observar que procesos quedan afectados y tratar de restituir el comportamiento hormonal mediante la adición exógena de la hormona.

*Búsqueda de receptores y elementos de la transducción de la señal.

- Identificación de proteínas que se unan a hormonas.

- Identificación de genes cuya mutación altera a la capacidad de percepción o de acción de la misma.

*Análisis molecular cuya expresión esta modificada por hormonas.

- Caracterización de secuencias de ADN reguladores

- Identificación de proteínas que se enlaza a secuencias reguladoras.

- Expresión de dichos genes en plantas transgénicas.

7. Bibliografía.

AZCÓN BIETO, J. y Talón, M. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed Interamericana-Mc Graw Hill. Madrid

BARCELO,J.; Nicolás, G.; Sabater, F. y Sanchez Tamés, R. 2001. Fisiología Vegetal Ed. Pirámide. Madrid

BUCHANAN, B.B.; Gruissem, W. Y Jones, R.J. (Eds.) 2000. Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists, Rockville, Md.

DAVIES, P.J. (Ed.)1995. Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Kluwer Academic Publ. Dordrecht.

DEVLIN, R.M.; Witham, F.H. 1983. Plant Physiology. Williard Grant Press. New York.

GOODWIN, T.W. y Mercer, E.I. 1983. Introduction to Plant Biochemistry,(2ªed).Pergamon Press.Oxford.

NOBEL, P. S. 1983. Biophysical Plant Physiology and Ecology. W.H. Freeman, New York.

SALISBURY, F.B. y ROSS, C.W. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica., Méjico

TAIZ, L Y ZEIGER, E. 2002. Plant Physiology, 3rd Ed. Sinacur Associates Ltd. Sunderland, Mass