

J. A. DOS SANTOS LARA

BOTANICA

BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS



M O L Y & L A S S E R R E
E D I T O R E S

BOTANICA

33.719

JOSE ANGEL dos SANTOS LARA
PROFESOR DE CIENCIAS NATURALES

2\$6,25
6\$1,30

BOTANICA

ADAPTADA A LOS PROGRAMAS DE LOS COLEGIOS
NACIONALES, LICEOS y ESCUELAS NORMALES

SEGUNDA EDICION



64

Ilustraciones de Raquel Gladys Minetto y Luis Mirarchi

BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS

BUENOS AIRES

MOLY & LASSERRE
EDITORES

Libreria "José Moly" - Callao 575

Derechos reservados
(Leyes Nos. 7092 y 9510)

*A LA MEMORIA
DE MI MADRE*

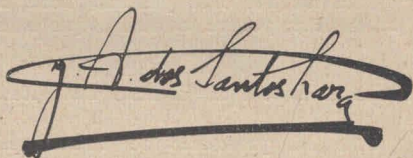
PALABRAS SOBRE ESTA EDICIÓN

La aceptación que profesores y alumnos depararon a mi "Botánica" para Colegios Nacionales, ha sido el estímulo que influye en la edición simultánea de una Botánica adaptada al programa de Ingreso a las Facultades de Medicina y Farmacia, y de otra para los Colegios Nacionales, Liceos y Escuelas Normales.

Corregidos y ampliados, ambos libros responden a todos los puntos sobre la materia, solicitados por los respectivos programas.

Si profesores y estudiantes continúan encontrando en ellos un auxiliar y un amigo, mi propósito estará plenamente satisfecho.

Buenos Aires, enero de 1935.

A handwritten signature in dark ink, reading "J. A. dos Santos". The signature is stylized with a large, sweeping initial "J" and "A". It is underlined with a thick, dark stroke.

PROLOGO DE LA PRIMERA EDICION

Escrito el libro, escribamos el prólogo. Por largo tiempo acaricié la idea de escribir un libro de Botánica que sirviera de auxiliar a la juventud estudiosa. Hoy, realizada la labor, hablemos de quienes me han secundado en la obra, a los profesores de Ciencias Biológicas y a los estudiantes.

Mi agradecimiento.

En la ilustración profusa de este libro, una gran parte de los dibujos y la escritura de todos ellos, ha estado a cargo de la joven farmacéutica **Srta. Raquel Gladys Minetto**, quien ha interpretado con claridad admirable el más mínimo concepto que gráficamente he pretendido inculcar al alumno, imprimiendo a su labor un entusiasmo que nunca será bien agradecido.

La otra parte de los dibujos han sido ejecutados por el **Sr. Luis Mirarchi**, quien, como la Srta. de Minetto, ha sido artífice en el manejo de la pluma y entusiasta en la ejecución de la tarea emprendida.

A estos dos colaboradores se une el nombre del profesor **Sr. Antonio Torassa**, que puso a mi disposición los conocimientos obtenidos a través de su vida de hombre estudioso.

Para los tres estas palabras, fieles intérpretes de mi agradecimiento, que es firme porque es franco, que es sincero porque es noble.

A los profesores de Ciencias Biológicas

Para los profesores de Ciencias Biológicas, con los que comparto la siembra de enseñanza que germina en saber, este libro de Botánica que no tiene pretensiones de superioridad, pero sí, en cambio, buenos propósitos.

Quizás algunos de sus conceptos no estén de acuerdo con más de un criterio personal, pero a cada profesor, dentro de la cátedra, le será fácil corregir lo que el propio criterio le indique como corregible.

Amigo estudiante

He pretendido presentar al estudiante amigo, un libro donde los temas se traten con claridad, en un lenguaje accesible. Para ello me he esmerado, únicamente, en escribir el libro en la misma forma que dicto las clases a mis alumnos.

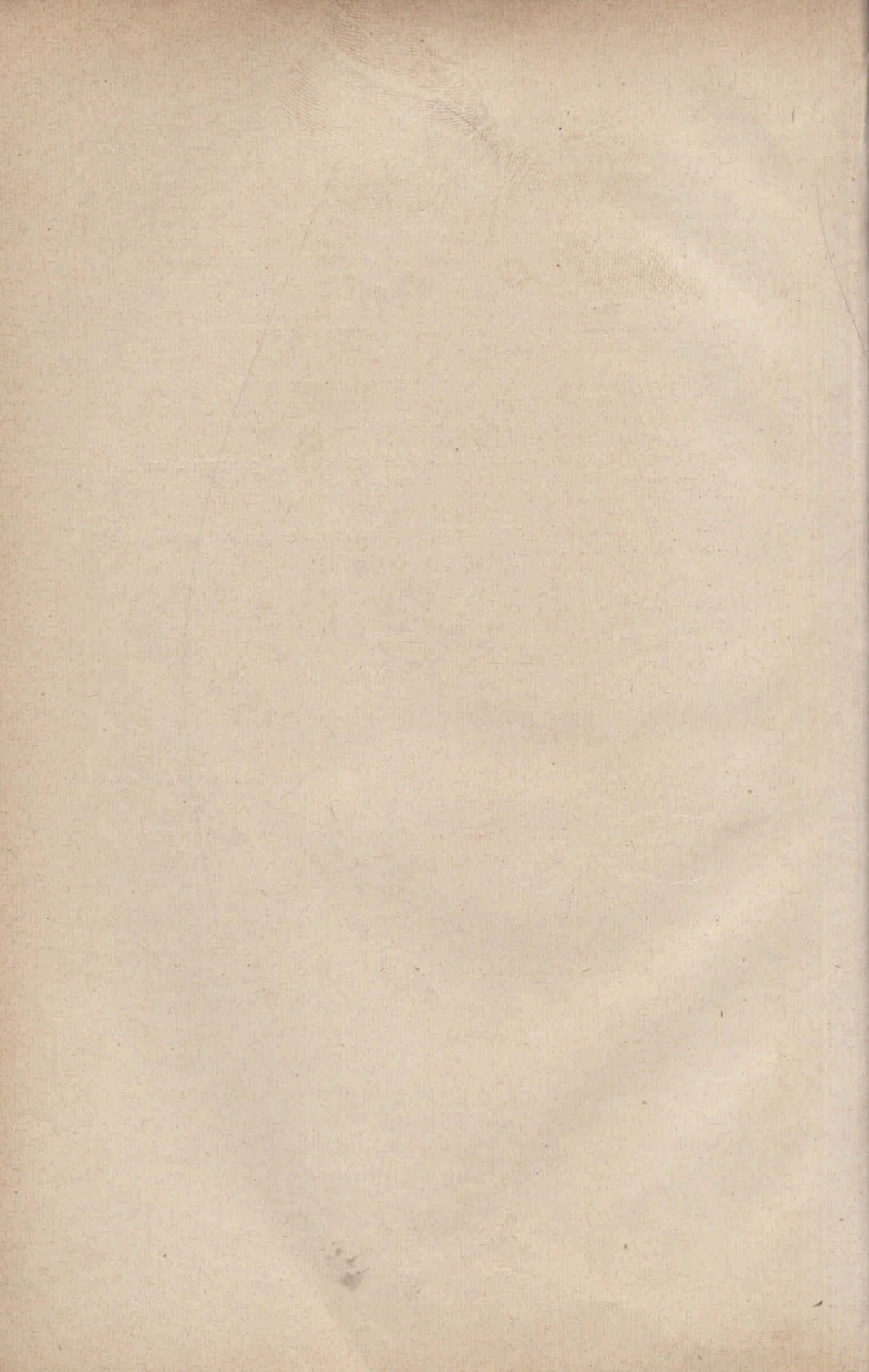
Fiel a ese propósito, he tenido en cuenta, para la mayor claridad y facilidad de comprensión, el evitar en lo posible el lenguaje técnico, aclarándolo donde su empleo ha sido necesario, y el seleccionar las ilustraciones utilizadas. Para lo primero he empleado un lenguaje sencillo, con comparaciones a veces arbitrarias, pero siempre inspiradas en hacer más asimilable el concepto que se enseña; para lo segundo he evitado el empleo de dibujos que, si bien ilustran el libro, no aclaran lo que se explica, y en cambio he seleccionado los esquemas, caprichosos algunos, pero capaces de contribuir a que el alumno estudie entendiendo.

Cada figura de este libro, con las inscripciones que lleva, representa una verdadera síntesis para el estudiante que quiera repasar lo leído, observando las ilustraciones.

Algunos de los capítulos de este texto, el que se refiere a célula por ejemplo, han sido tratados ampliamente porque lo fundamental del tema lo impone; otros de los capítulos se refieren a temas que el programa actual no exige al estudiante secundario, pero fácil le será pasarlos de largo, máxime si consulta al final del libro el programa, en el cual se indica en qué páginas se responde a cada punto de los solicitados.

El libro está en vuestras manos; que sea vuestro auxiliar valioso y amigo fiel, son mis deseos.

Buenos Aires, marzo de 1930.



BOTANICA

PRIMERA PARTE

CAPITULO I

GENERALIDADES

Cuerpos brutos o inorgánicos y seres vivos. Ciencias Naturales: Mineralogía y Biología. Animales y Vegetales: caracteres propios y diferenciales. Su composición química. Protistas. Botánica: su división. El microscopio.

CUERPOS BRUTOS O INORGANICOS Y SERES VIVOS

La corteza terrestre está poblada de cuerpos inanimados, es decir, que no tienen vida, y de cuerpos vivos. A los primeros se les llama **cuerpos brutos** o **inorgánicos**, y su estudio comprende la **Mineralogía**; a los segundos se les denomina **cuerpos vivos** u **organizados**, y su conocimiento constituye la **Biología**.

Ejemplo de cuerpo bruto, es: una piedra, un trozo de hierro, etc.; ejemplo de cuerpo o ser vivo, es: un vegetal o un animal cualquiera.

Establezcamos, ahora, sintéticamente, en este estudio, previo al estudio de la Botánica, las principales diferencias y semejanzas existentes entre cuerpos brutos y seres vivos.

Los cuerpos brutos carecen de movimiento, están en estado de reposo y la materia que los forma es estable; mientras que en los seres vivos — animales y vegetales — el movimiento es una característica y su materia circula y se renueva.

Pero las diferencias principales podemos, de acuerdo a Charles Clauss, concretarlas en tres, reputadas como más importantes:

Por el origen, puesto que los cuerpos brutos pueden obtenerse en el laboratorio mediante la acción de agentes físico-químicos, mientras que ustedes saben que la generación espontánea es incompatible con los seres vivos, que para originarse presuponen la existencia de uno o dos individuos, (reproducciones asexual y sexual). En otras palabras: en las retortas de un laboratorio, mediante la acción de agentes físico-químicos, podremos obtener un mineral determinado (cuerpo bruto); pero nunca produciremos un árbol o un hombre (seres vivos).

Por la conservación, porque el cuerpo bruto mientras no intervenga un agente extraño que rompa su estabilidad, puede durar indefinidamente; en tanto, la vida de los seres vivos es limitada, estando sujeta a las leyes del **metabolismo**, que consiste en los fenómenos de nutrición y desnutrición, es decir, que todo ser vivo se nutre y crece, y llegado a cierto límite, se desnutre y muere invariablemente. De esto se deduce, que un cuerpo bruto no evoluciona, se mantiene fijo; mientras que un ser vivo, evoluciona renovándose su materia.

Por su forma y estructura, porque los cuerpos brutos tienen formas determinadas de manera matemática por líneas y planos, mientras que los animales o vegetales, desde que se originan hasta que llegan a la edad adulta, van modificando su forma, que nunca es matemáticamente determinable. Por otra parte, los cuerpos brutos carecen de la estructura celular característica de los cuerpos vivos; crecen por superposición de nuevas capas de sustancias diversas (materia), en tanto que los seres vivos crecen por la mutiplicación constante de las células que lo integran.

En cuanto a las semejanzas entre el reino mineral y el orgánico, digamos que los cuerpos brutos y los seres vivos, están regidos por las mismas leyes físicas y en su constitución intervienen las mismas sustancias químicas.

CIENCIAS NATURALES: MINERALOGIA Y BIOLOGIA

Las Ciencias Naturales se dividen para su estudio, en dos grandes ramas: Mineralogía y Biología. La primera, como ya se

GENERALIDADES

ha dicho, comprende el estudio de los cuerpos brutos y la segunda el estudio de los seres vivos.

La **Biología** (etimología: del griego "bios", vida, y "logos", discurso) es, por consiguiente, la ciencia que estudia la vida de los animales y los vegetales; de ahí que se divida en dos importantes ramas: la **Zoología** y la **Botánica**.

Dentro de estas dos ramas que compendian todos los cuerpos o seres vivos que pueblan aire, agua y tierra, la Biología estudia la vida de vegetales y animales, y aunque en este libro nos vamos a referir a los primeros, justo es que, como cosa previa, establezcamos las diferencias existentes entre los integrantes de cada uno de los grandes reinos de la naturaleza: vegetal y animal.

ANIMALES Y VEGETALES

Carateres propios y diferenciales. — Es indudable que no ha de presentar mayores dificultades, el establecer la diferencia entre un vegetal superior, bien organizado, y un animal en idénticas condiciones.

Nadie vacilará en establecer esas diferencias, si se trata de comparar un árbol y un pájaro; pero la duda impondrá su interrogante, cuando descendiendo por las escalas vegetal y animal, nos encontremos frente a vegetales y animales, cuya morfología, es decir su forma, sea semejante.

—¿Esto es un vegetal? — preguntarán ustedes —, ¿o es un animal? —. ¡Y ahí radica el problema!

Animales y vegetales, pues, son muy fáciles de diferenciar, cuando se trata de individuos bien organizados dentro de cada una de las grandes ramas de la Biología; pero cuando se trata de los más inferiores, la diferenciación se torna difícil, cuando no antojadiza.

Dentro de los animales y de los vegetales, se hacen dos grandes divisiones: individuos unicelulares y multicelulares. Los primeros, aquellos que están representados por una sola célula, son los que complican el problema de la diferenciación entre los seres de uno u otro reino, puesto que los segundos, por su misma

complicación de individuos multicelulares, presentan numerosos caracteres diferenciales.

Un ejemplo lo demostrará: sin vacilación establecerá un alumno la diferencia entre un árbol y un pájaro (vegetal y animal multicelulares); mientras que si observa con el microscopio dos células representando una un individuo vegetal unicelular y la otra un ser animal unicelular, le será difícil y hasta quizá imposible la diferenciación.

Pero veamos, a pesar de las brumas que obscurecen este tema, cuáles son las diferencias que se han establecido entre animales y vegetales inferiores. Los seres vivos y los cuerpos brutos, tienen por principio común, como ya lo hemos establecido, el de estar formados por materia.

La materia es, en los seres vivos, el **protoplasma**, que estudiaremos en el próximo capítulo, protoplasma que se denomina animal en las células de los individuos zoológicos, y vegetal en las células de los seres que estudia la Botánica.

Ahora bien; este protoplasma, según sea animal o vegetal, varía en su composición química elemental: el **protoplasma de los vegetales** contiene **compuestos ternarios**, es decir compuestos en que intervienen estos **tres elementos**: **C** = carbono, **H** = hidrógeno y **O** = oxígeno, y el **protoplasma de los animales** contiene **compuestos cuaternarios**; en otras palabras, compuestos en que intervienen estos **cuatro elementos**: **C, H, O y N** = nitrógeno (este último elemento se denomina también con el nombre de **Az** = ázoe).

Esta diferencia entre animales y vegetales, debe sin embargo tomarse con reserva: existen animales cuyas células tienen compuestos ternarios y, a la inversa, células vegetales con compuestos cuaternarios. Por ejemplo: la **quitina**, que contiene el dermatosqueleto o cubierta endurecida de los artrópodos, y la **tunicina**, de la túnica de algunos procordados, son cuerpos ternarios que, lo mismo que la membrana de las células vegetales, contienen **C, H y O**; por su parte, en el protoplasma de las células vegetales, pueden encontrarse elementos cuaternarios, como la albú-

GENERALIDADES

mina vegetal, la caseína vegetal y la clorófila, considerada cuaternaria pese a su constitución: $(C_{55} H_{72} O_5 N_4 Mg)$.

Hemos nombrado la **clorófila** y adelantemos dos palabras sobre ella.

Por mucho tiempo se pretendió establecer que la clorófila, que es el pigmento verde que da color a las plantas, servía para diferenciar a los animales de los vegetales; pero se comprobó después dos cosas: que hay vegetales parásitos carentes de clorófila, como los hongos, y algunos animales unicelulares que transitoriamente o no (como la Euglena), pueden contenerla.

Las semejanzas entre los individuos unicelulares de los dos reinos — animal y vegetal — se manifiestan en sus diferentes funciones fisiológicas con excepción de una: la nutrición. Ambos respiran por ósmosis, se mueven por contracción de su protoplasma o emisión de pseudopodios, se reproducen por esporos, directa o indirectamente, por brotación, etc.

En cuanto a la **nutrición**, a medida que se profundice su estudio, se verá que en ella quizás estribé la verdadera delimitación de los dos reinos; pues mientras que los individuos vegetales se alimentan con sustancias simples, que luego, en perfecta **síntesis** (significa unir, agrupar), transforman en sustancias compuestas, los seres animales se alimentan de sustancias compuestas, a las que sometiéndolas a laborioso **análisis** (significa separar), descomponen en sustancias simples. Un ejemplo: una célula vegetal toma en su alimento **C**, **H** y **O**, y forma por síntesis una sustancia compuesta determinada, que llamaremos hidrato de carbono. Por su parte, una célula animal se nutre con esa sustancia compuesta y por análisis la descompone en sus elementos constituyentes: **C**, **H** y **O**.

Su composición química. — Los seres vivos en la composición de su protoplasma tienen diversas sustancias químicas, de las cuales cuatro, esenciales, existen siempre. Esas cuatro sustancias que indistintamente se encuentran en las células vegetales o animales, son el **carbono**, el **oxígeno**, el **hidrógeno** y el **nitrógeno**.

Son elementos que los seres vivos los extraen del aire, — en cuya constitución entran los cuatro, — de la tierra, donde también están en forma de compuestos químicos, y del agua, pues en su formación interviene el **H** y el **O**.

A más de esos cuatro elementos, que no faltan nunca, las células de los seres vivos poseen otros elementos, según el medio en que viven, la función que desempeñan, etc. De ahí que puedan contener calcio, hierro, iodo, bromo, sodio, potasio, azufre, fósforo. etc. Claro está que todas estas substancias no las encontramos dispersas en el interior de los cuerpos vivos, sino que están unidas, formando diferentes compuestos, dentro del protoplasma de las células. Un ejemplo: la clorófila, de quien ya nos hemos ocupado superficialmente, es un compuesto de elementos simples, en el que encontramos **C**, **H**, **O** y **N**.

Protistas —

Las opiniones distintas sobre las diferencias existentes entre animales y vegetales inferiores, dió margen al naturalista Ernesto Hæckel, para establecer como puente de unión entre unos y otros, la creación de un grupo de individuos a quienes llamó: **protistas** o **móneras**.

Dentro de las protistas incluyó a todos los seres cuyos caracteres confusos los hacía difíciles de clasificar entre los vegetales o los animales. Venían las protistas a constituir el núcleo inicial de las dos grandes ramas de la Biología: Zoología y Botánica; es decir, que aquellos individuos unicelulares que no se diferenciaban ni en su constitución, ni en sus funciones, pertenecían al grupo inicial de las protistas y que aquellos que por su estructura o por sus funciones fisiológicas, adquirían los caracteres propios del protoplasma animal o del vegetal, dejaban de pertenecer a las protistas para originar las dos grandes divisiones biológicas: Zoología y Botánica.

Fijada en forma clara el verdadero concepto de lo que son las protistas, agreguemos que Hæckel incluyó en éstas a numerosos **microorganismos** — organismos pequeños — de dudosa di-

GENERALIDADES

ferenciación, como ser: las amibas, bacterias, rizopodarios, flagelados, infusorios, oomicetas, mixomicetas, etc., de los cuales muchos han sido, con posterioridad, incluidos decididamente por otros naturalistas en el reino animal o vegetal. De ahí que algunas protistas serán descriptas en nuestro libro como vegetales, poniéndonos así, a tono con las más modernas clasificaciones botánicas.

BOTANICA: SU DIVISION

Todos los conocimientos aprendidos, dejan bien demostrado que los vegetales son seres vivos como los animales, puesto que como éstos, nacen, se alimentan, crecen, se reproducen y mueren. Hemos aprendido también que los vegetales agrupados forman una de las ramas de la Biología: la Botánica. Veamos ahora cómo se divide la Botánica para su mejor estudio, según el cuadro sinpótico que va a continuación y que desglosaremos después.

Botánica	Botánica general	Histología
		Anatomía
		Morfología
		Fisiología
		Ontogenia
		Filogenia
	Botánica especial	Taxonomía
		Talófitas
		Briófitas
		Criptógamas vasculares
Botánica geográfica.	Paleofitología.	Fanerógamas

Guiémonos por el cuadro y analicemos cada término. Dividimos primero a la Botánica en Botánica general, especial y geográfica. La **Botánica general** comprende el estudio de todo lo que atañe a los vegetales tomados en conjunto. Así estudiamos:

GENERALIDADES

las células que los constituyen y los tejidos que éstas originan, y eso es la **Histología**; los órganos (raíz, tallo, hoja, etc.) que los tejidos forman, y eso es la **Anatomía**; la forma y disposición de los vegetales, y eso es la **Morfología**; las funciones vitales que desempeñan (nutrición, respiración, etc.), y eso es la **Fisiología**; la manera en que se desarrollan desde que nacen hasta que mueren, y eso es la **Ontogenia**; de dónde procede el vegetal y cuál es su genealogía (descendencia), y eso es la **Filogenia**, y cómo se agrupan los vegetales para clasificarlos, y eso es la **Taxonomía**.

La **Botánica especial** comprende el estudio de las plantas ya clasificadas (**Taxonomía**) en **Talófitas**, **Briófitas**, **Criptógamas vasculares** y **Fanerógamas**; y haciendo en cada grupo, el estudio en detalle de las plantas que lo forman, de acuerdo al plan seguido en el estudio de los vegetales en general: (**Histología**, **Anatomía**, etc.).

La **Botánica geográfica**, por último, es una auxiliar valiosísima de la Botánica moderna, pues no sólo estudia la distribución geográfica de los vegetales, sino las causas que rigen esta distribución por la corteza terrestre.

La **Paleofitología**, comprende la investigación de las plantas que existieron en otros tiempos; estudiando, por consiguiente, la evolución de los vegetales a través de distintas épocas.

Puede también la Botánica dividirse en pura y aplicada. La **Botánica pura** o **científica**, comprende el estudio de los vegetales en sí mismo y a ella corresponde íntegra la clasificación que acabamos de estudiar; y **Botánica aplicada**, es el estudio de los vegetales según el beneficio o utilidad que brindan. Así tendremos botánica médica, agrícola, de jardinería, florestal, industrial, etc., según sean plantas útiles en Medicina, Agricultura, Jardinería, etc.

EL MICROSCOPIO

Para terminar estas nociones generales, digamos dos palabras sobre el microscopio. Hemos convenido que los vegetales y animales están compuestos por una célula (unicelulares) o por muchas células (multicelulares). La célula, que estudiaremos en el

GENERALIDADES

capítulo siguiente, tiene por lo general dimensiones tan diminutas, que escapa a la observación simple, pues el poder óptico de nuestra vista no es suficiente para diferenciarla; de ahí que si queremos estudiar un individuo unicelular, o la estructura de un ser multicelular, nos sea necesario reforzar el poder de nuestra vista utilizando aparatos con lentes (cristales de aumento), que ampliando el tamaño de la célula, permita estudiar sus más insignificantes caracteres.

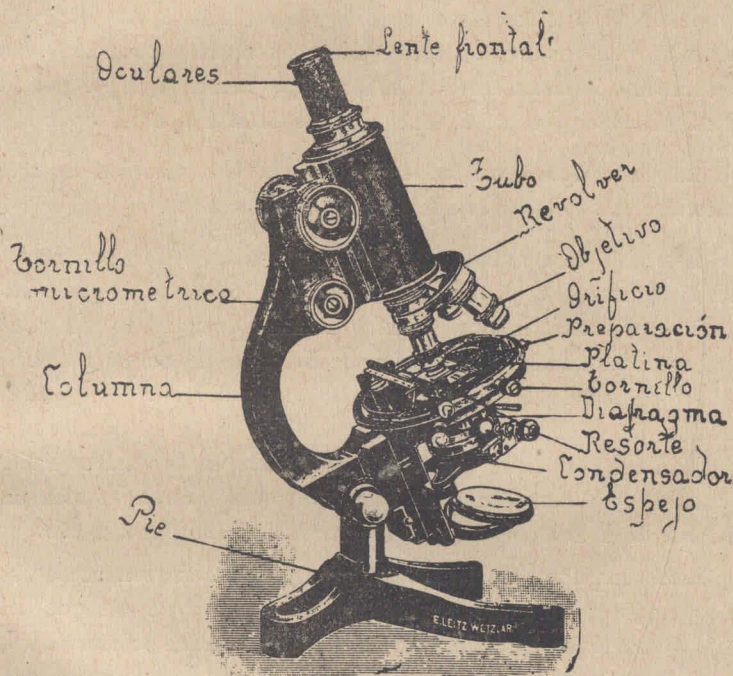


Figura 1

El aparato más perfecto que se utiliza para este fin es el **microscopio**, y aunque su conocimiento le es más fácil al estudiante en la práctica del laboratorio, es conveniente que desde ya, teóricamente, tenga un concepto de su organización, de su manejo y de su utilidad.

Consta el microscopio (Fig. 1) de dos partes: una mecánica y otra óptica. La **parte mecánica** (obsérvese la figura 1) está constituida por tres partes: el pie, la platina y la columna. El **pie**, sólido, pesado, le sirve de base al aparato; la **platina** es una lámina horizontalmente dispuesta, que sirve para depositar sobre ella la preparación que se observa. En su centro, un orificio circular permite el paso de la luz que iluminará el cuerpo observado; en su cara superior, dos resortes sirven para sujetar la preparación, y en sus costados, dos tornillos facilitan el desplazamiento de la parte superior de la platina, que es movable, permitiendo que al moverse, todas las partes de la preparación sean enfocadas convenientemente. La **columna**, continúa al pie por su parte posterior y lleva el **tubo**, que contiene el aparato óptico.

La **parte óptica** consta, como la mecánica, también de tres partes: el espejo, los oculares y los objetivos.

El **espejo** está situado debajo de la platina, unido por medio de unos brazos al pie y otras veces a la columna. Una de sus caras es cóncava, la otra plana y su característica es la movilidad, que le permite adaptarse a la dirección de donde proviene la luz, para reflejarla hacia el objeto que se observa; los **oculares** forman un sistema de dos lentes enchufados en la parte superior del tubo; el lente que queda más cerca de la vista se llama "frontal" y el otro "lente de campo"; el **objetivo** es también un sistema de lentes colocado en la extremidad inferior del tubo.

Estos conjuntos de lentes oculares y objetivos, son acercados y separados a voluntad, según que la necesidad de enfoque del objeto observado lo exija, por un tornillo, **tornillo micrométrico**, colocado en la parte superior de la columna. Consignemos que los microscopios más completos, llevan más de un sistema de oculares y de objetivos, siendo de estos últimos los más importantes los de "inmersión" y los "ápocromáticos", cuya descripción escapa al carácter de nociones que damos a estos párrafos.

A las dos partes descriptas, cabe agregar el conjunto de accesorios introducidos en los microscopios modernos. Son ellos el diafragma, los condensadores y el revólver porta-objetivos.

GENERALIDADES

El **diafragma** está colocado entre el espejo y la platina y sirve para regular la cantidad de luz que ilumina el objeto observado; los **condensadores** son un sistema de lentes que concentra toda la luz sobre el objeto observado, y el **revólver porta-objetivo**, es un disco movable adaptado al extremo inferior del tubo, que lleva dos, tres o cuatro orificios por lo general, donde se tornillan los objetivos. Esta disposición permite que, haciendo girar el disco, se pueda cambiar al instante un objetivo de menos potencia, por otro de más poder.

CAPITULO II

CELULA

Generalidades, definición y partes de la célula. Membranas. Protoplasma. Inclusiones o productos protoplasmáticos. Núcleo. Funciones fisiológicas de las células; ósmosis, turgescencia, plasmólisis. Diferentes formas de reproducción celular. Protoplasma funcional. Vida y muerte celular.

GENERALIDADES, DEFINICION Y PARTES DE LA CELULA

En todo vegetal encontramos diversos órganos, que llamamos raíz, tallo, hoja, etc. Si utilizando el microscopio tratamos de ver por qué está constituida cada una de esas partes, vamos a observar en cada raíz, cada tallo, cada hoja, etc., unas partecitas diminutas, microscópicas, que agrupadas forman todo el vegetal.

Esas partecitas diminutas fueron estudiadas en 1667 por el sabio inglés Roberto Hooke, quien creyéndolas huecas y encontrándoles un marcado parecido por la forma y por su modo de agruparse con las celdillas de un panal de miel, las denominó: **célula** (del griego, "koilos" = hueco; o del latín, "cella" = **celda**).

La célula es, pues, la parte más pequeña de la estructura de los vegetales y digamos, de paso, también de los animales. Se define como: **la unidad anatómica y fisiológica** de todo ser vivo (vegetal o animal).

Unidad anatómica porque es la parte más pequeña, la unidad de estructura de todo ser; **unidad fisiológica**, porque es la parte más diminuta de los vegetales o animales con vida propia, es decir, que puede por sí sola respirar, nutrirse, crecer, reproducirse, etc.

CELULA

La **forma** de una célula puede ser diferente. Podemos observar, por ejemplo, células redondas, rectangulares, ovaladas, prismáticas, alargadas, cónicas, en forma de granulaciones, de bastoncitos, de estrellas, de arañas, etc., según el tejido o planta a que pertenezcan, o según las presiones a que otras células la sometan, pues al apretarse entre sí en los tejidos, adoptan formas caprichosas e irregulares.

En cuanto a las **dimensiones** celulares, también existen variantes. Por lo común, las células son muy pequeñas. Dentro de las bacterias encontramos las células más diminutas, cuyo tamaño puede ser de fracciones de micrón, (un **micrón** equivale a un milésimo de milímetro); mientras que las células más grandes, células gigantes, se encuentran entre los vasos y las fibras, alcanzando a medir **20 centímetros** de longitud y más en algunos vasos laticíferos, y 8 centímetros en las fibras de la ortiga.

PARTES DE LA CELULA

En toda célula (Fig. 2) se encuentran estudiadas de afuera hacia adentro, **tres partes importantes**: membrana, protoplasma y núcleo. Infaltable cualquiera de las tres, para que la célula no pierda su condición de unidad anatómica y fisiológica del vegetal. Estudiemos cada una de estas partes por separado.

Membranas

Adelantemos, ante todo, ciertos conceptos, que después estudiaremos en detalle, para mejor comprensión del tema que ahora tratamos. Dijimos recién y la figura 2 lo ilustra, que en toda célula hay tres partes capitales; una es una inclusión, bien destacable, por lo común central: **el núcleo**; rodeando a éste una substancia ni francamente sólida, ni francamente líquida, comparable a la clara del huevo: **el protoplasma**, y circundando a éste, una película fina que lo envuelve: **la membrana**.

La membrana, cubierta de envoltura de toda célula, se origina por una condensación, un endurecimiento, digamos, de la parte más superficial del protoplasma.

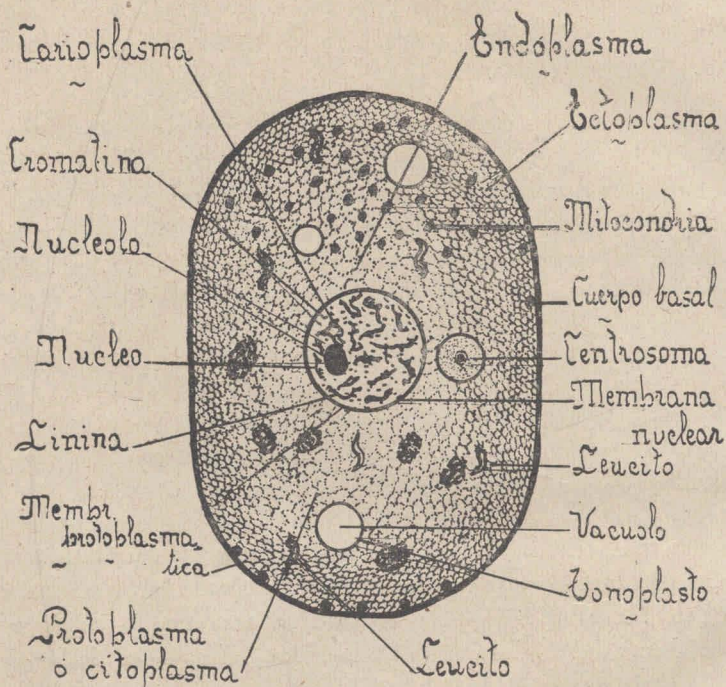


Figura 2

Su verdadero nombre es: **membrana fundamental** o **protoplasma**, diferenciándose así de una segunda membrana que generalmente tienen las células vegetales, que estudiaremos después con el nombre de **cápsula de secreción**.

Se le dice **membrana protoplasmática**, porque es directamente originada por el protoplasma, puesto que proviene de una condensación de la superficie de esa substancia y **fundamental**, porque no falta nunca, porque existe siempre.

CÉLULA

Sobre este último concepto no todos los naturalistas han estado de acuerdo. Para muchos la membrana puede faltar por completo. Pero si recordamos que hemos comparado al protoplasma, por su consistencia entre lo sólido y lo líquido, con la clara de huevo, podremos razonar: ¿Qué sucederá si volcamos la clara de un huevo sobre una mesa? Sucederá que la clara de huevo, sin ningún elemento que la contenga y la limite, se irá paulatinamente extendiendo sobre la mesa.

Entonces, si el protoplasma, que es semejante a la clara de huevo, no tuviera una membrana que lo contuviese, ¿podría existir un individuo unicelular con una forma determinada?, y en un individuo multicelular, ¿podrían las células tener una forma determinada y originar tejidos?

Admitamos, pues, de acuerdo en esto al eminente sabio español Ramón y Cajal, que toda célula tiene **siempre** una membrana de contención para el protoplasma, finísima condensación de esta substancia, película tan delgada, que sólo lentes de muchísima potencia la hacen visible, y admitamos, también, que las diferencias existentes entre esta película delgada, que ha sido llamada **utrículo primordial**, y la fácilmente reconocible membrana celular, podrían establecerse en la índole química de las substancias que la integran.

La membrana en su origen proviene, pues, del protoplasma, y a medida que la célula crece, también crece ella. Ese crecimiento puede ser en espesor o en superficie, por la agregación o intercalación, respectivamente, de partículas segregadas por el protoplasma de la misma célula o por células vecinas.

El crecimiento en espesor (Fig. 3, A y B), se efectúa por **superposición** interna de substancias sobre la membrana. Así en A tenemos un corte esquemático de la célula y en B vemos a la membrana espesada irregularmente.

El crecimiento en superficie (Fig. 3, C y D), se origina por intususcepción (intercalación) de partículas entre las existentes. En C (Fig. 3) tenemos una célula cubierta por su membrana, en la que se han dibujado las partículas que la integran, y en

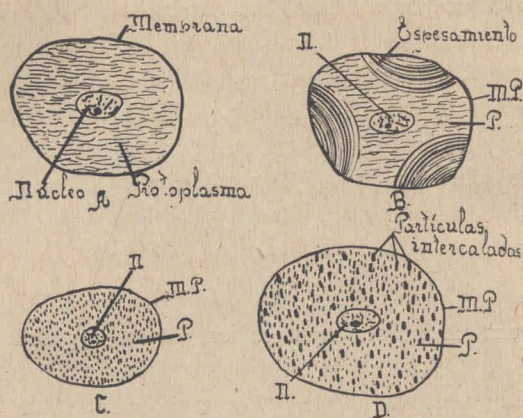


Figura 3

D, observamos a la célula aumentada de partículas que, introducidas entre las otras, han ampliado la superficie de la membrana.

Cuando el crecimiento por superposición (espesor) no es parejo en toda

la superficie celular, da margen a células con distintas esculturas, que luego estudiaremos con el nombre de colenquimáticas, esclerenquimáticas, rayadas, espiraladas, etc. Estos espesamientos de la membrana suelen efectuarse a veces hacia adentro en forma de brote (Fig. 4) e incrustarse de sales de carbonato de calcio, son los **cistolitos**.

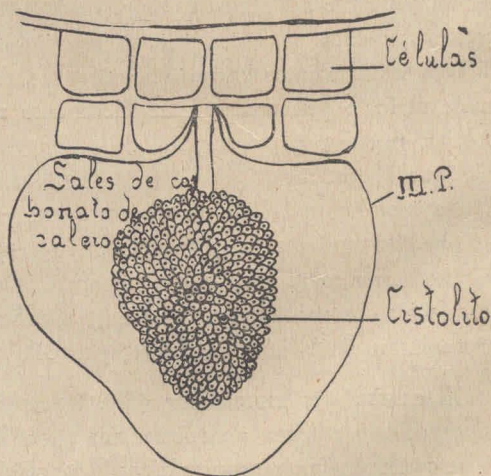


Figura 4

Otras sustancias que modifican el espesor, la consistencia y la permeabilidad de las membranas, son la cutina, la suberina, las sales, la lignina, etc. Veamos de qué modo: La membrana celular está compuesta por una sustancia química denominada **celulosa**. La celulosa es un hidrato de carbono, insoluble en agua, y como en todo hidrato de carbono,

CELULA

intervienen, en su composición, estos tres elementos: **C, H y O**, en una proporción que indica esta fórmula $(C_6 H_{10} O_5)^n$.

Se la encuentra, con excepción de la mayor parte de las células de los hongos, en la membrana de las células de todos los vegetales.

Tiene aplicación en la industria: se la utiliza en la fabricación de papeles de calidad. Forma el algodón.

El reactivo que se utiliza para colorearla es el **clorioduro de zinc**, que le da color **azul** o **violado**, cuando existen en torno de la membrana, **substancias pécticas**, que son substancias que sirven para unir a las células entre sí, facilitando la formación de tejidos.

A veces la celulosa se modifica transformándose en **cutina** (células epidérmicas), o en **suberina** (células epidérmicas, parenquimáticas), o se incrusta de **sales** (algas, gramíneas) o de **lignina** que la endurece (fibras, vasos), o se transforma en **goma**.

Veamos ahora las características más salientes de cada transformación:

a) **Cutina**. — Cubierta de protección que se forma en algunas células de ubicación externa, por ejemplo: células epidérmicas de las hojas, tallos verdes, etc. Es una substancia orgánica, cuya impermeabilidad aumenta cuanto más gruesa es la capa de cutina.

b) **Suberina**. — Es otra transformación de la celulosa, frecuente de encontrarse en las membranas de las células externas de las raíces y tallos, constituyendo lo que se denomina **suber** o **corcho**.

Substancia orgánica, su impermeabilidad es mayor que la de la cutina.

c) **Salas**. — La celulosa suele incrustarse de substancias inorgánicas, como ser sílice y sales de calcio (carbonato y oxalato de calcio). Entonces la membrana celular aumenta su consistencia, pierde elasticidad y se hace quebradiza.

d) **Lignina**. — Se desconoce su constitución química. Se

cree que sea un derivado del benzol. Por aposición sobre la celulosa de la membrana celular, aumenta el grosor de la membrana impermeabilizándola, al extremo de producir la muerte del protoplasma.

Las células con membrana lignificada (vasos leñosos, fibras, células colenquimáticas y esclerenquimáticas), entran en la constitución de la madera, de los carozos de duraznos, damasco, etc., de la cáscara de las avellanas, ... Por lo general son células muertas.

La lignina se investiga mediante los siguientes reactivos: el **clorioduro de zinc** y el **sulfato de anilina**, con los que toma color **amarillo**; el **ácido clorhídrico** y la **floroglucina**, con los que toma color **rosado** o **rojo**.

e) **Gomas.** — La celulosa de algunas membranas celulares, suele también transformarse en **gomas**. Esta gomosis puede extenderse a todo el contenido celular. Ejemplos de formación de gomias, lo dan las plantas de los géneros **Citrus** y **Prunus**. Al primer género pertenece el **naranja**, y al segundo género, el **almendro**, el **cirucluo**, el **cerezo**, etc.

Cápsula de secreción. — No terminaremos lo referente a membranas, sin citar la **cápsula de secreción**.

Esta membrana se forma por fuera de la membrana fundamental o protoplasmática, sirviendo a la célula de verdadero estuche protector (Fig. 5). Se origina por las secreciones acumuladas de la célula.

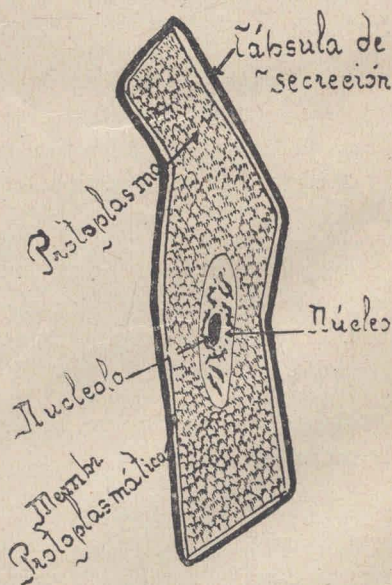


Figura 5

CELULA

Protoplasma —

El cuerpo de la célula está constituido por una substancia cuya consistencia, como ya dijéramos, no es ni sólida ni líquida, sino un verdadero término medio entre esos dos estados.

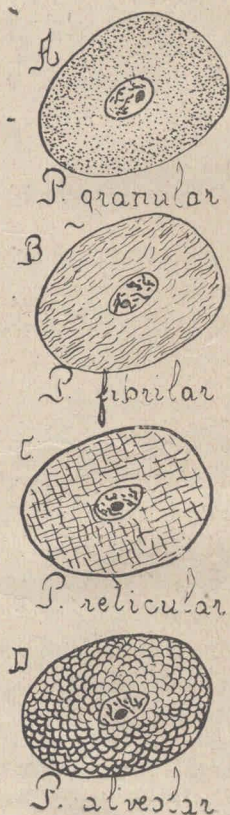


Figura 6

Esa substancia, el **protoplasma**, se asemeja por su consistencia especial a la gelatina o, con más propiedad, a la clara de huevo, variando su grado de condensación, según la mayor o menor cantidad de agua que contenga.

El protoplasma, denominado también **citoplasma**, está formado por substancias sólidas y líquidas. Las sólidas representan el 30 por ciento de su peso y las líquidas, agua, el 70 por ciento. La parte más superficial del protoplasma, la que está cerca de la membrana celular, se condensa más que la porción de protoplasma que rodea al núcleo; a la porción de citoplasma más espesa, se le llama **ectoplasma** o **hialoplasma** y a la porción más flúida: **endoplasma** o **paraplasma** (Fig. 2).

Numerosas granulaciones, **microsom**as, contribuyen a formar el protoplasma, y según la forma en que se dispongan, originan en éste distintos **aspectos** de su estructura, de los cuales resumiremos los principales.

A veces el protoplasma de una célula parece estar constituido por multitud de granulaciones: es el **protoplasma granular** (Fig. 6, A); por fibrillas dispersas: es el **protoplasma fibrilar** (Fig. 6, B); por fibrillas que se entrecruzan formando un retículo: es el **protoplasma reticular** (Fig. 6, C), o por pequeñas

vesiculitas, alveolos, que se asemejan a las burbujas que ustedes observan en la soda, y es el **protoplasma alveolar** (Fig. 6, D). Estas granulaciones, fibrillas, etc., están bañadas, según algunos naturalistas, por un líquido llamado **enquilema**.

Pero a todo esto, ¿cuál es el verdadero aspecto, la verdadera estructura del protoplasma? La estructura del protoplasma no es determinada. Varía según las células y en una misma célula, según la función que ésta desempeñe. En otras palabras, según la función fisiológica que una célula ejecute, el protoplasma sufrirá alteraciones, presentando ora el aspecto granular, ora el alveolar, etc.

Juzguemos ahora al protoplasma desde los puntos de vista físico y químico.

Físicamente juzgado es un coloide y químicamente se trata de un conjunto de sustancias albuminoides en cuya constitución entran: **C, H, O y N**, uniéndose a ellos azufre, calcio, hierro, fósforo, etc.; a esto agreguemos la gran proporción de agua indicada con anterioridad.

Inclusiones o productos protoplasmáticos. — El microscopio nos hace descubrir dentro de la célula diversas partículas diferentes a las mitocondrias o granulaciones que forman el protoplasma. Esas partículas, **inclusiones protoplasmáticas o productos celulares**, son variables en número, por su índole química y por la función que desarrollan, dentro de cada célula.

Enumeraremos las principales: Núcleo, vacuolos, plástidos, compuestos minerales, grasas, hidratos de carbono, sustancias albuminoideas, alcaloides, fermentos, esencias, resinas, inulina, etc.

a) **Núcleo.** — La inclusión más grande, más voluminosa, es un corpúsculo central, porción diferenciada del protoplasma, que estudiaremos después con el nombre de **núcleo**. Cerca de él, se encuentran uno o dos corpúsculos que intervienen activamente en la reproducción indirecta: son los **centrosomas** (Fig. 7).

b) **Vacuolos.** — Esparcidos por el protoplasma de las células de cierta edad, se encuentran los **vacuolos** formados por una gota de jugo celular, en cuyo contorno se ha condensado

CELULA

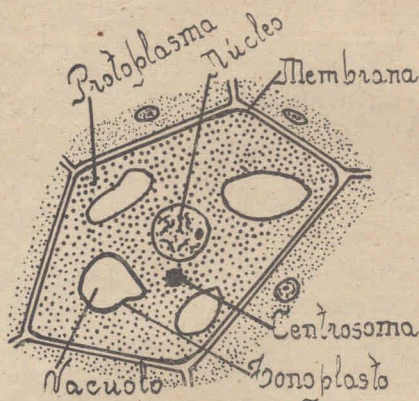


Figura 7

y por consiguiente, la muerte celular.

c) **Plástidos.** — Los plástidos o cromatóforos (del griego: *chromos*, color, y *phorein*, llevar), son unos cuerpos de forma ovoidal, fusiforme, esferoidal, etc., que dentro del protoplasma poseen vida propia, es decir, que todo plástido proviene de otro,

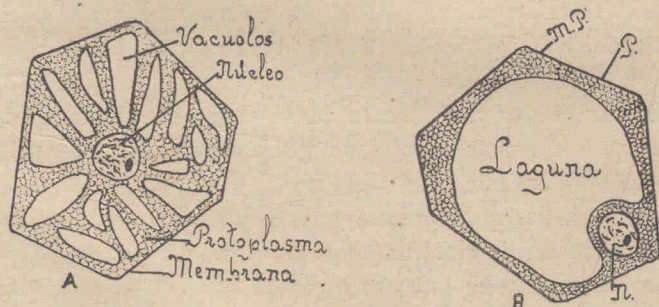


Figura 8

crece y vuelve a reproducirse, siempre por partición. Se mueven en el interior de la célula y elaboran sustancias de gran utilidad para el vegetal.

Se les clasifica:

Plástidos o Cromatóforos	{	Cloroplastos (son verdes y contienen clorófila).
		Leucoplastos (son incoloros y contienen almidón).
		Cromoplastos (son amarillos o rojos y contienen xantófila o carotina).

1) Los **cloroplastos** (del gr: **chloros** = verde y **plastos** = lo formado) se originan en las partes que están bajo la acción de la luz, de la mayoría de los vegetales. Contienen, según las últimas investigaciones, cuatro materias colorantes: dos sustancias verdes afines, que se denominan **clorófila a** y **clorófila b**, en la proporción, entre sí, de 3 : 1 y dos pigmentos, uno amarillo: la **xantófila**, y otro amarillo anaranjado: la **carotina**.

La **clorófila a**, es de color verde azulado y la **clorófila b**, de color verde amarillento; la primera responde a la fórmula $C_{55} H_{72} O_5 N_4 Mg$, y la segunda responde a la fórmula $C_{55} H_{70} O_6 N_4 Mg$; quiere decir esto, que entran en sus composiciones, carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y magnesio.

La **clorófila** da el color verde a las plantas; pero su acción fundamental, es la de producir la **Fotosíntesis** o **Asimilación clorofilica** (transformación, mediante la descomposición del **anhidrido carbónico** y fijación del **C**, de las sustancias simples absorbidas por la planta, en sustancias compuestas u orgánicas).

La luz influye activamente en la formación de la **clorófila**, de ahí que la posean todos los vegetales que están a la luz, con excepción de los hongos.

Por otra parte, las raíces, y las hojas y tallos subterráneos, también carecen de **clorófila**. Algunas algas, aunque tienen **cloroplastos**, poseen otros colores, y eso es debido a que existen en ellas, como inclusiones protoplasmáticas, otros pigmentos que, por ser más abundantes que los **cloroplastos**, hacen primar su color. Esos pigmentos pueden ser la **ficoeritrina**, la **ficocianina**, la **ficofeina**, etc., de color rojo, azul y pardo, respectivamente.

2) Los **leucoplastos** (del gr: **leukos** = blanco y **plastos** = lo formado) son incoloros. Bajo la acción de la luz, pueden trans-

formarse en cloroplastos; pero su función especial es la de contribuir a originar almidón, mediante la transformación del azúcar; almidón que almacena como sustancia de reserva o que envía, desdoblándolo en azúcar, fácil de circular, a los lugares en que el vegetal lo necesita para su consumo.

El **almidón** (Fig. 9), que contienen los leucoplastos o **amino-blastos** en presencia del agua de iodo (que es su reactivo) toma



color azul, por formación de ioduro de almidón. Se presenta con aspecto de granulaciones o corpúsculos de color nacarado llamados "**granos de almidón**", con caracteres variables en cuanto a forma y tamaño, según la especie vegetal a que pertenezca.

Es un compuesto ternario. Pertenece a los hidra-

Figura 9
tos de carbono llamados **Polisacáridos** y responde a la fórmula $(C^6 H^{12} O^5)^n$.

La estructura del "grano de almidón", está dada por una parte central, el **hileo**, en torno de la cual se van superponiendo las **capas** que constituyen el corpúsculo.

A los "granos de almidón" se los clasifica en: simples, semicompuestos y compuestos.

Los **simples** tienen un hileo en cuyo torno se disponen las capas, ya sea de una manera concéntrica o excéntrica.

Los **semicompuestos** poseen más de un hileo, siendo las capas que los envuelven, comunes a los dos o más hileos. En este caso, según el número de hileos, se considerará el número de granos.

Los **compuestos** son conjuntos de granos de almidón; pero que no poseen capas comunes.

3) Los **cromoplastos** (del gr: **chromos** = color y **plastos** = lo formado) son corpúsculos teñidos de color **amarillo** por con-

tener **xantófila** o de color **rojo anaranjado**, por contener **carotina**. Estas materias colorantes, son fáciles de cristalizar. Los cromoplastos dan su respectivo color a partes diversas del vegetal, como ser hojas rojas o amarillas, pétalos de muchas flores, frutos, etc.

d) **Compuestos minerales.** — Los vacuolos, también llamados **hidroleucitos**, contienen, como dijimos, agua, y ésta lleva disueltas sales minerales. Cuando el agua disminuye, las sales se concentran y puede encontrárselas dentro de los precipitados de aleurona.

También existen compuestos síliceos, cristales de oxalato de calcio y los llamados globoides.

Los compuestos síliceos se encuentran en el protoplasma de muchas células, por ejemplo de las Gramináceas, Palmáceas, etc.

Los **cristales de oxalato de calcio** suelen presentarse en forma de pequeños cristales rómbicos u octaédricos; o con aspecto de agujas, **rápidos** (Fig. 10, C), que se agrupan en manojos; o en forma esrellada,, **drusas cristalinas**.

Los **globoides** son corpúsculos de forma redondeada originados por la combinación de **globulinas**, con sales de **calcio** y **magnesio** (Figura 10, A).

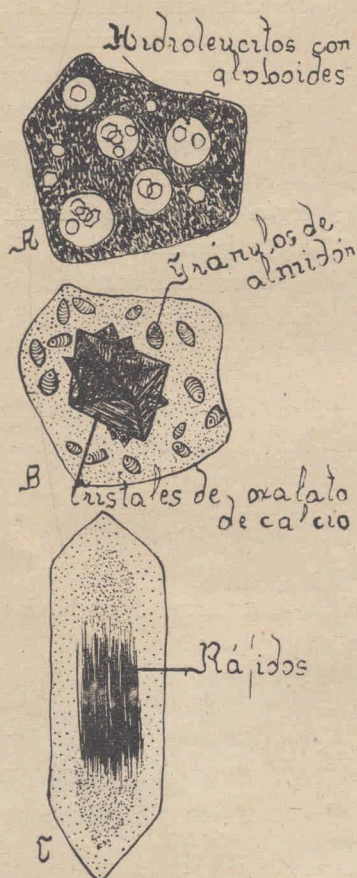


Figura 10

CELULA

Agreguemos a las citadas, otras sales minerales frecuentes de encontrarse en el protoplasma, como ser **cloruros**, **carbonatos**, **fosfatos**, **nitratos**, etc.

e) **Grasas**. — Las sustancias grasas son compuestos orgánicos ternarios. Suelen encontrarse en la célula vegetal, en forma sólida o líquida. En el primer caso constituyen las **mantecas**, y en el segundo los **aceites**. Proviene, químicamente, de la unión de la glicerina con uno o varios ácidos grasos.

En algunos vegetales son muy importantes y su extracción tiene aplicación industrial. Basta recordar para comprender esto, que de los vegetales se obtienen los siguientes aceites: de olivo, de algodón, de maní, de lino, etc.

f) **Hidratos de carbono**. — Son sustancias orgánicas ternarias. Lo mismo que en las grasas entran en su composición el **C**, **H** y **O**; pero estos dos últimos elementos, lo hacen siempre en la proporción del agua: $H^2 O$.

Ya hemos hablado del **almidón**, que es uno de los principales hidratos de carbono, originado en el vegetal gracias a la función de asimilación que realiza la clorófila (fotosíntesis). Ahora nos referiremos a los azúcares, que son hidratos de carbono, de molécula de constitución más sencilla que el almidón.

No se les encuentra en forma sólida dentro de la célula, sino en forma líquida, pues son solubles en agua. Tienen excelente poder nutritivo y se les encuentra abundantemente en gran cantidad de frutos y también en diversas plantas como ser la Caña de azúcar, la Remolacha Azucarera, etc.

Los principales azúcares, son: la **sacarosa** o azúcar de caña, se la obtiene de la Caña de azúcar; la **glucosa** o azúcar de uva, y la **levulosa** o azúcar de frutas, que se obtiene en muchos frutos, siendo mayor su cantidad, cuanto más maduro es el fruto.

g) **Substancias albuminoideas**. — Las sustancias albuminoideas son básicas en la constitución del protoplasma. Son substan-

cias nitrogenadas por entrar en su composición el nitrógeno, y **cuaternarias**, por integrar su molécula cuatro elementos: **C, H, O** y **N**; aunque en realidad también interviene en su composición, en pequeña cantidad, un quinto elemento: el azufre = **S**.

Indistintamente puede dárseles otros nombres, como ser el de **proteínas** o el de **substancias proteicas**.

En las células vegetales suelen encontrarse substancias proteicas de reserva, agrupadas formando corpúsculos: **aleurona**, de rico valor nutritivo. En la periferia de los granos de trigo, hay abundancia de aleurona, de ahí el valor alimenticio de la sémola que se fabrica a base de las cubiertas del grano y el poder nutritivo del llamado **pan integral**, que se obtiene de la molienda del grano de trigo entero.

h) Alcaloides. — Son substancias nitrogenadas, verdaderas proteínas, de acción tóxica, que tienen gran importancia para la medicina.

Entre los principales alcaloides se encuentran: la **morfina** que se extrae del opio, el que a su vez es obtenido de los frutos verdes de la **Amapola** (*Papaver Somniferum*), su acción sobre los centros nerviosos es sedante, y la **codeína** que tiene el mismo origen que la anterior y de acción calmante. (Ambos alcaloides, usados bajo la hábil dirección del médico, son valiosos; siendo en caso contrario, perjudiciales hasta constituirse en un vicio, que mina los organismos humanos, física y moralmente).

Otro alcaloide es: la **quinina**, que se obtiene de la corteza de la Quina. Su importancia medicinal es enorme: se la utiliza en preparados, contra las fiebres en general. Es muy utilizada en el chucho o fiebres palúdicas producidas por la acción patógena de las diversas variedades de *Plasmodium* (*Vivax*, *malariae*, *falciparum*, etc.).

Agreguemos a los citados, la **estricnina**, la **nicotina** y la **cocaína**. El primero se extrae de la semilla de la Nuez Vómica (*Strichnos nux vómica*) y es de intensísima toxicidad; el segundo, que es de los menos tóxicos, se obtiene de las hojas de Tabaco (*solanum*

CÉLULA

tabacum), y el tercero, obtenido de las hojas de la Coca (Erithró xilón coca) es utilizado en medicina, siendo su acción parecida a la de la morfina.

i) **Otras inclusiones. — Fermentos:** Son compuestos de molécula compleja, que provocan dentro del protoplasma, mediante reacciones químicas, la transformación de las sustancias. Se les llama también, **enzimas, zimases, diastasas o fermentos solubles.**

Son numerosos. Pequeñas cantidades de fermento, transforman grandes cantidades de sustancias, sin integrar la nueva sustancia que originan, pues las diastasas actúan únicamente por presencia. Debido a la propiedad enunciada, se ha considerado a las zimases como **agentes catalíticos.** (Se denominan **catalizadores**, a los cuerpos que influyen en la velocidad de una reacción, sólo con su presencia).

Esencias: Son compuestos volátiles de fuerte olor, también llamados **aceites esenciales.**

Resinas: Son sustancias que provienen de la oxidación de las esencias, fenómeno denominado **resinificación.** Contienen **C, H y O.** Son sólidas, insolubles en agua y solubles en alcohol, éter, etc.

Inulina: Cuerpo de composición química igual a la del almidón; pero con diferentes propiedades. Para el vegetal es una reserva alimenticia.

Núcleo —

El **núcleo** es un corpúsculo generalmente redondeado, que se encuentra situado por lo común en el centro de la célula, pudiendo estar en su base o en uno de sus lados. Se observan en él: una membrana de envoltura, como continente, y un contenido formado por: el jugo nuclear, la cromatina, la linina y el o los nucleolos (Fig. 2).

La **membrana nuclear** es una película delgada, compuesta por una sustancia denominada **anfipirena** y el contenido que encie-

rra, es protoplasma llamado **carioplasma** o **núcleoplasma**, para distinguirlo del citoplasma o protoplasma celular, que ya hemos estudiado.

El carioplasma está formado por el **jugo nuclear**, que es un líquido y por granulaciones, de las cuales unas se colorean con los reactivos, son las granulaciones de **cromatina** o **nucleína** y las otras no se colorean, son los bastoncitos de **linina**.

La linina (Fig. 2) se presenta en forma de bastoncitos, o de filamentos, o de red y la cromatina en forma de granulaciones compuestas por la unión de ácido nucleico con una albúmina.

El **nucleolo**, que es la otra inclusión, es un corpúsculo muy refringente formado, por **pirenina**, substancia que se hincha cuando se la trata con ácido acético. Puede encontrarse uno o más nucleolos dentro del núcleo.

Las **dimensiones** de los núcleos son infinitamente diminutas. Por lo general las células aisladas tienen núcleo más grande. También se encuentran núcleos grandes en muchas Monocotiledóneas y Coníferas. En cuanto al **número**, es por lo común, de **uno** por cada célula, pudiendo haber **dos, tres, cuatro, cinco**, etc. En algunas células no se observa un núcleo constituido; pero las substancias que lo forman se encuentran dispersas en el protoplasma. Esta forma de hallarse el núcleo se denomina: **nucleólisis**.

La importancia del núcleo es enorme, pues él preside las funciones fisiológicas de la célula, lo que explicaremos en el párrafo siguiente.

FENOMENOS FISIOLÓGICOS DE LA CELULA

Toda célula, como organismo vivo que es, puede moverse (función de relación), nutrirse (función de nutrición) y multiplicarse (función de reproducción). Para estas tres funciones capitales, es imprescindible la existencia del núcleo en la célula. Se prueba esto con un experimento llamado de **merotomía**, que consiste en lo siguiente:

CELULA

Si tomamos (Fig. 11, A) una célula y la dividimos (Fig. 11, B y C) en dos partes, conteniendo cada una protoplasma y núcleo, veremos que ambas partes se mueven, se nutren y se reproducen, es decir, que conservan los fenómenos fisiológicos fundamentales.

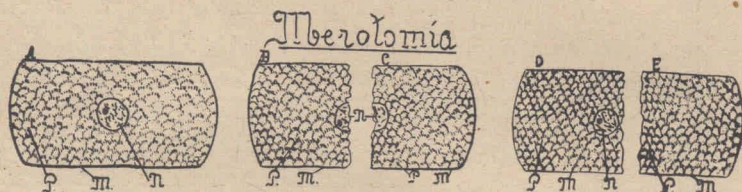


Figura 11

Si ahora (Fig. 11, D y E) dividimos en dos a la célula, conservando la parte D, núcleo y protoplasma, y teniendo E sólo protoplasma, se observará que la parte D continúa viviendo, mientras que E muere irremediamente.

Lo que antecede demuestra que la vida celular es posible, siempre que el protoplasma no carezca de núcleo.

Movimiento —

El **movimiento de locomoción** celular, es propio de algunos vegetales inferiores, unicelulares, como las mixomicetas, bacterias, etc., y se produce por contracciones del protoplasma, emisión de pseudopodios (prolongaciones), etc.

Nutrición —

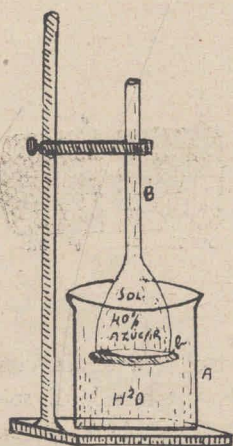
La **nutrición** podemos dividirla en: nutrición propiamente dicha y respiración. La **respiración** consiste en la fijación de oxígeno y exhalación de anhídrido carbónico, y la **nutrición propiamente dicha**, en la introducción en el protoplasma de sustancias alimenticias. Respiración y nutrición se efectúan en las células a través de la membrana protoplasmática, que es permeable, y este fenómeno se denomina ósmosis.

Difusión. Osmosis. — Muchos líquidos tienen la propiedad de mezclarse íntimamente entre sí, fenómeno que se denomina **difusión**.

Los líquidos que se difunden se llaman **miscibles**, ejemplo: el alcohol y el agua; a los que no se difunden se les dice **no miscibles**, ejemplo: el aceite y el agua.

Cuando la difusión se efectúa a través de una membrana, el fenómeno se denomina **ósmosis**.

Ahora bien: Existen membranas que permiten el paso de los **líquidos puros** (agua), de los **gases** y de las **soluciones** (agua azucarada, etc.), son las **membranas permeables**, ejemplo: las membranas de las células. Otras membranas, en cambio, en presencia de soluciones son muy permeables para el **disolvente**, es decir, permiten el paso del líquido, mientras que son poco permeables para las sustancias disueltas, es decir, que las sustancias que están disueltas en el líquido, la atraviesan con gran dificultad. Estas membranas



ÓSMÓMETRO.

Figura 12

se denominan **hemi o semipermeables**, ejemplo: **membrana de ferrocianuro de potasio**.

Entendidas estas definiciones, resumiremos diciendo que:

a) **Difusión**, es la mezcla íntima que puede efectuarse entre líquidos y líquidos, entre gases y gases, entre líquidos y gases y, a veces, entre sólidos y líquidos y entre sólidos y gases.

b) **Osmosis**, es la difusión de los líquidos y de los gases a través de membranas permeables o semipermeables.

Para demostrar la ósmosis se utiliza el **ósmómetro** (Fig. 12), que está formado por un recipiente **A**, de vidrio, en el que se

introduce el tubo **B**, ensanchado en embudo, cuyo fondo es una membrana, que puede ser un trozo de vejiga o de pergamino (**b**). En el recipiente **A** se coloca agua pura y en el tubo **B**, una solución al 40 o 50 %, de azúcar.

Si al iniciarse el experimento se hacen coincidir los niveles de los líquidos del recipiente **A** y del tubo **B**, se observará, en un principio, que los niveles varían, pues aumenta el alto de la columna líquida del tubo **B** y desciende el nivel del líquido del recipiente **A**; pero después se observa que la columna líquida desciende y de nuevo se establece el equilibrio inicial de los líquidos.

Esto se explica, pues al poner en contacto el agua y la solución, se establece una **doble corriente osmótica**, del agua a la solución y de la solución al agua.

La corriente que se establece del agua a la solución, es más intensa, pues el líquido puro pasa con más facilidad a través de la membrana; por eso, en un principio asciende el nivel del agua en el tubo **B** y desciende en el recipiente **A**.

Cuando se vuelve a establecer el equilibrio de los líquidos, si se analiza una porción del contenido del recipiente **A** y otra porción del contenido del tubo **B**, se observará que la proporción de azúcar es igual en el recipiente y en el tubo; lo que explica que la solución pasa del tubo **B** al recipiente **A**.

Hemos dicho que las membranas celulares, gozan de la propiedad de ósmosis.

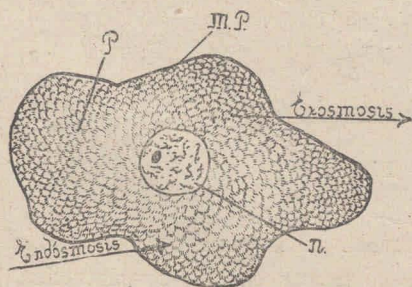


Figura 13

Cuando las células se cargan de sustancias alimenticias, es decir, que los líquidos que la nutren penetran en ella, se le llama a esa corriente osmótica, **endósmosis** (Fig. 13), y cuando del interior de la célula los líquidos salen

al exterior, a esa corriente osmótica se la distingue con el nombre de **exósmosis** (Fig. 13).

Turgescencia. Plasmólisis. — Estas corrientes osmóticas dan margen en el interior de la célula, a dos fenómenos interesantes: la turgescencia y la plasmólisis.

Si una célula se encuentra en un medio líquido, ya sea agua pura, o ya sea una solución, donde las sales estén menos concentradas que las sales que se encuentran en el protoplasma, se observará que la ósmosis se efectúa de afuera hacia el interior de la célula (endósmosis); en otras palabras, del medio más rico en agua, al medio más pobre en agua. Cuando así sucede, se hincha y se expande el protoplasma debido al agua que absorbe y aumenta la presión que ejerce en la membrana que lo contiene. Entonces se dice que la célula está turgente. Ese es el fenómeno de la **turgescencia**.

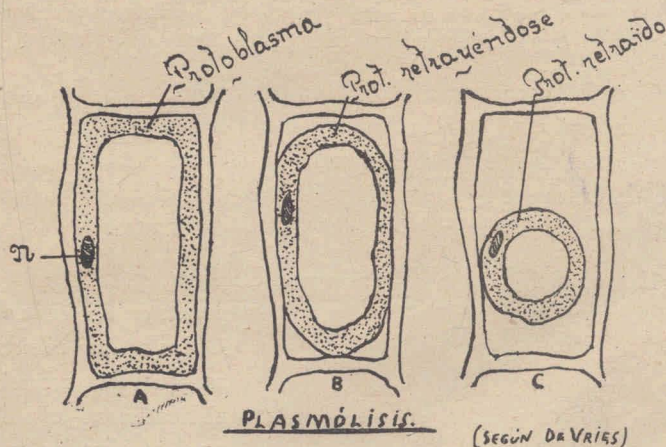


Figura 14

Pero si la célula se encuentra en un medio líquido donde la concentración de las sales, es mayor que la concentración de las sales del protoplasma, se observará que la ósmosis se efectúa del interior de la célula, hacia el exterior (exósmosis). El

CELULA

protoplasma pierde agua, se retrae y se separa de la membrana celular (Fig. 14), tomando el aspecto de una masa redondeada. Este proceso se detiene cuando se establece el **equilibrio osmótico**, es decir, el equilibrio entre la concentración de las sales del protoplasma y la concentración de las sales de la solución. Este fenómeno de pérdida de agua de la célula, es la **plásmolisis**.

La célula y el medio. — Acabamos de ver que la corriente osmótica se efectúa del medio más rico en agua, al medio más pobre en agua.

Siendo uno de los medios una **solución** y el otro una **célula**, pueden presentarse tres casos:

a) Que la solución sea **isotónica**, es decir, que su presión osmótica sea igual a la presión osmótica del jugo celular de la célula. En este caso, las concentraciones son iguales en la solución y en la célula, y por consiguiente, establecido el equilibrio, no se produce ninguna corriente osmótica.

b) Que la solución sea **hipotónica**, es decir, que su presión osmótica sea menor que la del jugo de una célula. En este caso, la concentración es menor en la solución que en la célula y, por consiguiente, la corriente osmótica se establecerá desde el exterior, hacia el interior del protoplasma (**endósmosis**).

c) Que la solución sea **hipertónica**, es decir, que su presión osmótica sea mayor que la del jugo de una célula. En este caso, la concentración es mayor en la solución que en la célula y, por consiguiente, la corriente osmótica se establece desde el interior del protoplasma, hacia el exterior (**exósmosis**).

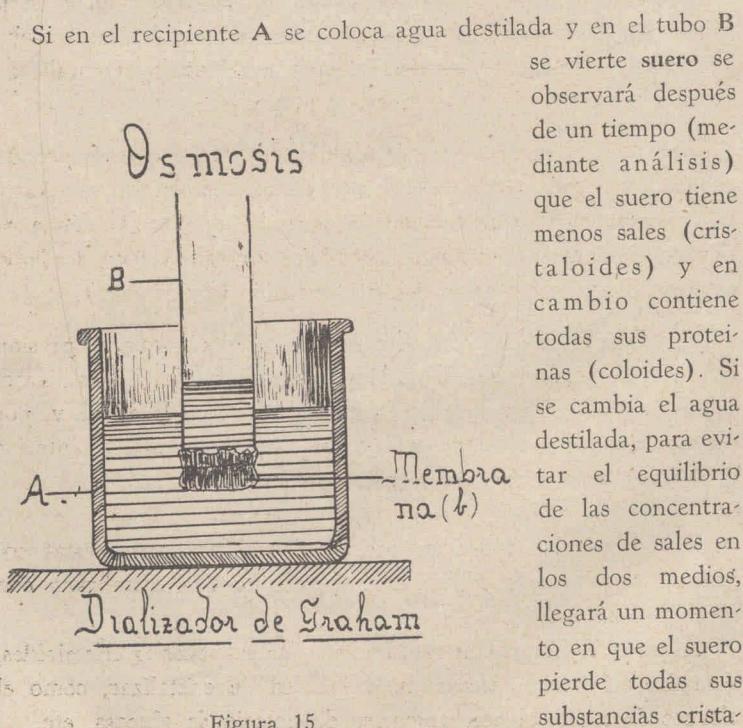
Diálisis. — No todas las sustancias, al producirse estas corrientes osmóticas, se difunden a través de una membrana con idéntica facilidad.

Algunas lo hacen con rapidez, son las **substancias cristaloides**, llamadas así porque tienen la propiedad de cristalizar, como el cloruro de sodio, el permanganato de potasio, la glucosa, etc.

Otras difunden lentamente o no difunden, salvo que se las someta a determinadas presiones, son las **substancias coloides**, llamadas así por su semejanza con la cola, como el protoplasma, la albúmina, la gelatina, la goma, etc.

De esto se deduce, que las substancias cristaloides penetrarán o saldrán fácilmente a través de la membrana de las células; mientras que las substancias coloides, no atravesarán la membrana o lo harán, en determinadas condiciones, con gran lentitud.

Se comprende entonces, que la membrana celular efectúa una función selectiva de las substancias y eso se demuestra mediante el **dializador de Graham**, que está basado en la ósmosis y que consiste (Fig. 15) en un recipiente de vidrio **A** en cuyo interior se introduce un tubo de vidrio **B**, cuyo fondo se cierra con colodión, con pergamino, o cualquier otra membrana permeable.



hi

loides y conserva las sustancias coloides. Esta separación de las sustancias cristaloides, de las coloides, se denomina: **diálisis**.

Los diferentes fenómenos físicos descriptos, nos explican el proceso de nutrición celular. En síntesis, pues, puede decirse que la célula se nutre por ósmosis.

El alimento, una vez que ha penetrado en la célula, es asimilado por ésta, después de haber sido sometido a diferentes movimientos, pues el protoplasma celular tiene la propiedad de agitarse o moverse como una corriente de agua, en direcciones y formas determinadas, según las células.

Reproducción —

Cumpliendo el principio esencial de la Vida, que tiende a la conservación de la especie, la célula, minúscula unidad del ser vivo, se reproduce. La reproducción, pues, tiende a que una célula origine dos o más células, después de haber experimentado diversas modificaciones.

Las formas de reproducción celular son varias. Puede la célula ser una sola y reproducirse por división directa, por brotación, por formación libre interna, por renovación celular, y por división indirecta; o pueden intervenir dos células como en la conjugación. Si interviene una sola célula, la reproducción se llama **asexual** y si intervienen dos células, se denomina **sexual**. De todas las reproducciones, la indirecta es la más importante, por ser la más frecuente; de ahí que por ella empecemos la descripción de cada una.

Reproducción indirecta. — En la reproducción indirecta, llamada también **cariocinética** o **mitótica**, etc., recordemos previamente la constitución de una célula y con preferencia el contenido del núcleo, que desempeña un rol importante en esta reproducción.

Una célula está compuesta (Fig. 16, A) por: membrana protoplasmática, protoplasma y núcleo; dentro del núcleo encontramos el o los nucleolos, la **cromatina** y la **linina**. Estas dos últi-

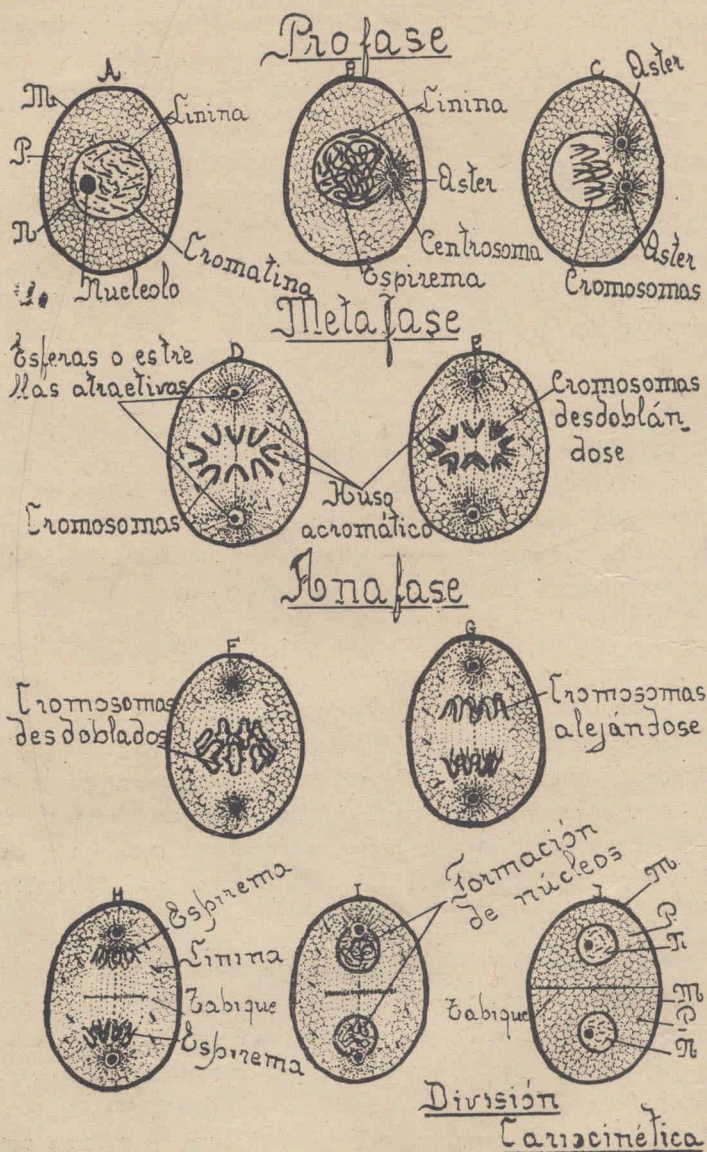


Figura 16

CELULA

mas clases de granulaciones, se diferencian en que la cromatina se colorea en presencia de ciertos reactivos químicos (colorantes), mientras que la linina permanece incolora. Veamos ahora cómo se desarrolla la reproducción:

Cerca del núcleo, en el protoplasma (Fig. 16, B) se origina (según algunos) o se hace visible (según otros que sostienen que siempre está en el protoplasma), un corpúsculo denominado **centrosoma**, que se rodea de irradiaciones en forma de corona, llamado **aster**. Al mismo tiempo, en el interior del núcleo las **granulaciones de cromatina** se agrupan formando un **filamento** que se retuerce varias veces sobre sí mismo, como si fuera un ovillo; este filamento se llama **espirema** y entre su malla quedan dispersos los otros contenidos nucleares: linina, nucleoles ,etc.

El **centrosoma** (Fig. 16, C) se **divide en dos** y cada mitad, que se llama ahora **esfera atractiva**, se aleja hacia los extremos opuestos de la célula, pero quedando unidos por un **filamento** tenue, en forma de huso (algunos naturalistas admiten que en diversas células el centrosoma no se divide, porque en vez de uno han aparecido dos en la célula, que luego se alejan de idéntico modo del que seguiremos explicando).

A medida que los centrosomas, rodeado cada uno por su corona o aster, se alejan (Fig. 16, C), obsérvese: que la porción de membrana nuclear que queda frente a ellos, comienza a desaparecer, confundiéndose entonces el contenido nuclear (carioplasma) con el celular (citoplasma), y que el espirema se divide en fragmentos o porciones que adoptan la forme de una **U** o de una **V**, denominados **cromosomas**, cuyo vértice se dirige hacia los centrosomas. ¡PROFASE!

Continuemos observando las figuras: A medida que los centrosomas siguen alejándose, la membrana nuclear va desapareciendo cada vez más. Después los centrosomas con su aster, denominados **esferas** o **estrellas atractivas** (Fig. 16, D), llegan a los extremos de la célula; los filamentos que los unían se han agrandado y constituido un conjunto de hilos en forma de huso, que recibe el nombre de **huso acromático** (huso, por su forma; **acro-**

mático, porque no se colorea); mientras tanto, los cromosomas se han dispuesto en el plano ecuatorial del huso y dirigen su vértice hacia la mitad del eje de este huso. A renglón seguido se observa que cada uno de los cromosomas (Fig. 16, E) comienza a desdoblarse longitudinalmente, según un proceso que la figura 17 explica claramente ¡METAFASE!

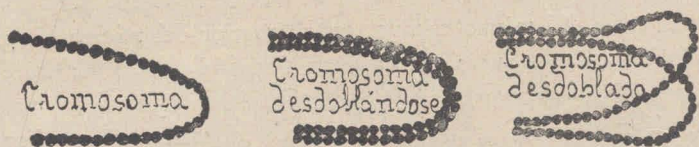


Figura 17

El número de cromosomas es fijo para cada especie animal o vegetal, es decir, que el espirema formado por las granulaciones de cromatina, al dividirse, formará un número fijo de cromosomas. Por ejemplo: si en las células de una planta determinada se originan ocho cromosomas, en las células de todas las plantas semejantes a la anterior, se originarán también ocho cromosomas.

Supongamos ahora que el espirema de la célula que estamos estudiando se ha dividido en **8 cromosomas** (Fig. 16, C), por consiguiente, en la (Fig. 16, E) son 8 los cromosomas que dirigen su vértice hacia el centro de la célula. Al desdoblarse longitudinalmente, tendremos **16 cromosomas** que dirigen ahora su vértice (Fig. 16, F), 8 hacia una de las esferas atractivas y los otros 8 hacia la otra. Como se ve en la misma figura, los cromosomas quedan unidos por sus extremos y **cabalgan** cada uno sobre un filamento del huso acromático.

Se separan luego (Fig. 16, G) y cabalgando siempre por los filamentos del huso, 8 cromosomas se acercan a una esfera directriz y 8 a la otra.

CELULA

Al llegar los 8 cromosomas junto a la esfera directriz, se unen y forman nuevamente un filamento que se llamará, por consiguiente, **espirema**. Cerca de la otra esfera directriz, los otros 8 cromosomas hacen lo mismo, en tanto la linina, nucleolos y otras inclusiones nucleares que estaban dispersas por el protoplasma celular, se reparten proporcionalmente y se agrupan, mitad y mitad, en torno de cada uno de los nuevos espiremas (Fig. 16, H).

Más adelante, alrededor de los espiremas y de esas otras inclusiones nucleares (Fig. 16, I), el protoplasma se condensa, originando membranas (membranas nucleares) y se observa que en el plano medio de la célula se forma un tabique de naturaleza aluminosa, que luego se va incrustando de callosa, pectosa y celulosa, hasta originar el tabique que separa a las dos nuevas células. Los espiremas se descomponen en cromatina (Fig. 16, J); las esferas directrices desaparecen con su aster, el tabique se completa y estamos en presencia de esas dos nuevas células. ¡ANAFASE!

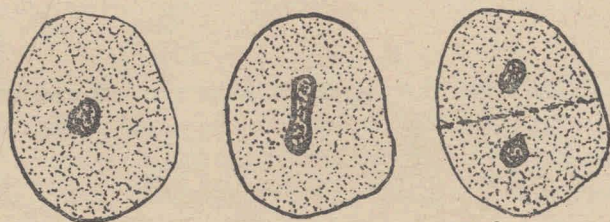
Algunos histólogos han dividido la reproducción indirecta en tres fases: **profase**, **metafase** y **anafase**. Ustedes habrán notado, que en la descripción hecha están intercaladas estas tres palabras en forma destacable, indicando así lo que comprende la profase, la metafase y la anafase.

Agreguemos a esto, que en las células de muchas Talófitas en vez de formarse el tabique celulósico que divide a la célula en dos, la célula se divide estrangulando su membrana protoplasmática, a medida que se constituyen los núcleos.

Reproducción directa: Antiguamente se creyó que esta reproducción era la más común. Después, al conocerse la reproducción cariocinética o indirecta, se observó que ésta era más frecuente.

La **reproducción** o **división** directa es muy sencilla. En esta división el núcleo de la célula se alarga y luego se estrecha, hasta dividirse por la mitad. Cuando el núcleo se ha dividido, se

origina en la mitad de la célula un tabique o *lámina media*, constituidos primeramente por substancia albuminoidea, a la que se incorporan, para darle consistencia, abundantes granulaciones de callosa, pectosa y celulosa (Fig. 18).



DIVISIÓN DIRECTA.

Figura 18

En algunas células, que constituyen organismos unicelulares, el alargamiento se efectúa en el cuerpo celular y en el núcleo, y el estrechamiento por la mitad se efectúa en ambos, primero en el núcleo y después en el protoplasma.

Brotación celular: En la superficie de la célula se insinúa una prolongación de la membrana protoplasmática (Fig. 19, A), que se va llenando de protoplasma, mientras que en el interior el núcleo se ha dividido por división indirecta o cariocinética.

En la (Fig. 19, B) observamos cómo uno de los núcleos se ha introducido en la prolongación y cómo ésta se ha ido estrangulando hasta originar dos células (Fig. 19, C).

Formación libre interna: En algunas células las modificaciones que experimenta la membrana celular impiden que ésta intervenga en la reproducción; entonces el núcleo y el protoplasma se dividen y forman otras células que quedan en el interior de la membrana de la célula primitiva, como se observa en la célula de un hongo (Fig. 20, A y B). En A, la célula antes de dividirse, y en B, después de reproducida.

CELULA

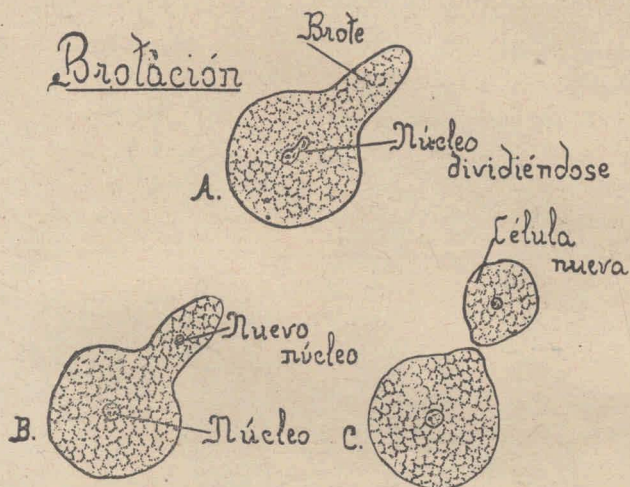


Figura 19

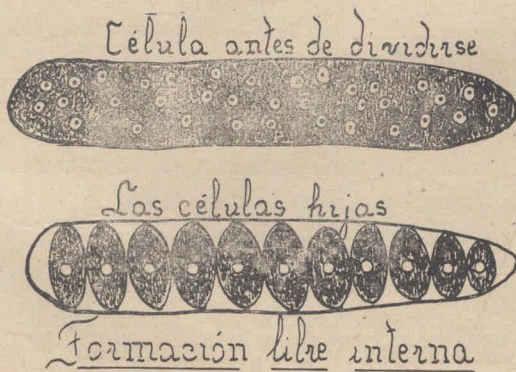


Figura 20

Renovación celular: La renovación celular no es en realidad una reproducción; es, dicho sea con más propiedad, un proceso por el cual la célula se rejuvenece.

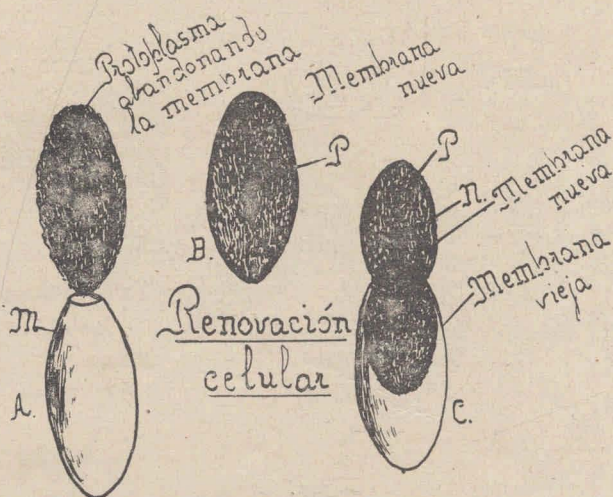


Figura 21

La renovación es propia de las células de algunas talófitas. Consiste en la salida del protoplasma a través de la membrana celular (Fig. 21, A), rodeándose luego de otra membrana por condensación del mismo protoplasma (Fig. 21, B).

En otros casos, la nueva membrana se origina antes de abandonar el protoplasma a la membrana vieja; de ahí que, cuando sale al exterior, lo hace ya cubierto (Fig. 21, C).

Conjugación: La conjugación es una forma de multiplicarse las células, muy característica en los vegetales inferiores, como ser las algas. En estos vegetales, dos células emiten un brote (Fig. 22) que al ponerse en contacto gelifican la membrana, permitiendo que se mezclen entre sí el protoplasma y el núcleo de ambas células. De esta unión se forma un huevo que origina

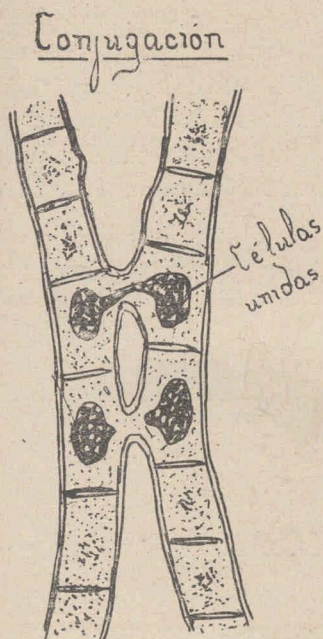


Figura 22

lamentos del huso acromático, etc., formaciones todas que son transitorias, puesto que desaparecen después. A esas modificaciones del protoplasma, que se producen para adaptarse a una función determinada de la célula, se les llama: **protoplasmas funcionales**, y concretando la definición, diremos que: **protoplasma funcional** es toda porción de protoplasma modificado para adaptarse a una función determinada.

Vida y muerte celular. — Esas partículas pequeñas que hemos denominado células, tienen las mismas funciones que un individuo organizado (de ahí que las considéremos: “la unidad anatómica y fisiológica de ese individuo”); por consiguiente, como unidad vital que es, la célula tiene un período de vida y luego muere.

Su muerte suele ser originada por causas diversas: por la temperatura cuando es un máximo (temperatura excesiva) o un

una o varias células que constituyen un nuevo vegetal. Cuando las células que intervienen en la conjugación son iguales, se les dice **isogámicas** y **heterogámicas** si son diferentes.

Protoplasma funcional. — En el transcurso de este capítulo hemos visto que a veces el protoplasma adquiere, después de experimentar ciertas modificaciones y según la función que efectúe, aspectos reticular, alveolar, etc. Otras veces, por modificación de una parte de él, se originan en el momento de la reproducción, los centrosomas, las irradiaciones del aster, los fi-

mínimum (temperatura baja) del calor que normalmente necesita para vivir; por formación de vacuolos, que luego originan lagunas (licuación del protoplasma y reabsorción del núcleo); por presión o roce que las destruye; por impermeabilización de su membrana, que no permite que el protoplasma se nutra (células con suber, cutina, lignina, etc.); por transformación del protoplasma, etc.

CAPITULO III

TEJIDOS

División del trabajo y formación de tejidos. Diferentes clases de células vegetales. Generalidades y clasificación de tejidos. Tejido meristemático: sus funciones y localización. Tejido epidérmico: sus funciones, modificaciones y localización. Tejido parenquimático: sus funciones, modificaciones y localización; tejidos: suberoso, colenquimático y esclerenquimático. Estereomas. Tejido fibro vascular; sus funciones, modificaciones y localización.

DIVISION DEL TRABAJO Y FORMACION DE TEJIDOS

En los vegetales unicelulares, la misma célula desempeña todas las funciones propias de la vida del vegetal. A veces se nota, sin embargo, una **diferencia intracelular**, es decir, que dentro de una misma célula una parte del protoplasma se adapta a una función determinada, otra parte a otra función. Pero en los vegetales pluricelulares o multicelulares, la diferencia intracelular es reemplazada por la **diferenciación intercelular**, que consiste en que un grupo de células desempeñan una misma función; por ejemplo: el de proteger al vegetal sirviéndole de cubierta (células epidérmicas) o el de darle consistencia (células fibrosas).

Esa diferenciación intercelular que individualiza grupos de células, que se adaptan a una misma función, es denominada **división del trabajo**. En otras palabras: En todo pueblo organizado impera la división del trabajo, y así tenemos grupos de hombres que defienden el orden (la policía); que acuden si hay un incendio (los bomberos); que curan a los enfermos (los médicos); etc. Por su parte, en un vegetal superior, la multitud de células que lo forman se agrupan como los hombres del pueblo del ejemplo y desempeñan funciones, determinadas para cada grupo.

Ahora bien; las células al agruparse, según su contenido, forma, funciones, originan los **tejidos**, que constituyen el tema de este capítulo.

Diferentes clases de células vegetales —

Según la función que desempeñan las células en un vegetal multicelular, adquieren caracteres especiales, ya sea en su estructura, en su contenido, etc., y de

ahí que reciban los nombres de células meristemáticas, epidérmicas, parenquimáticas, suberosas, endodérmicas, colenquimáticas, esclerenquimáticas, fibrosas.



Figura 23

Las **células meristemáticas** (Fig. 23, A), son células pequeñas con membrana delgada, abundante protoplasma y núcleo grande, colocado en la parte central. Se reproducen, cuando están en actividad, continua y aceleradamente, produciendo todas las células que constituyen, originalmente, el vegetal; células que al diferenciarse en sus funciones reciben los nombres de epidérmicas, parenquimáticas, etc., como ya las hemos enumerado. Grabemos, entonces, bien, que todas las células, al nacer una planta, **tienen un origen**

común: provienen de las células meristemáticas.

Las **células epidérmicas** (Fig. 23, B), son las que recubren todo el vegetal (raíz, tallo, hoja, flor). Su forma varía. Pueden por lo general ser aplanadas, pentagonales, etc. Su protoplasma es poco abundante; su núcleo, no muy voluminoso, suele localizarse (situarse) en la parte central o en la base de la célula. Raramente tienen cloroleucitos, ni sustancias alimenticias de re-

TEJIDOS

serva. Su membrana delgada, a veces se espesa ligeramente; otras veces se modifica transformándose la celulosa (hidrato de carbono), que la constituye, en **cutina**, sustancia impermeable. Suelen también modificarse en su forma y en sus funciones; pero esto lo estudiaremos al hablar del tejido epidérmico.

Las **células parenquimáticas** (Fig. 23, C) pueden ser pequeñas o voluminosas. De forma irregular, prismática o cilíndrica. Por sus dimensiones son isodiamétricas o alargadas. Constituyen toda la parte carnosa del vegetal. Su membrana es consistente, pero delgada y suele tener **puntuaciones** que facilitan los intercambios nutritivos; su protoplasma abundante, contiene gran cantidad de clorófila y de sustancias alimenticias de reserva, entre ellas: almidón. Su núcleo, grande, es central. Cuando son pequeñas, se asemejan a las células meristemáticas y suele ese parecido hacerse más intenso, porque a veces readquieren la propiedad de reproducirse.

Las **células suberosas** (Fig. 24, A) son células suberificadas (el suber es una sustancia orgánica, impermeable) que revisten y protegen a diversas partes del vegetal. Proviene de transformaciones de células epidérmicas y **sobre todo** de células parenquimáticas y son de origen primario o secundario.

La célula totalmente suberificada, es una célula muerta, de forma aplanada, que agrupándose constituye el corcho.

Las **células endodérmicas** (Fig. 23, D), que están situadas en la corteza de tallos y raíces, recubriendo al cilindro central, son prismáticas y presentan en su membrana una zona anular espesada. Este espesamiento es producido, mientras las células son jóvenes, por una sustancia parecida al suber; pero de naturaleza química aún desconocida. Cuando la célula es adulta, la zona anular se espesa por yuxtaposición de láminas de suber.

Estas células provienen de la modificación de células parenquimáticas.

Las **células colenquimáticas** (Fig. 24, B), son células parenquimáticas, que suelen tener clorófila, en las cuales el protoplas-

ma, transformándose, provoca espesamientos de la membrana. Son células isodiamétricas o alargadas y vivas, porque el espesamiento es parcial, permitiendo que la célula se nutra a través de las porciones no espesadas de la membrana. Se las encuentra reforzando los tejidos; con preferencia en el peciolo de las hojas, en los tallos, etc.

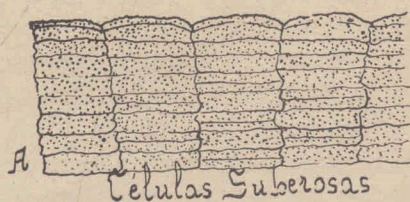
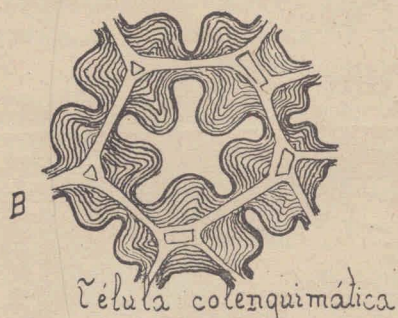
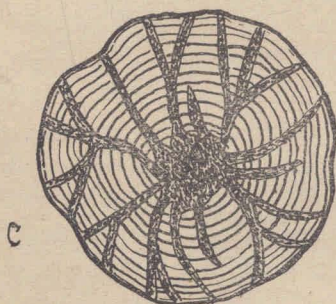


Figura 24

Las células esclerenquimáticas (Fig. 24, C.), como las anteriores, han experimentado el engrosamiento de la membrana celular. Son también células parenquimáticas transformadas. El engrosamiento es casi total y estratificado, es decir, por superposición de capas de protoplasma modificado; se produce en forma radiada, quedando entre espesamiento y espesamiento, espacios tenues con protoplasma, por donde se producen los intercambios nutritivos entre las células.

Son, por lo común, células muertas, y su característica especial, es que se incrustan de lignina, transformándose en células leñosas. Se las encuentra reforzando los tejidos, con preferencia en los caro-

zos de los frutos, cáscara del coco, etc.

TEJIDOS

Las **fibras** (Fig. 25), por último, son células profundamente transformadas. Alargadas, terminadas en punta, fusiformes y de membrana muy gruesa, se las encuentra sueltas o en hacecillos, reforzando los vasos líbero-leñosos, y contribuyendo a formar los elementos de sostén del vegetal, como lo estudiaremos al referirnos al tejido fibro vascular.



FIBRA

Figura 25

Son por lo general células muertas, con una cavidad central llena de aire. Su longitud media es de 1 a 2 milímetros; pero pueden alcanzar a 2 o 4 cm., a 7 u 8 cm., y hasta 22 centímetros, como se observa en las fibras del Lino, Ortiga y Ramio, respectivamente.

Se disponen sin dejar espacios intercelulares, constituyendo manojos que siguen la dirección longitudinal del órgano (tallo, raíz) del vegetal en que se encuentran, manteniéndose unidas entre sí, por abundante sustancia péctica.

Por su naturaleza, se las clasifica en fibras leñosas y no leñosas. Las **fibras leñosas**, tienen su membrana lignificada, son rígidas y resistentes. Las **fibras no leñosas**, no se lignifican, conservando gran elasticidad. A las primeras se las encuentra en la madera, y a las segundas, se las utiliza como fibras textiles, entre ellas, por ejemplo, las del Lino y las del Cáñamo.

GENERALIDADES Y CLASIFICACION DE TEJIDOS

Estas células que hemos estudiado, salvo excepciones, se agrupan y forman los **tejidos** vegetales, que reciben el mismo nombre de las células que lo constituyen.

Definiremos, entonces, un tejido, como un **conjunto de células que desempeñan una misma función.**

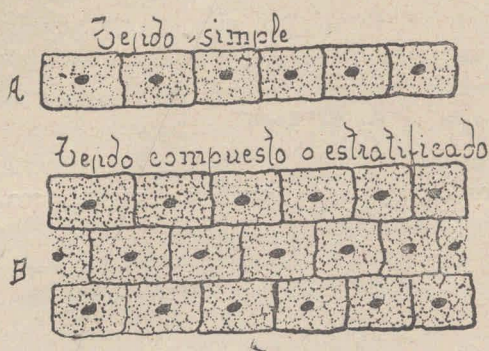


Figura 26

Los vegetales, lo mismo que los animales, provienen de una célula inicial (huevo o cigota) que multiplicándose o, en otras palabras, reproduciéndose, origina todas las demás células que al agruparse forman los tejidos.

Por consiguiente, todo tejido proviene de una célula; salvo raros casos, en que se origina por células libres que se agrupan.

Los tejidos pueden estar constituidos por una sola capa de células y se les llama **tejidos simples** (Fig. 26, A), o por varias capas de células y se les denomina **compuestos o estratificados** (Fig. 26, B). Las células que los forman pueden agruparse sin dejar espacios entre sí — **tejido regular**, (Fig. 27, A) — o dejando espacios — **tejido irregular**, (Fig. 27, B).

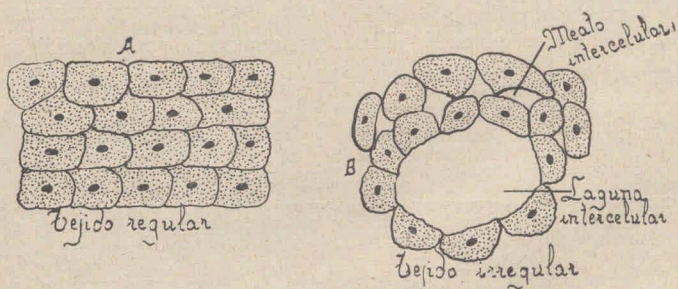


Figura 27

A los espacios — **espacios intercelulares** —, cuando son pequeños, del tamaño de una célula, se les llama **meatos** (Fig. 27,

TEJIDOS

B), y si son más grandes, **lagunas** (Fig. 27, B). Estos espacios contienen por lo común aire, que sirve para airear el tejido.

Atentos a su origen, los tejidos vegetales se clasifican según el cuadro sinótico que va a continuación y que desglosaremos después, fieles a la norma que vamos siguiendo en nuestro estudio.

Tejidos vegetales	Tejidos de formación o meristemáticos	Meristemas primitivos	
		Meristemas secundarios	
	Tejidos definitivos o de duración	Epidérmico	
		Fundamental o parenquimático	Variaciones
			Suberoso, collenchimático, esclerenquimático, endodérmico.
		Fibro vascular	

Hemos dividido los tejidos vegetales en dos grandes grupos: tejidos meristemáticos o de formación y tejidos definitivos.

Definámoslos en general: Los **tejidos meristemáticos** están formados por las células iniciales del vegetal. Por las células que, multiplicándose, originan una gran cantidad de células, de las cuales unas adquieren ciertas modificaciones, otras adquieren modificaciones distintas, originando así los tejidos epidérmico, parenquimático y fibrovascular, que hemos agrupado bajo el nombre de "definitivos". Por su función de originar a los demás tejidos, se les llama **tejidos de formación**.

De esto se deduce, que los **tejidos definitivos** son secundarios a los meristemas, puesto que éstos los originan, desde que provienen de la agrupación de células, hijas de las células meristemáticas, que se han adaptado a funciones determinadas.

Las células de los tejidos meristemáticos, **tienen** la propiedad de reproducirse; mientras que las células de los tejidos definitivos, **carecen** de esa propiedad, salvo excepciones (meristemas secundarios); pero de eso hablaremos más adelante.

Ahora bien, teniendo en cuenta que hay meristemas secundarios, habrá tejidos de duración que provienen de estos meristemas y otros que provienen de los meristemas primitivos. A los primeros se les llamará, de acuerdo a su origen, **tejidos de duración secundarios** y a los otros, **tejidos de duración primarios**.

TEJIDO MERISTEMATICO

Sus funciones y localización. — Conocemos ya cuáles son las características de las células meristemáticas que lo forman (Fig. 23, A) y hemos aprendido, que la principal es la de reproducirse. Efectivamente, la **función** importante del **tejido meristemático** o de **formación**, es originar todas las células que van a constituir el vegetal. Produce, pues, este tejido, el **crecimiento en longitud** de las plantas. Su **localización**, es decir, donde se le encuentra, tiene sus sitios fijos. Se le halla en las semillas, constituyendo el embrión vegetal; en la extremidad de las hojas, originando el crecimiento en longitud de éstas; en la yema terminal o cono vegetativo de los tallos; en las yemas axilares y en la región subterminal (un poco arriba del extremo) de las raíces.

Por lo común, el tejido meristemático está **representado por una, tres o un grupo de células meristemáticas o embrionales**.

En términos generales puede establecerse, que en las plantas **Criptógamas vasculares**, los meristemas de la raíz y del tallo, están representados por **una sola célula, célula apical**, y en las plantas **Fanerógamas**, por **tres o por un grupo de células embrionales**.

A las plantas en cuyos tallos el meristema está formado por **tres o un grupo de células**, se les dice: **triacrocaules**, y si está formado por una: **monoacrocaules**. Y si nos referimos a la raíz, las plantas que en ellas tienen un meristema formado por **tres o un grupo de células**, se llaman **triacrorrizas**, y **monoacrorrizas** cuando el meristema está representado por una sola célula.

Ahora bien; el vegetal no crece únicamente en longitud, sino también en grosor. Por consiguiente, los meristemas estudiados, sólo solucionan el problema del crecimiento en longitud de

TEJIDOS = MERISTEMATICO

la planta. De ahí que algunas capas de células parenquimáticas intercaladas en el cilindro central y en la corteza de raíces y tallos (Figs. 52 y 75), readquieran la propiedad de reproducirse, transformándose nuevamente en meristemas y originando el crecimiento en grosor del vegetal.

A los primeros meristemas, a los que originan el crecimiento en longitud de la planta, se les denomina **meristemas primitivos**, y a los segundos, a los que se forman después y originan el crecimiento en grosor del vegetal, se les llama **meristemas secundarios**; que son los que estudiaremos al hablar de la estructura de tallos y raíces, con los nombres de **felógeno** y **cambium**.

TEJIDO EPIDERMICO

De los tejidos definitivos o de duración, el que a simple vista encontramos en el vegetal, es el tejido epidérmico.

El **tejido epidérmico** recubre todas las partes de un vegetal joven, desde la raíz hasta las hojas.

Está formado por las células epidérmicas, cuyas características conocemos (Fig. 23, B), y puede ser simple o estratificado, según esté constituido por una o varias capas de células. Estas células poseen protoplasma acuoso, carecen de clorófila, salvo excepciones, como las de las células estomáticas y las de la epidermis de muchos helechos y de algunas Fanerógamas.

Funciones. — Sus funciones fisiológicas son importantes. Merced a la propiedad de la membrana de sus células, de espesarse por superposición de nuevas láminas de celulosa o de transformar la celulosa en **cutina**, sustancias poco permeable, la epidermis es, para el vegetal, una verdadera cubierta o capa de **protección**. La cutinización se efectúa con preferencia, en la porción de membrana celular que está en contacto con el medio externo. La celulosa transformada en cutina, forma una película delgada, llamada **cutícula**.

Sobre las membranas cutinizadas, suele depositarse **cera**, lo que las hace aún menos permeables. Se encuentra a la cera, en la epidermis de algunos frutos (uva, ciruela), dándoles un aspecto gris brillante.

Nó todas las células epidérmicas se cutinizan; por eso se explica que también la epidermis desempeñe funciones de **absorción** a través de los pelos radicales, y otra función básica como la de regular los intercambios gaseosos del vegetal, provocando y controlando la **respiración**, la **fotosíntesis** y la **transpiración**, que efectúa mediante los estomas, que describiremos más adelante.

A las funciones enumeradas: protección, absorción, respiración, fotosíntesis y transpiración, puede agregarse la función **sensitiva**, notable en la epidermis de las hojas de algunas plantas insectívoras, o en la epidermis de la extremidad de los tallos volubles.

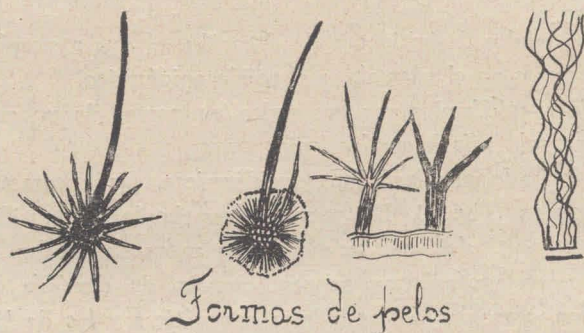


Figura 28

Modificaciones. — Toda la superficie del tejido epidérmico, no siempre es igual. En ciertas zonas sufre modificaciones, porque algunas de sus células se adaptan a funciones especiales. Por ejemplo, en la epidermis de algunas regiones de la casi totalidad de los vegetales, se observan prolongaciones en cantidad y aspecto variable, que se denominan pelos.

Los **pelos** son, pues, formaciones alargadas de la membrana de una célula epidérmica (pueden también estar constituidos por varias células y se llaman pluricelulares); sus formas son diversas, los hay filiformes, ramificados, estrellados, etc. (Fig. 28) sus membranas pueden ser delgadas o espesadas; a veces son huecos y otras veces contienen protoplasma.

TEJIDOS = EPIDERMICO

Se adaptan a distintas funciones. Pueden ser protectores, evitando la transpiración excesiva; pueden ser absorbentes, como los **pelos radiculares** de las raíces, que mediante un fenómeno de ósmosis nutren al vegetal; pueden ser secretores, pelos **urticantes**, como los que se encuentran en las hojas de las Ortigas, que segregan una sustancia albuminoidea tóxica, que se origina en el protoplasma de las células epidérmicas de esa planta.

La extremidad de los pelos urticantes es endurecida, al rozarla se rompe y el pelo se introduce en la piel inoculando la sustancia tóxica, como si fuera una aguja para inyectar.

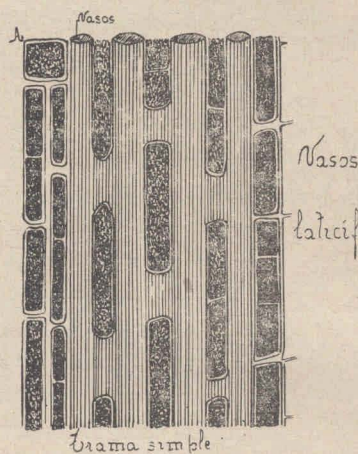


Figura 29

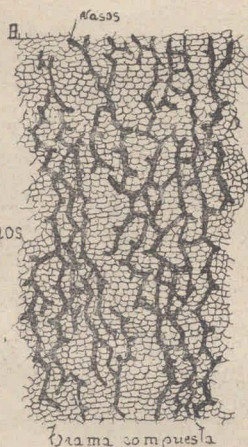


Figura 30

Debido a esta secreción, muchos histólogos incluyen entre los tejidos, el **tejido glandular** o **secretor**. En realidad, este tejido está formado por células epidérmicas o parenquimáticas, que se transforman en verdaderas glándulas que segregan distintas sustancias, como ser: tanino, gomas, ácido oxálico, mucílagos, aceites, esencias, emulsiones lechosas, etc. Estas glándulas pueden estar formadas por una o varias células. Algunas células constituyen verdaderos vasos, **vasos laticíferos**, por donde corre un líquido o emulsión lechosa, denominado **látex**; líquido lechoso

que segregan muchas plantas al herirles un tallo o una hoja. Ejemplos: las Lechugas y las Higueras.

Estos vasos suelen estar formados por series de células (Figs. 29 y 30) que se han unido entre sí, reabsorbiéndose las membranas en el punto de unión. Otras veces están originados por una célula, que se modifica, alargándose y ramificándose enormemente, hasta alcanzar a la longitud de varios metros.

Los vasos que corren longitudinalmente, comunicándose entre sí, forman una **trama simple** (Fig. 29) como en la Lechuga; pero a veces corren en forma transversal y oblicua y forman una **trama compuesta** (Rosales, Higueras, Zarzas (Fig. 30).



Figura 31

Continuando con las modificaciones epidérmicas citamos las **pápilas** (Fig. 31, A), que son elevaciones pequeñas, mamelonadas, de la epidermis de las flores, y a los **aguijones**, que, como se verá por la (Fig. 31, B y C), se diferencian de una espina, porque el aguijón está formado por una elevación dura de la epidermis, terminada en punta, e insertada perpendicularmente en el tallo; mientras que la espina se inserta oblicuamente y está constituida por una elevación de los tejidos epidérmico, parenquimático, y un hacecillo fibro vascular.

A este conjunto de pe-

TEJIDOS = EPIDERMICO

los, agujones y papilas, se les llama **tricomas**.

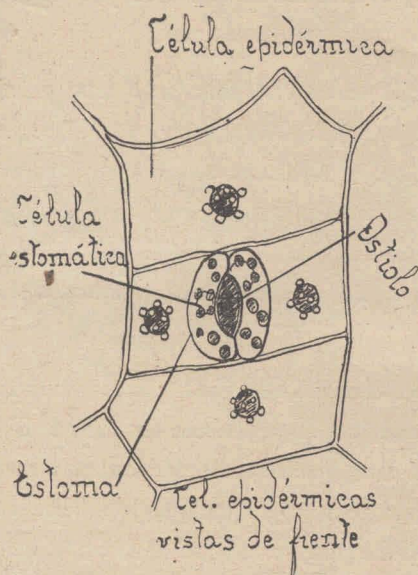


Figura 32

Fáltanos hablar de la modificación más interesante, por su valor fisiológico, que experimenta el tejido epidérmico.

En la epidermis de la cara inferior de las hojas (Fig. 32), algunas células se modifican tomando la forma de un riñón o de una media luna y se disponen de a dos, mirándose por la parte cóncava de la media luna, son las llamadas células **semilunares**, **constrictoras** o **estomáticas**. Semilunares, por su forma; constrictoras, porque, como veremos después, tienen la propiedad de contraerse, y estomáticas, porque originan los estomas. También se las llama **células de cierre**.

y a los estomas se les denomina **aparatos estomáticos**

Los estomas, pues, están formados por dos células epidérmicas modificadas. En su centro tienen un orificio, es el **ostiolo**, (de **ostium**, pequeña puerta) y en su profundidad una depresión, **cámara subestomática**, que se comunica con el exterior por el ostiolo (Figs. 32 y 33) y que está revestida por células con clorófila, (Fig. 33).

Los estomas de las plantas aéreas están llenos de aire que entra y sale facilitando la respiración del vegetal. Merced a que

las células constrictoras o de cierre, se abren y se cierran a voluntad, es que los estomas regulan los intercambios gaseosos de la planta: respiración, transpiración y fotosíntesis.

En las plantas aéreas que viven en climas húmedos, **plantas higrófilas**, los estomas son muy numerosos para que el vegetal pueda exhalar en forma de vapor el exceso de agua que absorbe, mientras que en las **plantas xerófilas**, plantas que viven en lugares de clima seco, los estomas son escasos, reduciéndose así la superficie de eliminación del agua, que le es tan necesaria a esas plantas.

Los estomas se disponen comunmente en las hojas, variando el sitio en que se encuentran, según se oriente la lámina. Si la hoja se dispone aproximadamente horizontal, los estomas se sitúan en la cara inferior; pero si la hoja tiende a disponerse verticalmente, los estomas se distribuyen en las dos caras de la lámina.

En cuanto a los estomas de las plantas acuáticas, **plantas hidrófilas**, situados en la epidermis de la cara superior de las hojas, están llenos de agua, **acuíferos**, y no se cierran porque las células semilunares no son constrictoras. Esto sucede cuando las hojas flotan; pero si las hojas están sumergidas, los estomas faltan y los fenómenos osmóticos los efectúa la hoja, a través de toda su epidermis que es delgada.

En las plantas **áfilas**—que carecen de hojas—como las caíceas, o en las plantas de hojas reducidas, los estomas se ubican también en el tallo. Los estomas son reducidos. Los más grandes conocidos, son los del trigo, que miden 0.079 milímetros de longitud y 0.039 mm. de ancho.

Las células estomáticas poseen siempre cloroleucitos y amilo-

TEJIDOS = PARENQUIMÁTICO

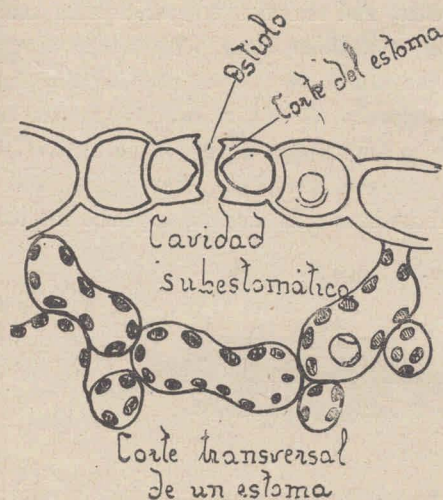


Figura 33

plemente el de **epidermis**.

leucitos, es decir, clorófila y almidón, lo que, ya sabemos, es una excepción en el tejido epidérmico.

Localización. — Para finalizar con la descripción de este tejido, digamos que se **localiza** en todo el exterior del vegetal joven (más adelante estudiaremos que en los vegetales viejos puede faltar). En la raíz recibe el nombre de **epiblema**, en la flor el de **epitelio** y en el resto del vegetal, sim-

TEJIDO PARENQUIMÁTICO

El tejido **parenquimático** o **fundamental**, originado por las células del mismo nombre (Fig. 23, C), de forma cilíndrica, prismática o irregular, es para el vegetal, como el tejido muscular para los animales, constituyendo toda la parte carnosa de la planta.

Funciones. — En él se desarrollan importantes funciones, como ser la elaboración y almacenamiento de sustancias alimenticias, entre éstas almidón, inulina, grasas, aceite, agua, azúcar y otros hidratos de carbono.

Según esas funciones, el tejido parenquimático o fundamental (**fundamental**, porque es básico en la constitución de la plan-

ta) recibe nombres diferentes. Así tenemos un **parénquima acuífero**, cuando contiene agua; **clorofílico**, cuando sus células tienen abundantes cloroleucitos; **amilífero**, cuando es rico en almidón; **de reserva**, cuando contiene sustancias orgánicas almacenadas; **de secreción**, cuando aloja productos que el vegetal no utiliza, como las gomas, oxalato de calcio, aceites, etc.; o los denominados **aerénquimas**, que son parénquimas con amplios espacios intercelulares, que contienen aire.

En términos generales, los parénquimas (Figs. 75 y 101) más superficiales en el vegetal, contienen clorófila y los más internos las sustancias alimenticias de reserva, elaboradas merced a los primeros. De acuerdo a esto se los clasifica en:

Parénquimas	almacenadores	Contienen clorófila y elaboran sustancias orgánicas
	asimiladores	Contienen en depósito a las sustancias de reserva

A su vez los parénquimas almacenadores, según lo que contienen, se clasifican en:

Parénquimas almacenadores	acuíferos	Contienen agua de reserva
	de reserva	Contienen sustancias orgánicas de reserva, que la planta gasta, si las necesita.
	aerénquimas	Contienen aire en espacios intercelulares
	de secreción	Contienen productos que la planta no necesita, y los elimina o mantiene guardados

TEJIDOS = PARENQUIMATICO

Modificaciones. — El tejido parenquimático suele sufrir modificaciones. A veces las membranas de sus células se impermeabilizan transformando la celulosa que las constituye, en **suber o corcho**. Cuando la impermeabilización se hace sólo en una parte de las células, llámase a éstas **endodérmicas** (Fig. 23, D) y su conjunto forma lo que algunos histólogos llaman **tejido endodérmico**; pero que en realidad es tejido parenquimático modificado (Figs. 50 y 75).

Cuando esa impermeabilización es total, la célula muere, quedando convertida en una celdilla repleta de suber o corcho (Fig. 24, A). Al conjunto de células en esa condición, se les ha llamado **tejido suberoso**, que, a semejanza del endodérmico, es, en realidad, tejido parenquimático modificado (Fig. 75).

Otras modificaciones del parénquima son las células **colenquimáticas** y **esclerenquimáticas** (Fig. 24, B y C), que ya conocemos y que forman los **tejidos colenquimático** y **esclerenquimático**.

Localización. — La localización del tejido parenquimático es amplia en todo el vegetal. Se le encuentra en la corteza y cilindro central de tallos y raíces, en las hojas, en las flores, semillas y frutos (Figs. 50, 75 y 101).

A los parénquimas que se disponen superficialmente en raíces y tallos se les llama, **parénquimas corticales** y a los que se sitúan profundamente, **parénquimas medulares**.

Ahora describiremos los tejidos que se originan por modificación del tejido parenquimático. Los tejidos modificados como el colénquima y el esclerénquima, que sirven para aumentar la **resistencia** del órgano del vegetal en que se encuentran, se denominan **estereomas**.

TEJIDO ENDODERMICO

En realidad es un pseudo tejido. Más bien es una túnica o vaina de células endodérmicas, cuya función es la de proteger, y separar a la vez, a los tejidos que forman la médula de raíces

y tallos, de la corteza de estos mismos órganos. Las células que lo constituyen, ya nos son conocidas.

TEJIDO SUBEROSOS

En muchos vegetales la epidermis suele faltar (tronco de la mayoría de los árboles) siendo reemplazada por el **tejido suberoso**, tejido de funciones protectoras formado por células parenquimáticas, muertas, transformadas y conteniendo por lo común aire.

Las capas de suber se superponen, siendo el tejido estratificado. Su origen es secundario, pues lo origina la zona de células parenquimáticas situada en la corteza de los tallos y denominada **felógeno**, células que, readquiriendo la función de reproducirse, forman un **meristema secundario**.

El tejido suberoso, **suber** o **corcho**, suele alcanzar grandes espesores. Un ejemplo es el **alcornoque**, de cuya gruesa capa de suber se extrae el corcho conque se fabrican los tapones.

Este tejido, que protege al vegetal contra la acción de factores adversos: condiciones climáticas, parásitos destructores, etc., como es impermeable dificultaría los intercambios gaseosos y para facilitarlos, en algunos sitios su superficie se eleva y se debilita en espesor, originando verdaderos poros.

A esas elevaciones se les llama **lenticillas** o **lentejuelas**.

TEJIDO COLENQUIMATICO

Es un tejido no muy bien organizado. Intervienen en su formación las células colenquimáticas, células vivas ya descriptas. La función de este tejido, es transmitir al órgano en que se encuentra, mayor resistencia y elasticidad, facilitando la defensa del vegetal contra la acción de los vientos.

Se localiza en las nervaduras y peciolo de las hojas, pedúnculos, florales y tallos.

TEJIDO ESCLERENQUIMATICO

Está formado por células esclerenquimáticas, lignificadas.

TEJIDOS = FIBRO VASCULAR

Es por excelencia un tejido de sostén, contribuyendo a reforzar la resistencia de ciertos órganos del vegetal. Desempeña también una función protectora, cuando se encuentra formando el carozo que guarda a algunas semillas.

Se le encuentra en los tallos entre el tejido fibro vascular; en los carozos del damasco, ciruela, durazno, guinda; y en la cáscara o cubierta de protección de los cocos, almendras, nueces y avellanas.

TEJIDO FIBROVASCULAR

Este tejido, también llamado de **conducción**, porque por él circula la savia y de **sostén**, porque por ser resistente, desde que es leñoso en parte, forma el verdadero esqueleto del vegetal, está formado por células íntimamente modificadas. Los elementos celulares que intervienen en su constitución, son las fibras, los vasos y los tubos cribosos, que se juntan para formar agrupaciones fibrovasculares denominadas **hacecillos**.

Las **fibras**, ya estudiadas (Fig. 25), son los elementos de resistencia.

Los vasos pueden ser de dos clases: las tráqueas y las traqueidas. Están formados por células muertas, cuyas membranas se lignifican y cuyo contenido es agua con abundantes sales y pequeñas cantidades de aire.

Los vasos **traqueídas** están formados por células aisladas, alargadas y, como hemos dicho, muertas. Al ponerse en contacto con otras no se reabsorben sus membranas transversas y los intercambios osmóticos se efectúan mediante las **puntuaciones** (partes no espesadas de las membranas).

En las Gimnospermas y en algunas Angiospermas, se encuentra este tipo de vaso traqueida. Son de pequeñas dimensiones, midiendo, por lo común, entre 1 milímetro a 1 centímetro de longitud.

Los vasos **tráqueas** son conductos largos originados de la siguiente manera: Las células se agrupan en cordones longitudinales, apilándose como monedas (Fig. 34, A), luego se van alargando y regularizando su contorno (Fig. 34, B); en la (Fig. 34, C), continúan alargándose y haciéndose más lisa su periferia; luego se inicia la reabsorción de las membranas celulares, en los puntos en que las células se han puesto en contacto al apilarse (Fig. 34, D), y por último la reabsorción es total, el contorno se ha vuelto liso, y estamos en presencia de un **vaso tráquea**, (Fig. 34, E).

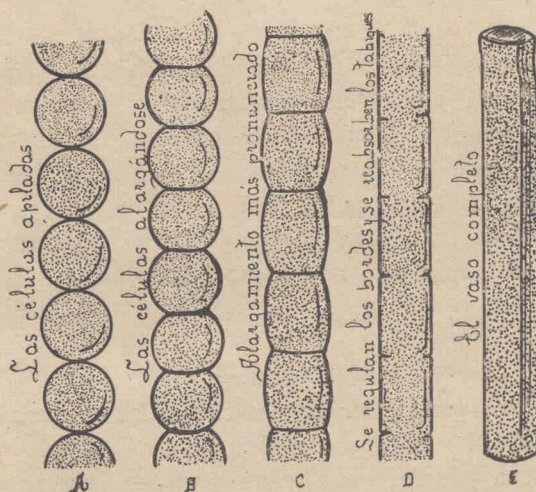


Figura 34

La longitud de las tráqueas, que como todos los vasos son capilares, es variable. Las hay que miden algunos centímetros, 10 centímetros por lo común; otras alcanzan a 2 metros de largo (tráqueas de las encinas) y otras a más de 2 metros de largo (tráqueas de las lianas o plantas trepadoras). En cuanto al diámetro de la luz de estos vasos capilares, oscila entre décimos, centésimos y milésimos de milímetro. (Tráquea de las lianas, diá-

TEJIDOS = FIBRO VASCULAR

metro = 0,7 milímetros; tráqueas del tilo, diámetro = 0,06 milímetros).

Las paredes de las tráqueas y traqueidas, se endurecen incrustándose de lignina, por ese se les denomina en conjunto: **vasos leñosos** y son por consiguiente los que forman la **madera** o **leño** del vegetal.

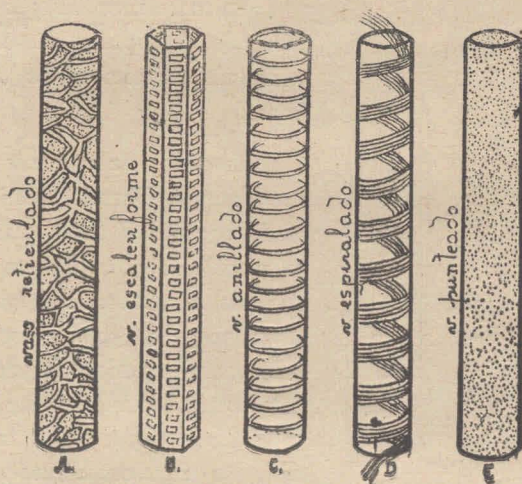


Figura 35

Esas incrustaciones dan consistencia a la pared del vaso, evitando que al ser comprimidos por otras células, se deformen.

Según la forma en que se efectúen los espesamientos o incrustaciones de lignina, el vaso adquiere aspectos diversos, distinguiéndoselos con diferentes nombres: vasos **reticulados**, **escalari-formes**, **anillados**, **espiralados**, **punteados**, etc., (Fig. 35, A, B, C, D y E), respectivamente.

Los **tubos cribosos** (Fig. 36), llamados también **liberianos**, están formados como las tráqueas por cordones longitudinales de

células; pero de células vivas, cuyas membranas no se espesan, manteniéndose celulósicas. Pese a que sus paredes no se lignifican, estos tubos no son comprimidos por las células que los limitan, pues el protoplasma de las células que lo forman, mantienen a las paredes tensas.

Los tabiques de separación entre célula y célula, no se reabsorben totalmente como en las tráqueas; la reabsorción es parcial y aparecen llenos de puntuaciones tomando el aspecto de una criba, y de ahí el nombre de tubos **cribosos**.

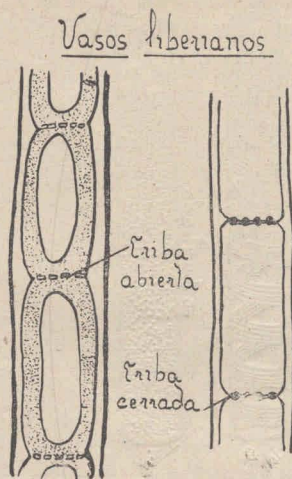


Figura 36

Estas cribas no permanecen siempre abiertas. Cuando termina el período vegetativo de la planta y ésta entra en reposo, las puntuaciones cribosas se obturan (cierran), pues se recubren de **callosa**, que es una substancia orgánica. Cuando el vegetal reanuda su actividad, la callosa se disuelve y el tubo criboso reinicia su funcionamiento. A veces la callosa obtura definitivamente a los tubos cribosos, que son entonces

reemplazados por otros nuevos que organiza la planta.

Modificaciones. — Como modificaciones pueden considerarse los diferentes aspectos que presentan las tráqueas y traqueidas, según presentan en sus paredes espesamientos anillados, espiralados, etc.

Localización. — Se encuentra el tejido fibrovascular en el cilindro central de raíces y tallos (Figs. 50 y 75); en el peciolo de las hojas y en ellas mismas, en forma de vasos llamados nervaduras; en el pedúnculo de las flores y en los ciclos que las constituyen.

TEJIDOS = FIBRO VASCULAR

Funciones. — Se deduce de lo explicado, que las funciones de este tejido son las de sostén y conducción. Garantiza el **sostén** gracias a la resistencia que ofrecen sus fibras y sus tráqueas y traqueidas lignificadas; facilita la **conducción** merced a los vasos leñosos y tubos cribosos que lo forman.

Por los **vasos leñosos**, conduce la **savia bruta** y por los **tubos cribosos**, la **savia elaborada**; pero esto lo estudiaremos en el capítulo que habla de circulación.

Sobre el modo de disponerse los hacesillos fibro vasculares en tallos y raíces, y las formaciones secundarias de estas partes del vegetal, hablaremos en los capítulos IV y V.

CAPITULO IV

RAIZ

Origen y generalidades de la raíz. Modificaciones en el desarrollo. Modificaciones según el ambiente. La raíz considerada exteriormente: sus zonas. Crecimiento en longitud. Estructura de la raíz. Crecimiento en grosor. Modo de ramificarse la raíz. La raíz y la gravedad. La raíz y la luz. La raíz y la humedad. La raíz y la temperatura. La raíz y los traumotropismos. Duración y usos.

Origen y generalidades de la raíz

En páginas anteriores hemos fundamentado el concepto de que todo ser vivo proviene de otro ser vivo (reproducción asexual) o de una célula inicial (huevo o cigota), originada por otros dos seres (padre y madre).

Esa célula, al multiplicarse, origina un conjunto de células que se van agrupando y diferenciando hasta formar un ser pequeño, rudimentario, en el cual se bosquejan las partes del ser adulto; ese ser rudimentario es el **embrión**. Los vegetales, lo mismo que los animales, pasan por ese estado previo, embrión, antes de desarrollarse por completo.

El embrión vegetal se origina en la semilla y en él se observan (Fig. 37) un eje llamado **tallito**, con un extremo superior, la **plúmula** o **gémula**; con otro extremo inferior, la **radícula**, y con expansiones laterales: los **cotiledones**.

Cuando la semilla germina, el embrión crece y cada una de las partes que hemos enumerado originarán una de las partes del vegetal. La plúmula o gémula, al crecer, originará el **tallo** de la planta; los cotiledones, las **hojas primitivas** y la radícula, la **raíz**.

Aunque ya hablaremos de todo esto con más detalles en el capítulo que trata de semilla, con los conceptos que ustedes acababan de aprender, queda conocido cuál es el origen de la raíz. Resumiendo: **la raíz proviene de la radícula del embrión vegetal**.

Sin embargo, esto sucede en las plantas Dicotiledóneas y en las Gimnospermas; pues en las plantas Monocotiledóneas, el ori-

RAÍZ

gen de la raíz es distinto. En estos vegetales, la radícula del embrión muere en vez de convertirse en una raíz principal, como en los otros vegetales, y de la base del talluelo salen numerosas raíces adventicias, que han de transformarse, después, en un conjunto de raíces fibrosas.

No todos los vegetales tienen una raíz francamente desarrollada. Las plantas más inferiores — **talófitas** —, en vez de raíz poseen unas prolongaciones finísimas denominadas **rizoides**, porque desempeñan funciones semejantes a las de la raíz.

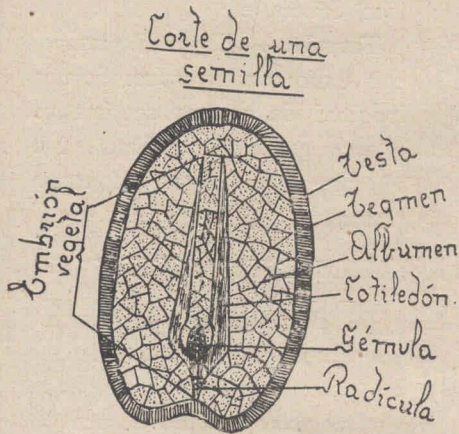


Figura 37

a veces es **parda** y su forma es **cónica**, a base superior. Claro está que esto tiene sus excepciones. Por ejemplo: algunas raíces acuáticas y otras aéreas, tienen un color **blanco verdoso** y otras veces **anacorado**, color éste, propio de muchas raíces aéreas, de las que, por esta causa, se dice que poseen **velo**. También dentro de las raíces terrestres hay variaciones de color, como la zanahoria, de color **anaranjado**; los rábanos, de color **rojo**; la remolacha, de color **amarillo**, etc. En términos generales, el color de la raíz es, por lo común, blanco o ligeramente pardo; pero puede tener otras coloraciones, con excepción del verde, desde que no tienen cloroleucitos.

Funciones. — La raíz en los vegetales superiores tiene características especiales. La función que desempeña es la de **fijar** la planta al suelo y la de **absorber** y conducir las sustancias que el vegetal necesita para alimentarse (agua, sales, etc.).

Color. — Su **coloración** es **blanca**, por carencia de clorófila,

Forma. — La forma común de la raíz es la cónica (zanahoria), pero pueden parecerse a **hilos** (trigo) o ser **esféricas** (rábanos), o experimentar engrosamientos caprichosos — **tubérculos** — (orquídeas), etc.

Consistencia. — Su consistencia depende de la mayor o menor cantidad de tejido fibro vascular que posean. De ahí que existan raíces **herbáceas** y **leñosas**. Herbáceas, como las del Trigo, Maíz, etc.; leñosas, como las de los Alamos, Sauces, etc.

Tamaño. — El tamaño tampoco es fijo; existen raíces de una longitud de escasos centímetros y otras que alcanzan hasta 40 o 50 metros de largo (la Acacia blanca).

MODIFICACIONES

En el desarrollo. — A veces las raíces están representadas por un eje central muy desarrollado y otras veces constan de una serie de ramificaciones sin un eje principal. En el primer caso se llaman **típicas** o **pivotantes** (Fig. 38) y en el segundo **atípicas** o **ramificadas** (Fig. 39).

Muchas raíces están representadas por un manojo de hilos delgados que parten de una región

común, conocida con el nombre de **cuello**, que marca el límite entre raíz y tallo: son las raíces en **cabellera**; cuando esos hilos son delgados, la raíz se llama **filiforme**, como las Gramíneas; cuando son gruesos como cordones, la raíz se denomina **fibrosa** (Fig. 40), como en las Palmeras, y cuando esos cordones se modifican, engrosándose porque se cargan sus tejidos de substan-



Figura 38

RAÍZ



Figura 39

gias alimenticias, la raíz se llama **tuberosa** o raíz almacenadora, puesto que en cada engrosamiento se acumulan abundantes alimentos de reserva (Fig. 41), como en las Dalias.

Otras plantas tienen raíces mixtas, es decir, raíces formadas por tubérculos y fibras: son las raíces **fibrotuberosas** (Fig. 42).

Existen numerosas plantas con raíces almacenadoras, como por ejemplo, la batata dulce, los espárragos, la remolacha, la zanahoria, los nabos, etc., donde se acumulan, entre otras, las siguientes sustancias alimenticias de reserva: almidón, glucosa, sacarosa, etc., que el vegetal utiliza en determinadas épocas de su vida, ya sea para su nutrición, si las condiciones del medio le fuesen adversas; ya sea para reproducirse por **multiplicación vegetativa**. (Ver capítulo XII).

Según el ambiente. —

La palabra raíz parece traer aparejada la idea de tierra, y cierto es que la generalidad de las raíces viven en ese medio; pero muchas se desarrollan en am-

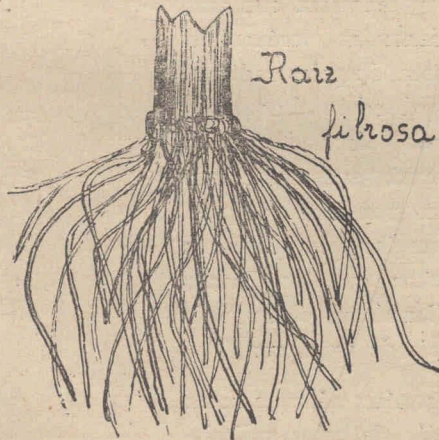


Figura 40

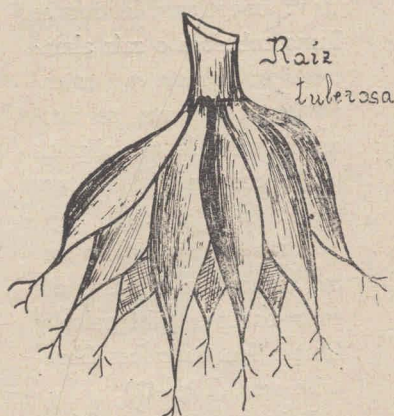


Figura 41

bientes distintos y así tenemos raíces acuáticas y aéreas, y entre estas últimas, tres variaciones importantes: las parásitas, las epífitas y las adventicias.

Las raíces acuáticas viven sumergidas en el agua, carecen por lo común de pelos radiculares, elementos que estudiaremos más adelante, y en su estructura in-

terna se notan grandes espacios entre sus células denominados meaos o lagunas. Estos espacios, a los que ya nos hemos referido al hablar del tejido parenquimático en el capítulo III, están, en este caso, llenos de aire, pudiendo las raíces acuáticas, merced a que ese aire disminuye la densidad del órgano, flotar en el agua..

Este parénquima con aire, se denomina **aerénquima**. Carecen de pelos radiculares y absorben el agua por ósmosis, efectuada por la epidermis, pues sus células tienen membrana delgada.

Ejemplos de plantas acuáticas son los Juncos, los Camalotes, el Irupé, la Lenteja de agua, etc.

Las raíces aéreas carecen también de pelos radiculares, su epidermis es de un color blanco anacarado, que se denomina **velo**, sirven

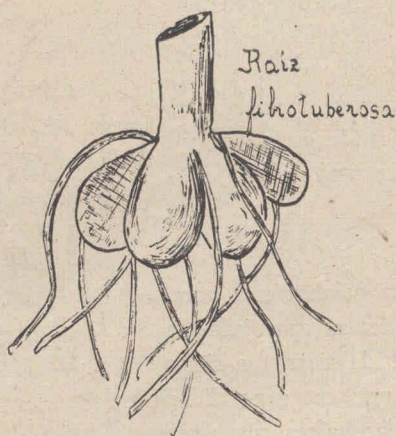


Figura 42

RAÍZ

como elementos de sostén, pero a veces absorben alimentos.

Algunas clases de raíces aéreas se introducen en las hojas de otros vegetales y del protoplasma de sus células extraen el alimento, son las raíces **parásitas**, llamadas también **chupadoras** o **austorios**. Ejemplo: la **Cuscuta** o **cabello de ángel** que se desarrolla sobre el tallo de la alfalfa; a **Cuscuta europæa** o **barbas de capuchino**, que vive sobre los tallos del sauce.

La *Cuscuta* es muy perjudicial, pues las plantas atacadas por ella, mueren.

Otra planta con raíces parásitas, pero que tiene clorófila, es el **Muérdago**, que ataca con preferencia a los troncos y ramas de los Algarrobos, Perales, Alamos, etc. Sus raíces perforan la corteza del árbol atacado y absorben su alimento.

Otras plantas viven sobre el tronco de otros vegetales, pero no extraen de ellos sus alimentos: son las plantas **epífitas**. Esta clase de vegetales, de los que son ejemplos, la **orquídea epífita** y el **cavel de aire** (Fig. 43), se adhieren al tronco de un árbol mediante sus raicillas que forman una intrincada trama, donde se alojan arañas e insectos, que dejan desperdicios que son disueltos, juntos con el polvo del aire, por el rocío o la lluvia y absorbidos por el vegetal.

Pero las raíces aéreas más frecuentes de encontrar son las **adventicias**, raíces trepadoras, verdaderos garfios con que el vegetal se adhiere a los muros y a veces a la misma tierra.

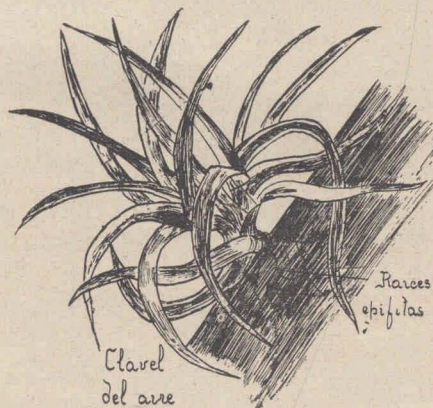


Figura 43

Mucho se ha opinado sobre las raíces adventicias. Para gran cantidad de botánicos, raíz adventicia es toda aquella que se ori-

gina en lugares anormales para su desarrollo, como ser en las hojas, en los tallos y en los frutos, es decir, que no se desarrollan en la radícula del embrión.

Las raíces adventicias que ustedes encontrarán con más facilidad, son las que se originan en los tallos de la **hiedra** (Fig. 44), que le sirven a la planta para sujetarse a los muros por donde sube. En los tallos **rastreros** o **estolones** de la violeta, también se originan raíces adventicias, que luego se introducen en la tierra.

La **higuera religiosa** de la India origina también raíces adventicias en sus ramas, que descienden perpendicularmente, introduciéndose en la tierra como verdaderos troncos. Son también raíces adventicias, las originadas por las hojas de algunas plantas, **begonias**, que sujetas con un alfiler a una pared húmeda, originan en sus bordes pequeños brotes con raicillas (Fig. 45). De esto nos ocuparemos con más detención al hablar de reproducción vegetativa en las plantas.

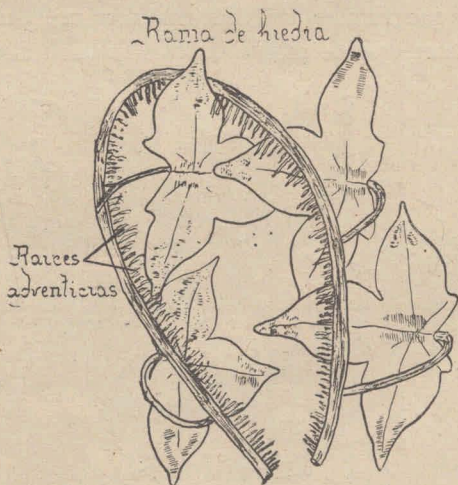


Figura 44

ZONAS DE LA RAIZ

En una raíz considerada exteriormente se diferencian, estudiándola desde su extremo inferior hasta su continuación con el tallo, cuatro zonas bien definidas: la zona de la cofia, la zona lisa

o zona de crecimiento, la zona de los pelos radiculares y la zona suberosa.

RAÍZ

Zona de la cofia —

La zona de la cofia, que también se llama **piloriza** o **rizocaliptra** (Fig. 46, A), está formada por células transformadas que constituyen una especie de bonete o dedal, encajado, por así decir, en la punta de la raíz.

Protege la extremidad de la zona de crecimiento, llamada **cono vegetativo de la raíz**, en donde se encuentran las células especiales que se han estudiado en el capítulo III, con el nombre de **células meristemáticas**. Células éstas que, como veremos después, originan el crecimiento en longitud de la raíz. Esta pro-

tección consiste en evitar los roces con las durezas del suelo, a medida que la raíz crece, labrándose un surco. En ese sentido se admite para la cofia, la función de un verdadero taladro que va perforando la tierra.

Al crecer la raíz, las células superficiales de la piloriza, mueren destruidas por el roce continuo de las paredes del trayecto que se labra, pero son reemplazadas por nuevas células, originadas en el cono vegetativo.



Figura 45

Zona de crecimiento —

La zona lisa o zona de crecimiento, se encuentra por encima de la cofia, en el espacio comprendido entre ésta y la zona de

los pelos radicales (Fig. 46, A). Mide escasamente un centímetro. Está tapizada por células epidérmicas y en su interior, en la región del cono vegetativo, se encuentran las células meristemáticas, que originan el crecimiento en longitud de la raíz.

Exteriormente, por su parte superior, va originando los pelos radicales, a medida que la raíz crece.

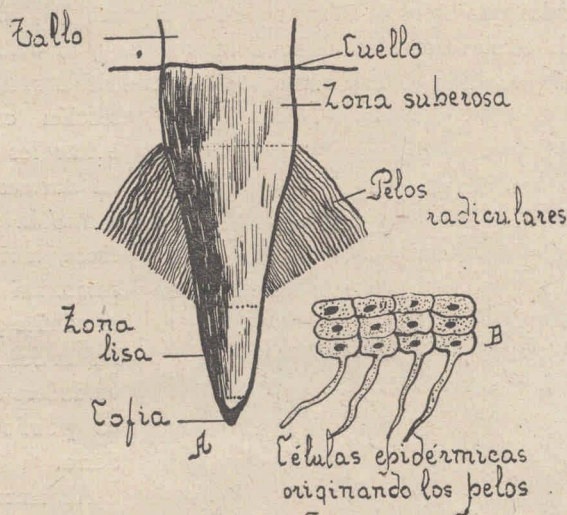


Figura 46

Zona de los pelos radicales —

La zona de los pelos radicales o zona pilífera, se encuentra inmediatamente después de la anterior, comprendida entre ella y la zona suberosa (Fig. 46, A). Tiene el aspecto de un verdadero manguito o brazal, que circunda la raíz. Ese brazal está formado por células epidérmicas modificadas, cuyas membranas han emitido prolongaciones denominadas pelos radicales o pelos absorbentes.

Los pelos absorbentes son numerosísimos, existiendo plantas que, por cada milímetro cuadrado de zona pilífera, tienen más de 300 y hasta de 400 pelos.

Se renuevan continuamente y su longitud aumenta de abajo hacia arriba; de ahí que los pelos absorbentes más pequeños, se encuentren limitando la zona lisa y los más grandes, limitando la zona suberosa.

Hemos dicho que la zona lisa, por su parte superior, va originando los pelos radiculares, a medida que la raíz crece y agreguemos que, a medida que los pelos absorbentes, que han alcanzado su máximo de longitud, se marchitan y caen, va aumentando de extensión la zona suberosa.

Estos pelos radiculares son tan delgados, que al extraer una raíz se rompen con entera facilidad. De ahí que, para poder observarlos, es conveniente plantar una semilla de un guisante cualquiera, en un poco de arena húmeda, que cederá sin mayor esfuerzo al extraer la planta, conservándose así los pelos radiculares, que pueden alcanzar, los más grandes, una longitud aproximada de 1 centímetro.

La importancia de la zona de los pelos radiculares o absorbentes, es debida a que, mediante ella, se nutre el vegetal. Es la única zona de la raíz por donde se efectúa la absorción.

Zona suberosa —

Como su nombre lo indica, esta zona está formada por células cuyas membranas se han ido **suberificando**, por transformación de su **celulosa** (hidrato de carbono) en **suberina**.

Se encuentra comprendida entre la zona de los pelos absorbentes y el sitio donde la raíz se continúa con el tallo (Fig. 46, A), sitio denominado **cuello**.

De las cuatro zonas descriptas, es la más extensa; pues a medida que la raíz crece, la zona suberosa va ampliándose, mientras que las otras tres zonas: cofia, zona lisa y zona de los pelos absorbentes, sin variar de longitud, se mantienen constituyendo los centímetros terminales de la raíz.

La función de la zona suberosa es la de proteger los tejidos internos de la raíz.

CRECIMIENTO EN LONGITUD

Si se toma la radícula de un embrión y con tinta china se la divide desde su punta a su base en espacios de un centímetro (Fig. 47, A) y luego se la coloca en un medio húmedo, para que pueda continuar desarrollándose, se observará, después de un cierto tiempo, que el espacio que corresponde a la punta se ha alargado, mientras que los otros han permanecido inalterables en su longitud (Fig. 47, B). Si a ese espacio de la punta se le divide en espacios pequeños de un milímetro (Fig. 47, C), se observará que los milímetros marcados mismo en la punta, permanecen inalterables, mientras que los que están por encima, en la región **subterminal**, han variado de longitud (Fig. 47, D).

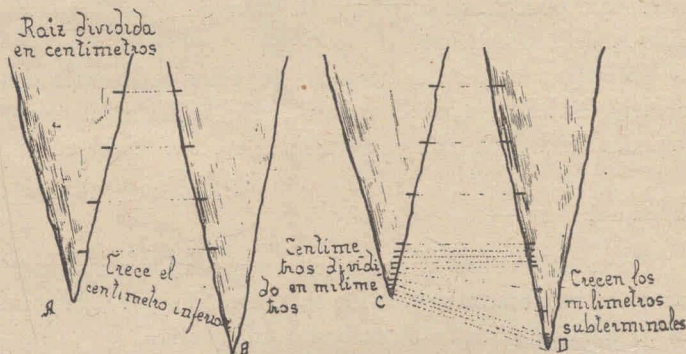


Figura 47

Este experimento sencillo, demuestra que el crecimiento en longitud de la raíz es **subterminal**. Este crecimiento es producido por células meristemáticas que, como sabemos, son las únicas que tienen la propiedad de reproducirse en el vegetal.

RAÍZ

Según las plantas a que pertenezcan las raíces, estas células se encuentran en número de una y de tres células o capas celulares, denominándose en ese caso a las raíces, **monoacrorrizas** y **triacrorrizas**, respectivamente.

En las **Fanerógamas**, las raíces son triacrorrizas y en las **Criptógamas** monoacrorrizas.

Cuando una raíz es triacrorrizas (Fanerógamas), las tres células o capas meristemáticas se sitúan en la región subterminal, en la forma que lo demuestra la figura 48, es decir, una encima de otra, apiladas. La célula o capa celular inferior, llamada **dermatógena**, se multiplica y origina células que se transforman y constituyen la **epidermis** y la **cofia** o zona de protección del meristema (tejido meristemático o conjunto de células meristemáticas); la célula o capa celular mediana, llamada **periblema**, origina las células que van a formar la **corteza**, y la célula o capa celular superior, llamada **pleroma**, produce las células que forman el **cilindro central**.

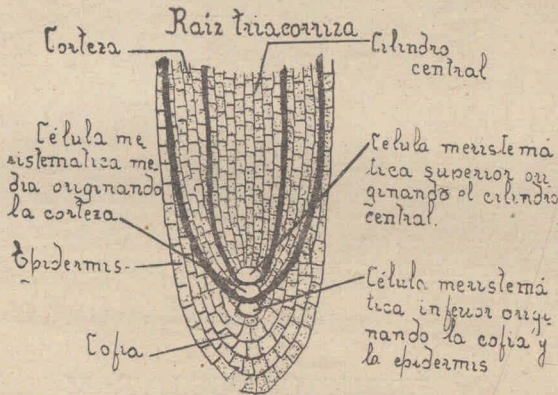


Figura 48

En cambio, cuando la raíz es monoacrorrizas (Criptógamas vasculares), una sola célula meristemática produce el crecimiento en longitud. Esa célula (Fig. 49), tiene forma piramidal. Al

multiplicarse, las células que se disponen del lado de su cara inferior forman el casquete y las que se ubican por encima de sus caras laterales originan la corteza y el cilindro central.

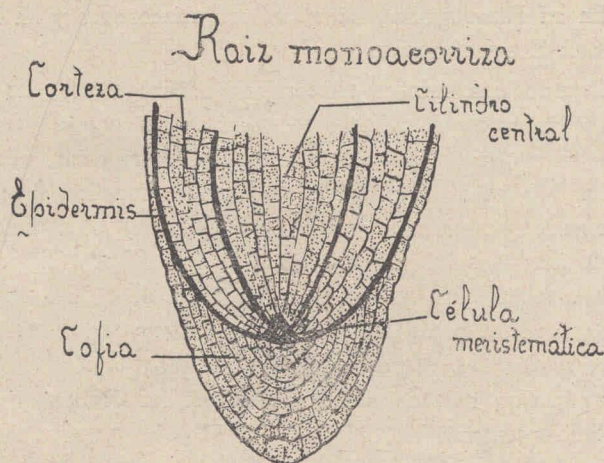


Figura 49

La descripción hecha puede experimentar algunas modificaciones. Por ejemplo: en algunas Dicotiledóneas, la cofia o piloriza puede ser formada, no sólo por la capa dermatógena, sino por el periblema y, a veces, por el pleroma (Leguminosáceas y Gimnospermas).

ESTRUCTURA DE LA RAIZ

Haciendo un corte transversal en una raíz, se observan (Fig. 50) una serie de capas celulares adosadas unas a otras, que forman la estructura de esa parte del vegetal. Esas capas se agrupan en dos grandes zonas: la **corteza** y el **cilindro central**, externa la primera, central o interna la segunda.

RAIZ

Supongamos que el corte se ha hecho en la raíz a la altura de la zona de los pelos radiculares y describamos desde la periferia al centro las capas que forman la **corteza**.

Primero (Fig. 50), encontramos una capa de **tejido epidérmico**, formada por una sola hilera de células, de membranas delgadas, que se prolongan originando los pelos radiculares. Esta

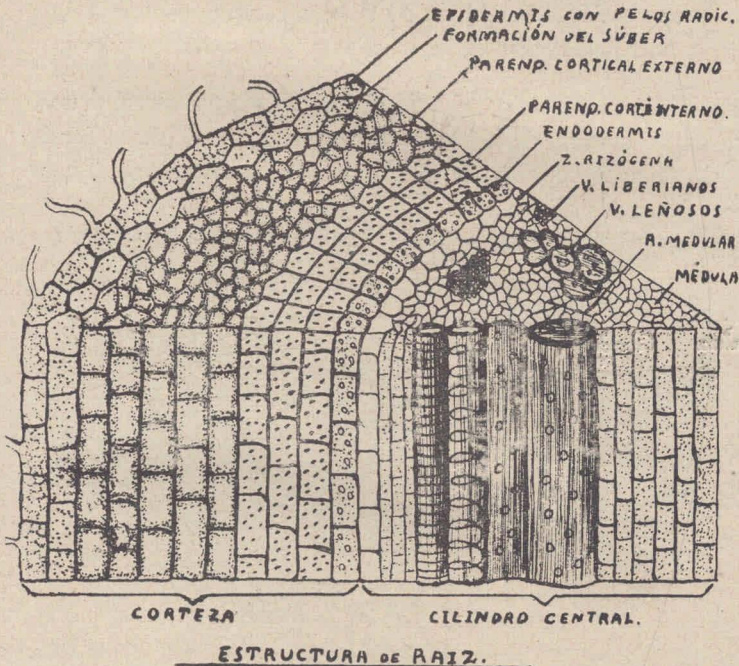


Figura 50 •

capa falta en la parte más superior de la raíz y es reemplazada por parénquima suberificado. Segundo, una capa de **tejido parenquimático cortical externo** (parenquimático, por la clase de células que lo forman; cortical, porque corresponde a la corteza; externo, para diferenciarlo de otro más interno que estudiaremos en seguida. Las células de esta capa son irregulares y se dispo-

nen también irregularmente, sin dejar meatos o lagunas entre sí; la hilera más superficial de estas células, se suberifica ligeramente, situándose debajo de la epidermis, a la que reemplaza cuando ésta falta. Tercero, una capa de **tejido parenquimático cortical interno**, formado por células parenquimáticas regulares, dispuestas concéntricamente y radialmente, dejando meatos entre sí. Cuarto y último, una capa de células endodérmicas, **zona endodérmica**, formada por células prismáticorrectangulares, que provienen de una transformación de las células parenquimáticas y que establece una separación entre la corteza y el cilindro central.

En los tejidos de la corteza de la raíz, no existen cloroleucitos, salvo en la corteza de algunas raíces aéreas y acuáticas, donde hay clorófila; pero abunda el almidón, la sacarosa, glucosa y otras sustancias alimenticias.

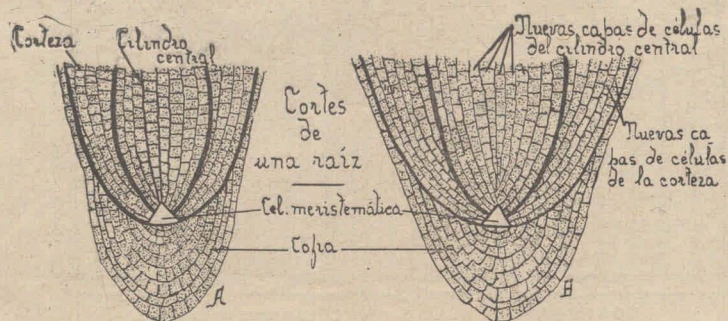


Figura 51

Terminada la corteza comienza el **cilindro central**, formado todo por un conglomerado de células parenquimáticas. Las más superficiales de estas células, las que están en contacto (Fig. 50) con la zona endodérmica, se diferencian y constituyen la **zona rizógena o periciclo**, que es la que produce las raíces secundarias. Esta zona, que a veces puede faltar, casi siempre está representada por una sola capa de células.

RAIZ

Por dentro de la zona rizógena y de trecho en trecho, se ven alternadas, manchas claras y oscuras: son los **hacecillos liberianos** y **leñosos**, respectivamente, que constituyen el **tejido fibrovascular** o conjunto de vasos y fibras.

Por los **vasos leñosos**, **tráqueas** y **traqueidas** de esculturas distintas y paredes duras, colocados más cerca del centro del cilindro central, constituyendo la **parte vascular** o **xilema**, sube la **savia** sin elaborar (líquido con sustancias alimenticias absorbido al nivel de los pelos radiculares), y por los **vasos liberianos**, de paredes blandas, colocados más superficialmente en el cilindro central, constituyendo la **parte cribosa** o **floema**, desciende la **savia elaborada**.

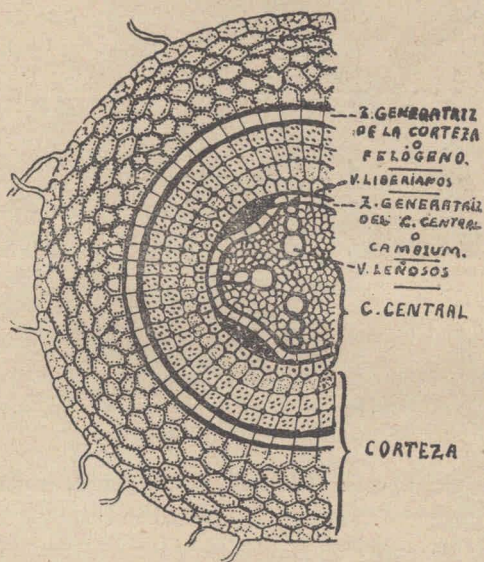


Figura 52

Todo el resto del cilindro central está formado por células parenquimáticas. La parte propiamente central, se denomina **médula**, y las porciones de médula colocadas entre dos hacecillos fibro vasculares, se llaman **radios medulares**.

La estructura que acabamos de conocer, es la **estructura primaria** de la raíz.

Crecimiento en grosor. — Las raíces de las plantas Monocotiledóneas y de las Criptógamas, siempre conservan, salvo ligeras variantes, la estructura primaria, y si bien es cierto que crecen en grosor, es decir, en circunferencia, ese crecimiento se hace por nuevas capas de células originadas por las células meristemáticas, que se intercalan entre las existentes (Fig. 51, A y B).

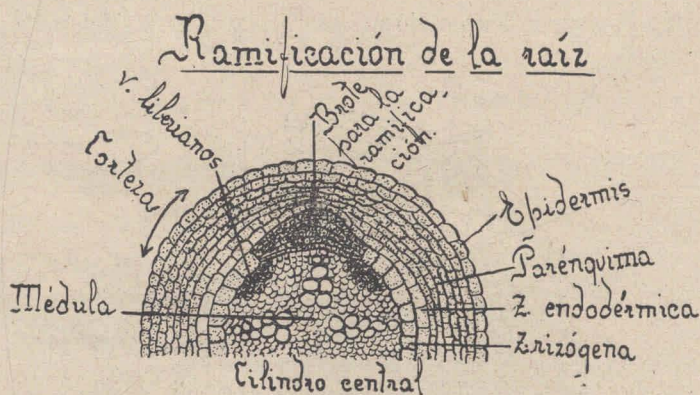


Figura 53

Pero en las plantas Dicotiledóneas y Gimnospermas, el crecimiento en grosor de la raíz se efectúa lo mismo que en los tallos, a expensas de capas de células parenquimáticas (meristemas secundarios), que readquieren la propiedad de reproducirse. Veamos cómo.

El crecimiento en grosor se efectúa en la corteza y en el cilindro central. En el cilindro central, una capa de células parenquimáticas, intercalada entre los haces liberos leñosos, readquiere la propiedad de reproducirse.

RAIZ

Esa capa (Fig. 52), llamada **cambium** o **capa generadora**, da origen a nuevas capas de células. Hacia afuera, células que se transformarán en liber y hacia adentro, células que se transformarán en leño.

La sucesión de capas producidas por el cambium, hace que adquiera el cilindro central de la raíz, similitud con el del tallo; de ahí que, observando un corte transversal de un tallo y de una raíz de varios años, se haga difícil la diferenciación.

En la corteza, el crecimiento en grosor es producido por otra capa generadora, el **felógeno** (Fig. 52), que a veces se forma entre el tejido parenquimático cortical externo y el interno (es el caso de la figura 52) y otras entre el interno y la zona endodérmica. El felógeno, origina hacia adentro capas de células, llamadas **felodermis**, que se llenan de almidón, y hacia afuera, capas de células que se transforman en **suber**.

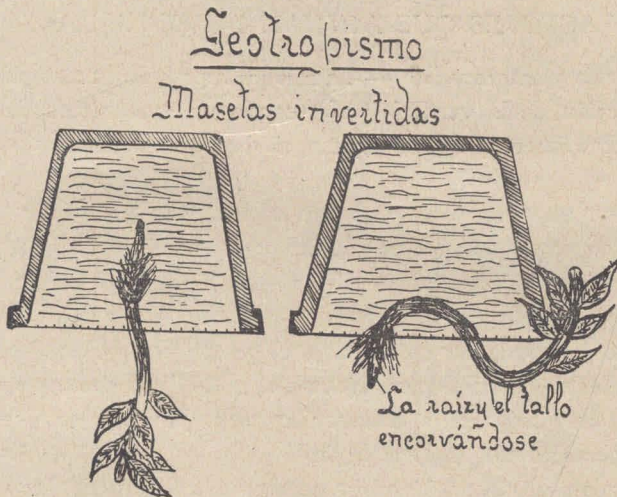


Figura 54

Agreguemos a esto que las células de las capas generadoras, cambium y felógeno, se multiplican **continuamente** en los países cálidos y durante la **primavera** y el **verano** en los países templados y fríos.

MODO DE RAMIFICARSE LA RAÍZ.

El origen de las ramificaciones de las raíces es la capa rizógena.

En un punto de ella (Fig. 52), localizado siempre frente a los vasos leñosos, las células comienzan a multiplicarse activamente, dando origen a una especie de brote que se fragua un recorrido a través de los tejidos de la corteza y saliendo al exterior origina una raíz secundaria de primer orden, la que puede ramificarse a su vez y dar ramificaciones de segundo orden, etc.

De acuerdo al mayor o menor grosor de las ramificaciones, las raíces pueden ser ramificadas y pivotantes.

Ramificadas, cuando las ramificaciones adquieren tanto grosor, que no se destaca un eje principal; y **pivotantes**, cuando el eje central es grueso y las ramificaciones son delgadas.

FACTORES QUE ACTUAN SOBRE LA RAÍZ

La raíz y la gravedad. — La raíz, al crecer, lo hace siguiendo la dirección de la vertical y efectuando un movimiento de torsión sobre su eje, algo así como si diésemos vuelta a un tirabuzón.

Si tomamos un tiesto con una planta y lo invertimos (Fig. 54, A), veremos, después de un tiempo, que la raíz se ha torcido y, descendiendo, ha salido del tiesto (Fig. 54, B). Nos demuestra esto que las raíces están sujetas a la ley de la gravedad, es decir, a la ley de la atracción hacia el centro de la tierra. A esta acción de la gravedad sobre las raíces, se le llama **geotropismo**, y como la raíz responde a la atracción de la gravedad, se dice que es un **geotropismo positivo**.

El geotropismo positivo actúa sobre la raíz principal y sobre las ramificaciones de primer orden; pero no tiene acción sobre las ramificaciones de segundo orden, tercer orden, etc., pudiendo éstas dirigirse en diferentes direcciones, lo que trae como resultante la ocupación de una mayor zona de tierra en que fijarse, afianzando el sostén de la planta y ampliando el territorio donde efectuar la absorción.

La raíz y la luz. — La luz también ejerce su acción en la raíz. A esa acción se le llama **fototropismo**. El fototropismo puede ser positivo o negativo. Positivo, si se busca la luz; negativo, si se huye de ella.

Hidrotropismo

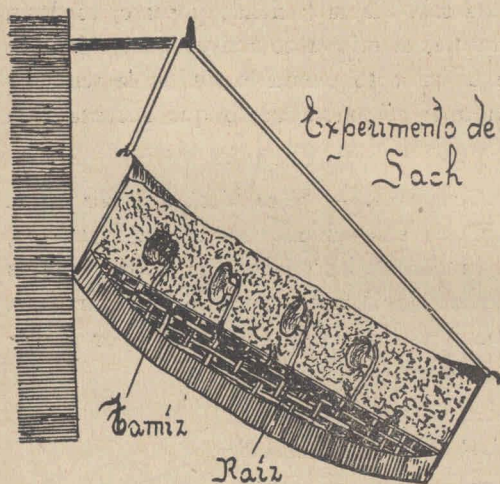


Figura 55

húmedo que penda de un hilo formando un ángulo de 45° (Fig. 55), experimento de Sach, veremos que el vegetal crece y su raíz, respondiendo a la ley de su geotropismo positivo, atravesará perpendicularmente el tamiz. Una cara de la raíz quedará más en contacto con el aserrín húmedo, debido a la inclinación del tamiz. La otra cara que no está en contacto con la humedad, activará su crecimiento y la raíz sufrirá una torsión y volverá a penetrar al tamiz.

Cuando ha penetrado, la humedad actuará por igual sobre las dos caras de la raíz y entonces volverá a primar la acción de la gravedad y, respondiendo a su geotropismo positivo, la raíz saldrá de nuevo al exterior, repitiéndose otra vez el fenómeno recién explicado, y la raíz continuará entrando y saliendo del tamiz, trazando ondulaciones.

La raíz escapa de la luz, busca la obscuridad, por eso tiene **fototropismo negativo**. La excepción a la regla la dan algunas variedades de raíces aéreas.

La raíz y la humedad. — Si plantamos una semilla de haba, por ejemplo, en un tamiz lleno de aserrín

Esta acción de la humedad, más intensa que la de la gravedad, desde que vence al geotropismo, se llama **hidrotropismo positivo**.

La raíz y la temperatura. — **Termotropismo** se llama a la acción de la temperatura sobre la raíz; siendo **positivo**; es decir, que con buena temperatura, la raíz crece activamente.

La raíz detiene su crecimiento y muere, sólo si la temperatura pasa el **mínimum** o el **máximum** de lo que necesita para vivir.

La raíz y los traumatropismo. — Si se hiere una raíz, (traumatropismo, golpe) en el sitio donde se la ha lastimado, cesa de crecer por destrucción de los tejidos. Las piedras y otros cuerpos duros que la presionan, detienen también su crecimiento, en la zona comprimida. A este fenómeno producido por presiones, se le llama **tigmotropismo**.

DURACION Y USOS

Las raíces, por su duración, pueden ser **anuales** (cardos), **bianuales** (zanahorias) o **perennes** (árboles en general).

Por su consistencia, puede clasificárselas en **herbáceas**, **subleñosas** y **leñosas**.

Los usos de la raíz son varios. La Medicina ha utilizado y utiliza muchos principios extraídos de ellas.

Otras raíces son comestibles, como la zanahoria, remolacha, rábanos, espárragos, nabos, etc.; de la mandioca se extrae la **farina** y de otras variedades se utiliza la madera para diversas fabricaciones.

CAPITULO V

TALLO

Origen y generalidades del tallo. Clasificación. Yemas; crecimiento en longitud. Modos de ramificarse. Modificaciones y adaptaciones. Vida de las plantas con tallos modificados. Estructura del tallo. Crecimiento en grosor. El tallo y la gravedad. El tallo y la luz, la humedad, la temperatura y los traumatotropismos. Injertos. Duración y usos.

ORIGEN Y GENERALIDADES DE LOS TALLOS

Al estudiar la raíz y referirnos a su origen y generalidades, hemos descrito el embrión vegetal (Fig. 37), reconociendo las siguientes partes: un eje llamado **tallito** con expansiones laterales, los **cotiledones**, y dos extremidades: la inferior, **radícula** (es la que origina la raíz), y la superior, denominada **plúmula** o **gémula**, que originará el tallo verdadero de la planta. Concretando: **el tallo proviene de la plúmula o gémula del embrión vegetal.**

El **tallo**, llamado también **cauloma**, se encuentra en todos los vegetales cuyas partes están diferenciadas; pero en los vegetales inferiores, el tallo es rudimentario (**talus o taloma**, de algunas Talófitas y Briófitas) y en otros falta por completo (Algas pertenecientes a las Talófitas).

Funciones. — Sus funciones son amplias e importantes. Sirve de órgano de sostén y siendo el eje de la planta mantiene las hojas, las flores y los frutos. Cuando pertenece a una planta joven y tiene clorófila, asimila carbono, respira y transpira. **Asimila carbono**, porque lo extrae del aire, función que estudiaremos al hablar de la "hoja"; **respira**, porque fija oxígeno y exhala anhídrido carbónico, y **transpira**, porque exhala vapor de agua.

Su función más destacable es la de conducir la savia. El fenómeno es idéntico al estudiado en la raíz. La savia bruta circula por los vasos leñosos y la savia elaborada por los liberianos.

Color. — La coloración es, en los tallos de las plantas herbáceas, en los cactus, etc., por lo común verde y en los troncos de los árboles, parda.

Dentro de estas dos coloraciones típicas, las más frecuentes de encontrar son la rojiza, rosada, amarillenta, etc.

Forma. — La forma más común de los tallos es la **cónica**, encontrándose en ella una serie de variaciones, ya sea en tallos retorcidos como el de las Lianas, ya en troncos deformados como el del Sauco o el del Ombú. Otros tallos, como el Yucán o Palo Borracho, (Fig. 56), son **globiformes** o **globosos** (forma de globo); otros son **prismáticos**, triangulares o cuadrangulares, como los Juncos y las Labiadas, respectivamente; Otros, como las Palmeras, son **cilíndricos**.

Consistencia. — La consistencia es variada, dando margen a una de las formas o maneras de clasificar los tallos. Varía la consistencia, según la mayor o menor cantidad de leño que contenga el tallo en su estructura. Así, tenemos tallos blandos, semi-blando y duros, denominados **herbáceos**, **subleñosos** y **leñosos**.

Tamaño. — En cuanto al tamaño, también es sumamente variable. Tallos hay que miden pocos **milímetros** de longitud y otros que alcanzan a grandes longitudes, como el tallo de algunas Lianas o enredaderas y el tronco de algunos Eucaliptus, que suelen alcanzar longitudes mayores de **100 y 150 metros**. En algunos Cipreses, Eucaliptus y Alamos de la Carolina, el diámetro suele alcanzar a 3, 5, 9 ó 12 metros y a veces más; necesitándose varios hombres para poder abrazar la circunferencia del tallo. El diámetro no está en relación con la longitud. Las lianas pueden alcanzar a cien metros de largo y su diámetro ser de centímetros. La altura de los árboles y el grosor, está en relación directa con el clima, es decir, que en los lugares cálidos se desarrollan con más exuberancia.

TALLO

Y para finalizar con estas generalidades, digamos que el tallo, continuación de la raíz, de la que se separa al nivel del cuello (Fig. 46), termina en un abultamiento denominado **cono vegetativo** o **yema terminal**, que estudiaremos con más detalle al referirnos al crecimiento en longitud de esta parte de la planta.

CLASIFICACION

Para el mejor estudio de los tallos, se les ha agrupado clasificándolos de distintas maneras, teniendo en cuenta su consistencia, su duración, su situación, etc.



Figura 56

Por su **consistencia**, vimos ya que se clasificaban en **herbáceos**, son los tallos de las hierbas, de los pastos en general, de los rábanos, etc., cuyo tejido fibro vascular no se lignifica; en **subleñosos** o **semileñosos**, son tallos con tejido fibro vascular lignificado en la parte cercana a la raíz, herbáceos en el resto de su longitud, como los Malvones, Geranios, Ruda, etc.; y en **le-**

ñosos, tallos con abundante lignificación, como los troncos de los árboles (Sauce, Alamo, Tala, Quebracho, etc.).

Por su **duración**, se clasifican en anuales, bienales y perennes.

Anuales, cuando duran un año o menos, como las siguientes gramíneas: maíz, trigo, cebada, y avena.

Las plantas anuales tienen un corto período de vida, que suele, en algunas, abarcar pocos meses, durante los cuales germinan, se desarrollan, dan flores, y luego frutos con sus correspondientes semillas. Terminado este ciclo, la planta muere.

Bienales, cuando duran dos años, como la zanahoria y la remolacha. Estas plantas, en su primer ciclo de vida, se desarrollan y acumulan sustancias alimenticias de reserva. Después de descansar durante el invierno, entran de nuevo en actividad y a expensas de las reservas acumuladas, florecen, frutifican y forman semillas. Terminado este segundo ciclo, la planta muere.

Perennes, cuando viven un número indefinido de años, como los árboles en general: tala, saúco, ombú, álamo, limonero, peral, etc. El desarrollo de estas plantas dura varios años, a cuyo término recién florecen y dan frutos.

Por su **situación**, los tallos se han clasificado de un modo más completo, según el cuadro sinótico siguiente, donde se hacen constar los principales ejemplos:

Tallos	aéreos o epígeos	{	herbáceos = hierbas.
			troncos = tala, ombú.
			cañas = bambú, tacuara.
			estípites = palmeras.
	subterráneo o hipógeos	{	estolones = fresas, violeta.
			rizomas = helechos, achiras.
			bulbos = cebolla, azucena.
	acuáticos o hidrobios	{	tubérculos = papa.
			camalotes.
			juncos.
			irupé.
			lenteja de agua.

TALLO

Los tallos aéreos o epígeos, son los que viven encima de la tierra. Entre ellos se encuentran: a) Los tallos, propiamente dichos, o herbáceos, que ya hemos explicado. b) Los troncos o tallos leñosos, que también conocemos, y a los que se subdivide en



Figura 57

(DE O. DEL BUEN)

arbustos (plantas con varios troncos que parten de una misma raíz, como el Laurel rosa, el Rosal, la Retama), y en árboles (plantas con su solo tronco, como el Pino, la Acacia, el Ciprés, el Ombú, etc.). c) Las cañas, tallos cilíndricos, huecos (como el

Bambú, Fig. 57), o macizos (como el Maíz, Caña de azúcar); con abundantes hojas, y escasa o ninguna ramificación. Las hojas se insertan en saliencias o rugosidades del tallo, denominadas **nudos**, llamándose **entrenudos** a los espacios comprendidos entre nudo y nudo (Fig. 59). d) Los **estípites** son los tallos cilín-



Figura 58

(DE O. DEL BUEN)

dricos de las Palmeras (Fig. 58). Se caracterizan por no tener ramificaciones y en su extremo o **ápice** insertarse las hojas, disponiéndose como las plumas de un plumero; hojas que, al caer, dejan en algunos estípites el peciolo, pareciendo que el tallo está recubierto de escamas. e) Los estolones, tallos rastreros que co-

ren sobre la tierra, paralelos a su superficie. Ejemplos de estos se encuentran en las Violetas, Fresas (Fig. 60).

Los tallos subterráneos son aquellos que, en contra de lo normal en los tallos, que es vivir a la luz, viven entre la tierra. Son ellos: Los **rizomas** (Fig. 61), tallos que, subterráneamente, corren paralelos a la superficie de la tierra. Estos tallos poseen hojas modificadas, que después estudiaremos con el nombre de **catáfilas**. De trecho en trecho, emiten anualmente un tallo aéreo y raicillas. tallo aéreo que, año a año, se cae dejando una **cicatriz**; de ahí que, contando las cicatrices de un rizoma, se pueda saber la edad de un vegetal. Ejemplos de rizomas se encuentran en muchos Helechos, en las Achiras, Li-

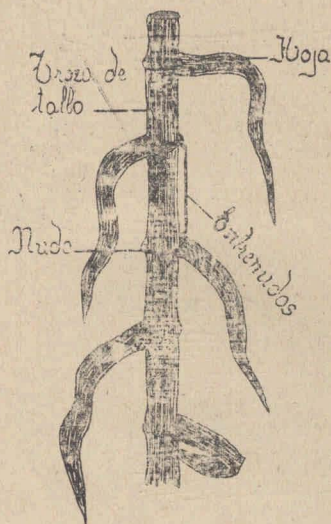


Figura 59

rios, Espárragos, Bambúes, etc. Los **bulbos**, que están representados por un **disco** (Fig. 62) en cuya cara inferior nacen las raicillas; por su cara superior se prolonga en un tallo denominado **escapo**, que se convierte después en aéreo. Por esa cara superior del disco, llamado también **plati**llo, está cubierto de hojas subterráneas, sin clorófila, conocidas con el nombre de **catáfilas**, como las que recubren a los rizomas. Los bulbos pueden ser macizos, tunicados y escamosos. **Macizos**, cuando el disco es grueso y las catáfilas son como escamas delgadas (ejemplo: los bulbos del Azafrán, Nardo Gladiolo,

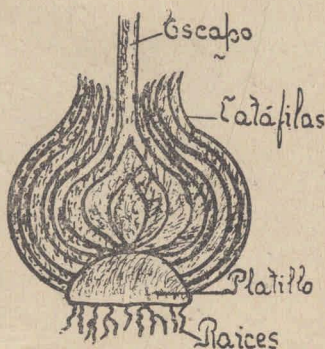


Figura 60

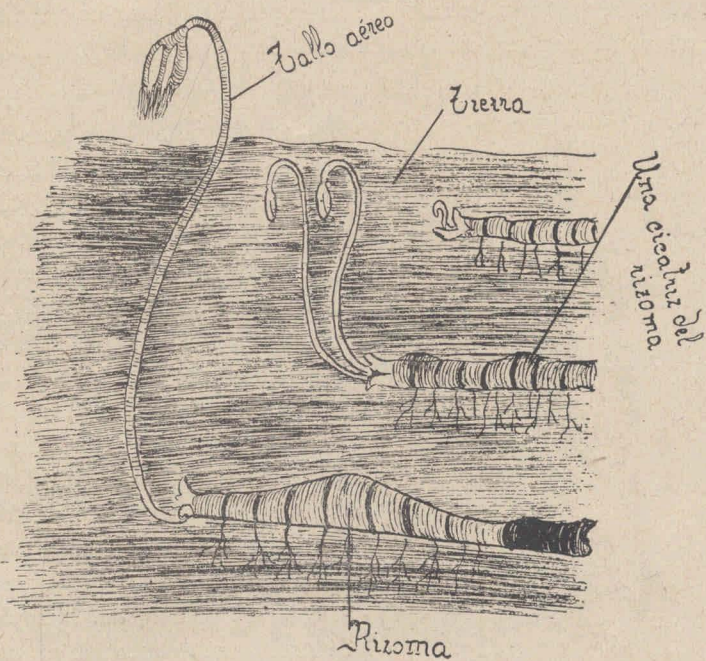


Figura 61

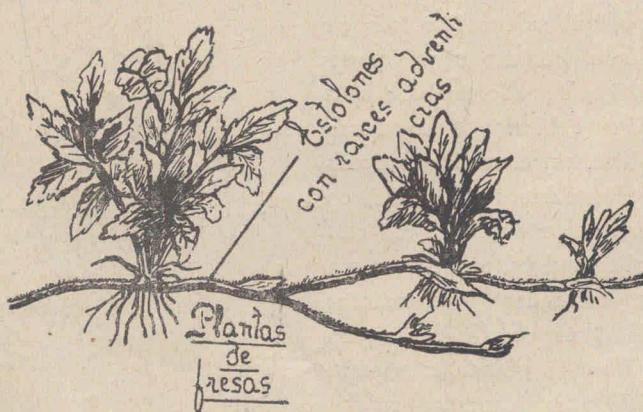


Figura 62

TALLO

etc.); **tunicados**, cuando las hojas internas (catáfilas) son gruesas por almacenar en sus tejidos sustancias alimenticias y se superponen recubriendo perfectamente las externas a las internas, (ejemplo: la Cebolla, Tulipán, Jacinto, Narciso), y **escamosos** o **imbricados**, cuando las hojas permanecen delgadas y no se recubren por completo, siendo visibles las más internas (ejemplo: la Azucena). En la Fig. 63 están representados: en A, un bulbo macizo; en B, un bulbo tunicado, y en C, un bulbo escamoso o imbricado.

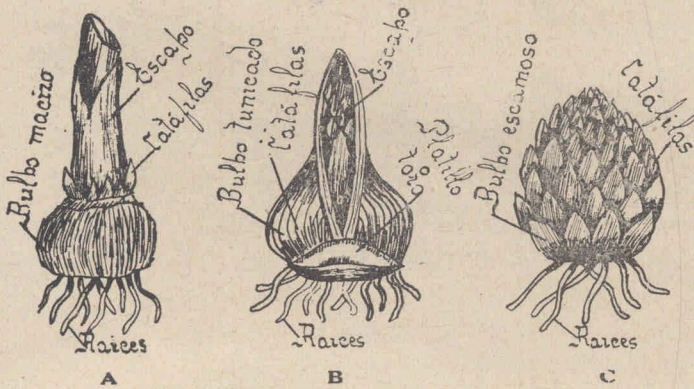


Figura 63

Los tallos subterráneos suelen tener expansiones carnosas, que consisten en un ensanchamiento del tallo subterráneo, cuyos tejidos se cargan de sustancias alimenticias de reserva, como ser: almidón, inulina, azúcares, etc.; estas expansiones son los **tubérculos**, última variedad de los tallos subterráneos. Ejemplo: la Papa o patata (Fig. 64).

YEMAS Y RAMIFICACION

Crecimiento en longitud. — Hemos dicho que los tallos terminaban en un abultamiento en forma de cono, denominado **yema terminal** o **cono vegetativo**.

Las yemas o brotes, están formados por el cono vegetativo y por hojas imbricadas, ligeramente cutinizadas (Fig. 65), que protegen a las células meristemáticas que se encuentran en el cono.

Estas células meristemáticas, lo mismo que en la raíz, originan el crecimiento en longitud del tallo. El experimento es idéntico al estudiado en la raíz.

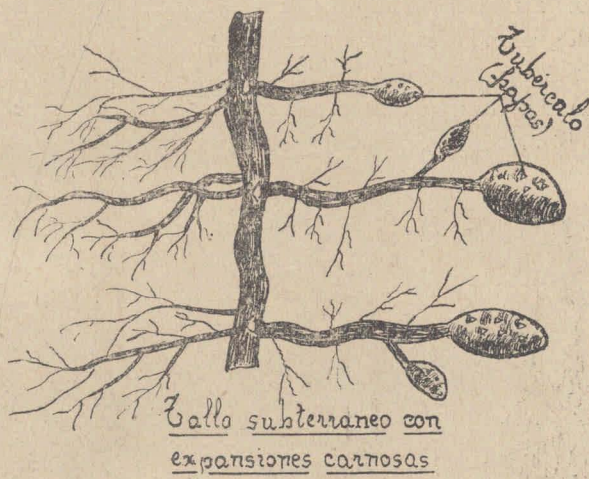


Figura 64

Se toma un tallo (Fig. 66) y se trazan con tinta china líneas

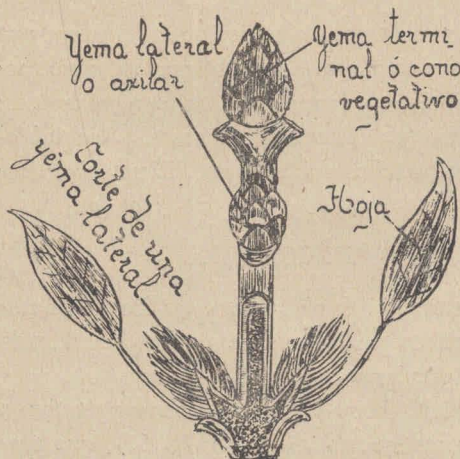


Figura 65

de centímetro en centímetro; se observa después que el centímetro de la punta es el que ha variado de longitud; a ese centímetro se le divide en espacios de un milímetro y se verá que en los últimos es donde varía el espacio. De ahí que digamos que: el crecimiento

TALLO

to en longitud de los tallos es terminal, a la inversa de la raíz, que es subterminal.

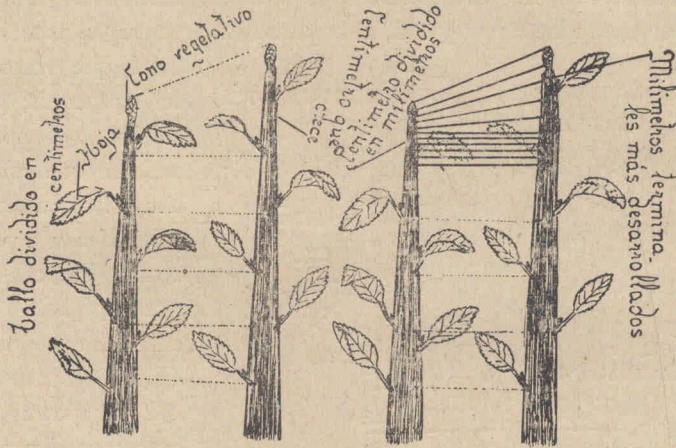


Figura 66

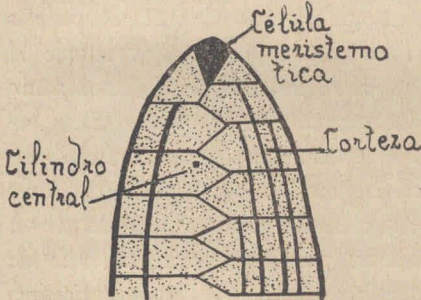
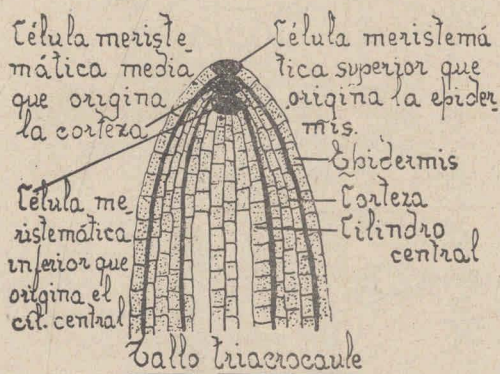


Figura 67

En la yema terminal, brote o cono vegetativo, el tejido meristemático que produce el crecimiento en longitud, según las plantas, está representado por una o tres células. En los Helechos y otras Criptógamas vasculares, plantas inferiores, el meristema está compuesto por una célula apical;

de ahí que a los tallos se les denomine **monoacrocaules**, y en las Fanerógamas, plantas superiores, y en las Lycopodiáceas, pertenecientes a las Pteridófitas, está representado por tres células o tres capas de células embrionales, llamándose los tallos triacrocaules.

La célula meristemática de los vegetales monoacrocaules es de forma piramidal y origina todas las células que constituyen la corteza y el cilindro central del tallo (Fig. 67); pero si el tallo es triacrocaule, las tres células o las tres capas celulares, se api-
lan o superponen y originan, la superior, o **dermatógeno**, las cé-



lulas que forman la epidermis; la media, o **periblema**, las que constituyen la corteza, y la inferior o **pleroma**, las células que originan el cilindro central (Fig. 68).

Estas yemas o brotes pueden ser terminales y laterales. Las **termi-**

Figura 68

nales son las que hemos estudiado y las laterales son yemas colocadas en los costados del tallo, que pueden ser **axilares**, cuando se encuentran en el ángulo axilar (Fig. 65), que al insertarse en el tallo forman las hojas o **extraaxilares**, cuando se encuentran en el espacio existente, entre la inserción de dos hojas. Estas yemas laterales están constituidas en la misma forma que las terminales y son las que originan las ramificaciones, hojas y flores de los tallos. Su importancia, que resalta de lo estudiado, se ve aumentada al tenérselas en cuenta para distinguir una raíz de un tallo subterráneo, pues las raíces carecen de yemas, mientras que los tallos tienen yemas, como los rizomas, las papas (en las que reciben el nombre de "ojos",) etc. (Figs. 61 y 64).

A las yemas descritas, debemos agregar las denominadas "**ojos durmientes**", que son yemas que no se han desarrollado y viven una vida latente que puede durar años. Sólo en condiciones especiales, se desarrollan dando origen a nuevas ramas.

Modos de ramificarse. — La mayoría de los tallos, al crecer,

TALLO

se **ramifican** (las palmeras, salvo algunas especies, no se ramifican) y esta función está a cargo de las **yemas** que acabamos de estudiar. Es decir, que el tejido meristemático de esas yemas, en momentos determinados orienta las células que produce, en la formación de nuevas ramas que, al vestirse con nuevas hojas, ampliarán la superficie foliar de la planta.

Esta es la importancia de la ramificación; pues el aumento de superficie foliar, significa, como veremos al estudiar "la hoja", aumento de la superficie donde el vegetal elabora las sustancias orgánicas, que le son necesarias.

La ramificación del tallo puede ser terminal o simpodio y lateral o monopodio, según la origine una yema terminal o una lateral.

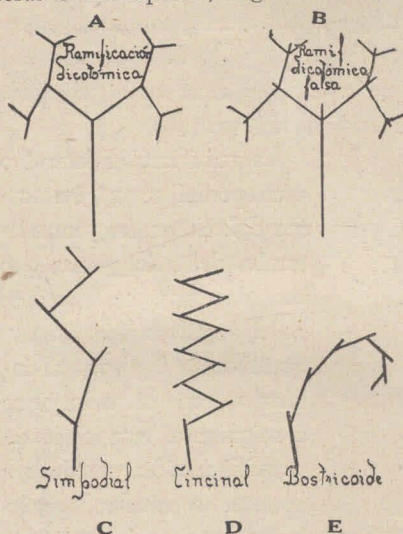


Figura 69.

En la ramificación **terminal** o **simpodio**, el tallo principal llega a cierta altura y cesa su crecimiento, sea porque el cono vegetativo de su yema terminal, se seca, se transforma o florece.

Es entonces cuando una o varias yemas laterales, se desarrollan continuando el crecimiento del vegetal, dando ramas que lo amplían

en ancho, o ramas que simulan ser continuación del tallo principal, que detuvo su crecimiento. Esta manera de ramificarse es muy común en gran parte de árboles como los Plátanos, Aca-cias y Paraísos. Esta ramificación en que la rama lateral sigue aproximadamente la dirección del tallo principal, se llama **simpodial** (Fig. 69, C). Esta rama, después de un cierto desarrollo, también detiene su crecimiento y, a su vez, se ramifica en la misma forma que lo hiciera el eje principal.

Como derivadas de este tipo de ramificación, citaremos la **cincinal** y la **bostricoide** (Fig. 69, D y E). En la primera, las ramas nuevas se desarrollan alternativamente en zig-zag y en la segunda, las ramas nuevas siempre se desarrollan del mismo lado, tomando, en conjunto, el aspecto de una espiral.

En las plantas inferiores, Algas, y algunas Lycopodiáceas, pertenecientes a las Criptógramas vasculares, el meristema del cono vegetativo orienta las células que produce en dos direcciones, originando dos ramas divergentes. Esta ramificación terminal se llama **dicotómica** (Fig. 69, A); cada nueva rama vuelve a dividirse dicotómicamente.

Como variedades, citaremos la ramificación **tricotómica**, cuando en vez de dos, se originan tres ramas y la **falsa dicotómica**, que es una ramificación dicotómica en la que el tallo principal, se insinúa entre las ramas que origina (Fig. 69, B).

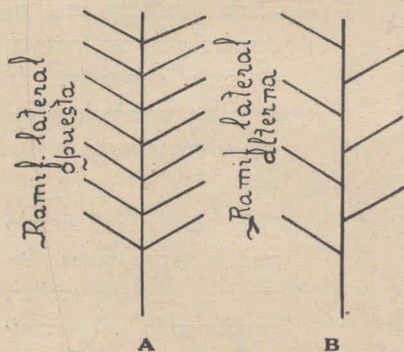


Figura 70

estén situadas en el ángulo axilar de hojas opuestas (Fig. 70, A) o alternas (Fig. 70, B).

Resumiendo, la ramificación terminal es propia de los árboles de abundante copa (Ombú, Sauce, Paraíso, Tala, Peral, Naranjo, Limonero) mientras que la lateral caracteriza a los árboles de forma cónica (Eucaliptus, Pino, Alamo, Ciprés, Araucaria), que se ramifican lateralmente, mientras el tallo central tiene crecimiento indefinido, pudiendo alcanzar grandes alturas.

TALLO

MODIFICACIONES Y ADAPTACIONES

Los tallos experimentan, como la raíz, modificaciones, algunas de ellas tan absolutas, que en su presencia dudamos provengan de un cauloma.

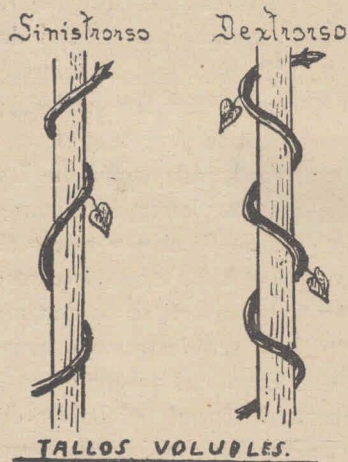


Figura 71

Veamos las principales: los **rizomas**, los **tubérculos** y los **bulbos** (Figs. 61, 64 y 63), que los hemos estudiado entre los tallos subterráneos; son tallos modificados, los cuales, en especial los dos últimos, han adaptado sus tejidos a la acumulación de abundante sustancias alimenticias de reserva. Ejemplos: Papas, bulbos de las Dalias, Narcisos, etc.

Los tallos **volubles** son tallos trepadores que se enroscan al trepar. Según la clase de planta a que pertenezcan, se enroscan de derecha a izquierda o de izquierda a derecha (Fig. 71); en el primer caso, al movimiento de enrosque se le llama **dextrorso** y, en el segundo caso, **sinistorso**.

Si siguiendo la dirección de la espiral que traza el tallo voluble al enroscarse, damos vuelta, imaginariamente, en torno del eje en que se enrosca, se nos pueden presentar dos casos: si al girar, imaginariamente, en torno del eje, siguiendo la dirección del tallo voluble, nuestro brazo izquierdo queda del lado del eje, el movimiento es **sinistorso** y si el que queda es el brazo derecho, el movimiento es **dextrorso**.

Se enroscan los tallos volubles, pues su extremidad está dotada de un movimiento de oscilación, que le permite trazar vueltas de espiral. Para enroscarse, buscan sostenes que no sean de mucho calibre, pues, por ejemplo, al tronco grueso de un árbol,

no pueden abarcarlo en vueltas de espiral. De no encontrar sostén, la planta se hace rastrera y a veces muere.

Ejemplos de tallos volubles sinistrorsos considerados los más comunes, son: la Madreselva, Glicina, Campanillas; y de tallos volubles dextrorsos, el Lúpulo.

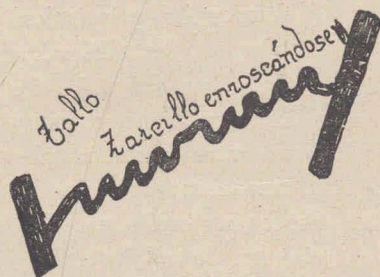
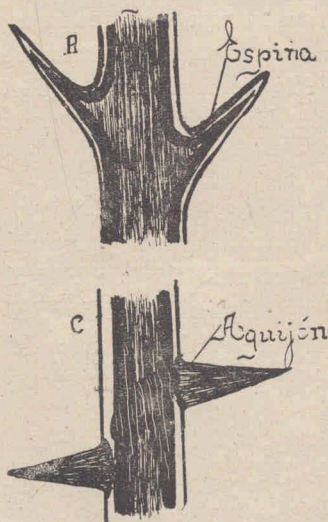


Figura 72

Los zarcillos (Fig. 72), son tallos que carecen de hojas (en esto se diferencian de los tallos volubles); tienen la propiedad de enroscarse, adaptación que les permite servir de elementos de fijación y sostén al vegetal. Su modo de enroscarse en espiral, puede también ser dextrorso o sinistrorso.

Ejemplo: los zarcillos de la Vid, Zapallo, Garbanzo, etc.

Las espinas, que sirven de defensa al vegetal. Al hablar de los tricomas en el capítulo III, especificamos la diferencia entre las espinas y los aguijones. Pues mientras los aguijones son modificaciones del tejido epidérmico,



que con una ligera presión se desprenden (aguijones de las rosas, vulgarmente llamados espinas), las espinas verdaderas resisten a la presión y están formadas por capas de tejido epidérmico, parenquimático y un hacecillo fibro vascular profundamente transformados (espinas de Tala, del Naranja, Limonero, etc.). Por otra parte, las espinas crecen oblicuamente al tallo y los aguijones perpendicularmente (Fig. 73, B y C).

Figura 73

Los zarcillos y espinas que he-

TALLO

mos estudiado como modificaciones de tallos, pueden provenir de modificaciones de hojas; de ahí que, cuando provienen de tallos modificados, se les llama: **zarcillos caulinares** y **espinas caulinares**; y si en cambio provienen de hojas modificadas, se les dice: **zarcillos foliáceos** y **espinas foliáceas**.

LA VIDA DE LAS PLANTAS CON TALLOS MODIFICADOS

Según las modificaciones que en su estructura experimentan los tallos y el ambiente en que se desarrollan, la planta modifica sus condiciones de vida. Es decir, que las plantas con tallos subterráneos almacenadores, trepadores, volubles, flotadores, sumergidos, suculentos, etc., experimentan modificaciones en su forma de vida en relación con los tallos que poseen.

Los tallos viven en diferente medio; pueden ser acuáticos y terrestres. Estudiemos las condiciones de vida de las plantas que poseen estas clases de tallo. Comencemos por los primeros.

Los **tallos acuáticos** pueden ser flotadores y sumergidos. Los **tallos flotadores** (Camalotes, Lenteja de agua), en la cara que no está sumergida suelen tener **estomas**, mientras que los **sumergidos** (Utricularia), carecen de ellos. Esta clase de tallos poseen grandes espacios intercelulares llenos de aire, una epidermis delgada que permite por ósmosis la entrada de agua; su tejido fibrovascular está poco desarrollado, pues la sumersión en el agua hace innecesario un perfecto tejido de conducción y sostén (tejido fibrovascular); carecen también de crecimiento en grosor. Estas plantas, denominadas **hidrófitas**, obtienen fácilmente su alimento del agua, de donde extraen oxígeno, anhídrido carbónico, diferentes sales, etc., y lo extraen fácilmente, pues el tallo, transformado, como hemos visto, por su abundancia de **grandes espacios intercelulares** (aerénquima) y por la **finura de la membrana de sus células epidérmicas**, absorbe el agua con todos esos alimentos, completando así la misma función que desempeñan las raíces y hojas acuáticas.

Los **tallos terrestres** pueden ser subterráneos y supraterráneos y adaptarse a climas húmedos o secos.

TALLO

La estructura de los tallos de las plantas que viven en lugares siempre húmedos (plantas **higrófitas** o **higrófilas**), es bastante semejante al de las plantas acuáticas o hidrófitas.

En los climas secos, los vegetales se cuidan de reservar sus alimentos para nutrirse en momentos en que éstos escasean. Estos vegetales, que tienen propiedades para evitar que una **transpiración** excesiva les gaste el agua que más adelante pueden necesitar, se llaman vegetales **xerófitos** o **xerófilos**. Los tallos de las plantas xerófilas y las hojas, limitan la transpiración cutinizando su epidermis; originando cubiertas de cera, de corcho (súber), resina; disminuyendo el número de estomas, modificando su estructura, etc.

Muchos tallos son **almacenadores**, como los tubérculos y bulbos; se cargan de almidón, agua y otras sustancias alimenticias que reservan y gastan en momento oportuno. En las plantas xerófitas, en que esta reserva es abundante, el tallo almacenador engrosa, denominándose **carnoso**. A las plantas que lo poseen, se les dice **suculentas** (tallos suculentos), como las Cactáceas, Tuna (Fig. 74), Cardones, etc.

Los Cactus poseen una gran cantidad de sustancias de reserva, lo que asegura su vitalidad, permitiéndoles resistir condiciones climáticas, que a otros vegetales los exterminaría.

Entre las plantas **supraterráneas** citemos las que poseen tallos trepadores. Estas plantas pueden ser **trepadoras propiamente dichas** y **volubles**. Las primeras trepan merced a la existencia de zarcillos, espinas, aguijones o raíces adventicias, como la Vid, la Santa Rita, los Rosales, la Hiedra, respectivamente. Las segun-

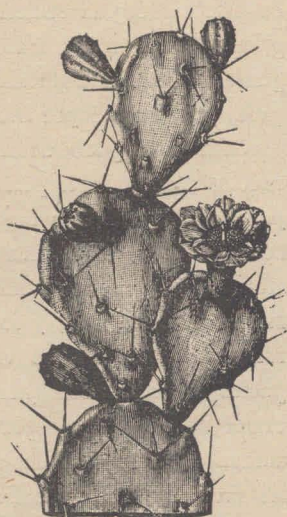


Figura 74 (GE STRASBURGER)

TALLO

das lo hacen mediante la propiedad que tienen sus tallos, de enroscarse en espiral, como la Madreselva.

Las plantas trepadoras o **lianas** suben para huir de la sombra de los bosques, buscando la luz necesaria para la vida vegetal. Para eso, sus tallos trepadores se enroscan o se cuelgan de los troncos y ramas de otros vegetales (árboles, arbustos) y llegan hasta encima de las copas de éstos.

Las lianas forman en los bosques tupida maraña, red difícil de salvar en muchos casos, por estar muy retorcidos y enmarañados los tallos trepadores de unas y otras. Suelen, a veces, envolver en tal forma al vegetal que les sirve de huésped para trepar en busca de luz, que le imposibilitan en su libre desarrollo, llegando, en casos, hasta originarles la muerte.

ESTRUCTURA DEL TALLO

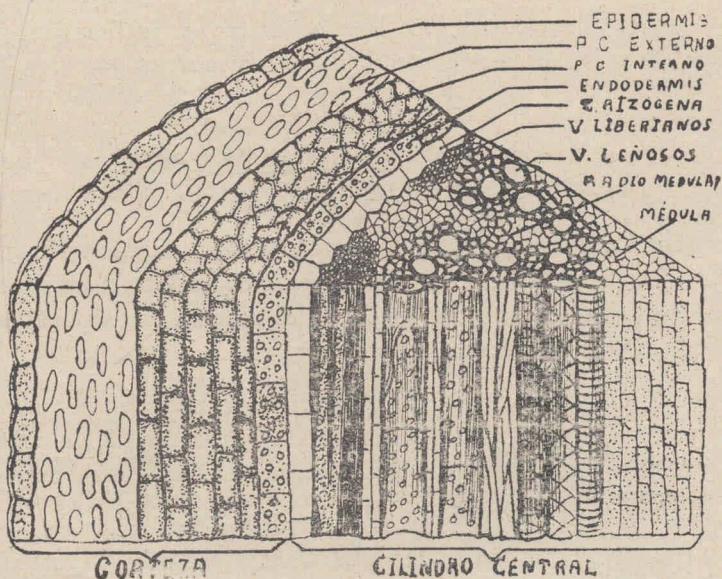
Salvo algunas variantes, la estructura de los tallos es semejante a la de las raíces. En efecto: haciendo un corte transversal en un tallo, se observan (Fig. 75) capas celulares superpuestas que originan dos zonas: la corteza y el cilindro central.

En la **corteza** encontramos, desde la periferia al centro, las siguientes regiones ya conocidas: **tejido epidérmico**, **tejido parenquimático cortical externo**, **tejido parenquimático cortical interno** y **zona endodérmica**.

En el **cilindro central**, también desde la periferia al centro, se ven: una capa de células que recubre, por dentro, a la endodermis, es el **periciclo**, también llamado zona **rizógena**, porque en casos especiales puede originar raíces secundarias; un manojito de **hacecillos liberoleñosos**; la **médula** que es la parte realmente central del cilindro y los **radios medulares**, que son verdaderas franjas de células que, partiendo de la médula, pasan por el espacio comprendido entre un manojito y otro manojito de hacecillos liberoleñosos y llegan al periciclo.

Establezcamos ahora las diferencias de estructuras del tallo y de la raíz.

En la corteza: la epidermis de los tallos (nos referimos siempre a los tallos jóvenes) **tiene estomas** y en la raíz no; el tejido parenquimático cortical externo **posee clorófila** y en la raíz no, salvo excepciones (raíces acuáticas y aéreas); las otras dos zonas de la corteza contienen en los tallos escasa clorófila y en los tallos y raíces sustancias alimenticias (**parénquima almidonífero o feculífero**).



ESTRUCTURA DE TALLO.

Figura 75

En el cilindro central: la zona rizógena o periciclo produce las raicillas secundarias en la raíz, y en el tallo, en casos especiales, también puede originarlas; los haces liberoleñosos se dis-

TALLO

ponen en la raíz separados y en forma alterna (ver Fig. 50, Raíz), mientras que en el tallo el líber y el leño forman un solo manojo estando el líber hacia afuera y el leño hacia adentro (Fig. 75).

La médula y los radios medulares, no ofrecen en tallos y raíces, caracteres diferenciales dignos de mención, siendo, por lo general, un parénquima de almacenamiento, cuando la planta es joven.

Las **Dicotiledóneas** y **Gimnospermas**, poseen únicamente durante el primer año de vida, la estructura descrita, y luego la modifican por formación de nuevas capas de células, merced al crecimiento en grosor que estudiaremos después.

Cabe hacer constar, sin embargo, que los hacecillos liberoleñosos se disponen de modo distinto en el cilindro central de algunos Helechos, de las Monocotiledóneas y de las Dicotiledóneas y Gimnospermas.

En las Dicotiledóneas y Gimnospermas (Fig. 75), son **colaterales** y **abiertos**. **Colaterales**, porque están situados circularmentē, en la periferia del cilindro central y **abiertos** porque, estando el líber hacia afuera y el leño hacia adentro, son separados ambos por una capa de células que estudiamos en la raíz y volveremos a ver en el tallo, denominada **cambium**, y por no estar totalmente rodeados de un anillo de fibras liberianas y leñosas.

En algunos Helechos, se encuentra un solo hacecillo liberoleñoso en el cilindro central y en otros Helechos los hacecillos se disponen como en las Dicotiledóneas, en lo que respecta a su disposición colateral, pero carecen de cambium.

En las Monocotiledóneas (Fig. 76), los hacecillos liberoleñosos son **concéntricos** y **cerrados**. **Concéntricos**, porque se sitúan los vasos leñosos rodeando o semirodeando a los vasos liberianos o, a veces, a la inversa, y **cerrados** porque no existe **cambium** separando el líber del leño y porque un conjunto de fibras rodea a ambos hacecillos, formándole un verdadero anillo (Fig. 76).

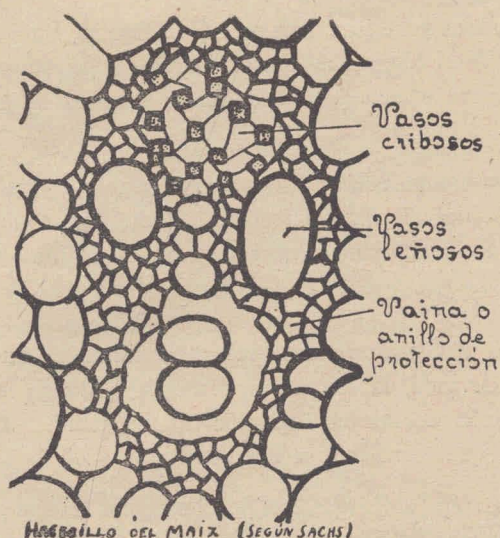


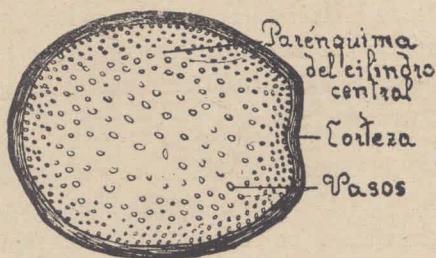
Figura 76

va en un corte transversal de la caña de maíz (Fig. 77).

Los vasos son de mayor calibre y están más espaciados en la parte central del tallo y en cambio son de menor calibre y se sitúan más agrupados cerca de la periferia (Fig. 77).

Crecimiento en grosor. — El mecanismo del crecimiento en grosor de los tallos es semejante al estudiado en la raíz.

En las Monocotiledóneas y Criptógamas Vasculares, ese crecimiento se hace por la intercalación de nuevas capas de células, originadas por los meristemas primarios, como explicamos al hablar de la raíz (Fig. 51, A y B). Por consiguiente, no tienen crecimiento en grosor de origen secundario.



CORTE DEL TALLO DEL MAÍZ.

Figura 77

TALLO

En las Dicotiledóneas y Gimnospermas, también como en la raíz, dos capas generadoras, una en la corteza y otra en el cilindro central, originan el crecimiento en grosor. En la corteza, es el **felógeno** (Fig. 78), que da hacia afuera células parenquimáticas que se transforman en suber o corcho (células muertas) y hacia adentro el **feloderma**, que son células parenquimáticas que almacenan sustancias alimenticias. En el cilindro central, la capa generatriz es el **cambium**, que da hacia afuera **líber** o **floema** y hacia adentro **leño** o **xilema**.

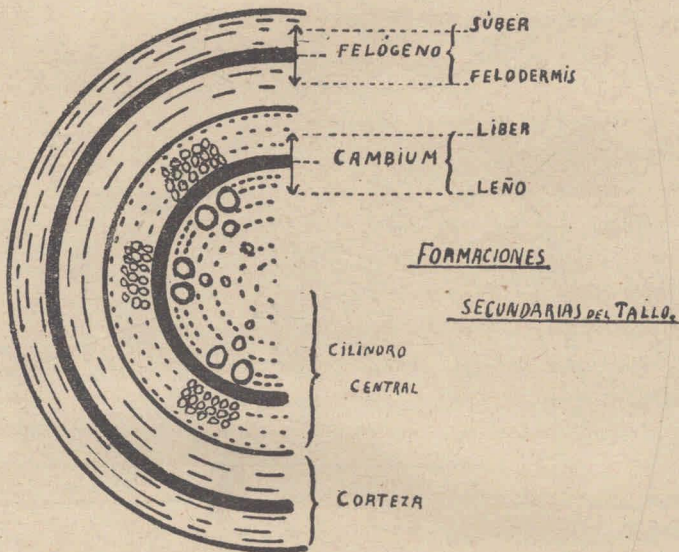


Figura 78

Cuando las capas de suber que se forman en el vegetal son abundantes, debido a que el suber o corcho es impermeable, no llega la savia a la epidermis y ésta se cae; lo mismo, año a año, le pasa a las capas más superficiales de suber o corcho. A estas capas de tejido muerto que caen anualmente, se les llama **ritidoma**. En los Eucaliptus, tomemos por ejemplo, ustedes habrán observado o podrán hacerlo, que el tronco se descascara anualmente. Las capas de corteza que se desprenden es el ritidoma, lámi-

nas de corcho que son empujadas hacia el exterior por otras nuevas.

El suber o corcho en algunos vegetales tiene un espesor de pocos milímetros y en otros alcanza hasta 40 centímetros, como por ejemplo en el alcornoque, que es el que origina el corcho común que todos conocemos.

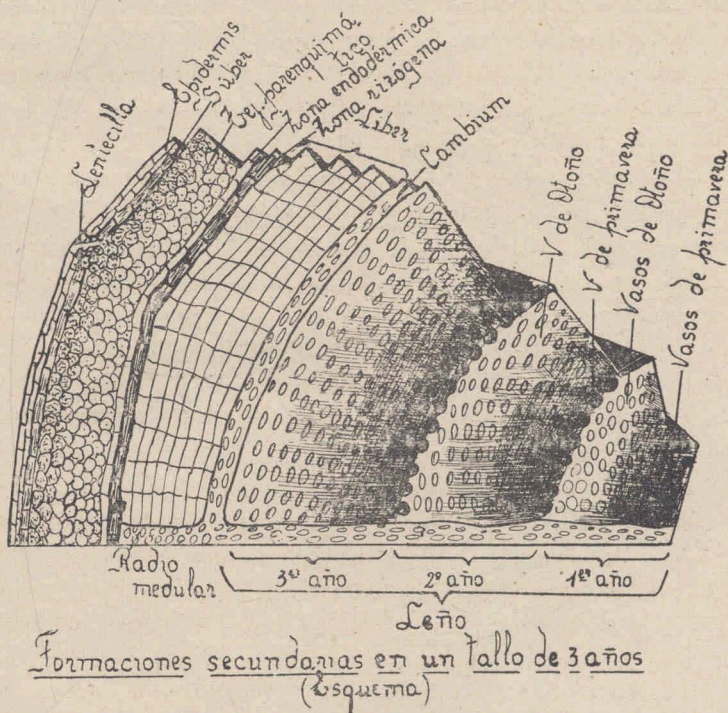


Figura 79

En diferentes sitios el suber se debilita en su espesor por reabsorción de sus células y formación de ligeras salientes llamadas **lenticillas** (Fig. 79). Por estos sitios en que la capa de corcho, capa impermeable, está interrumpida, se efectúan los intercambios gaseosos que permiten al vegetal comunicar los tejidos internos de su corteza, con el medio en que vive.

TALLO

Resumiendo, las formaciones secundarias en un tallo se concretan al adosamiento de nuevas capas de elementos celulares, que se van disponiendo en la siguiente forma: (Fig. 79):

El **felógeno** produce en la **corteza**, por su parte externa, capas de células que se suberifican (corcho) y por dentro capas de células (parénquima cortical interno) que almacenan sustancias alimenticias, de preferencia almidón.

El **cambium** produce en el **cilindro central**, anualmente, por su parte externa, una capa de líber y por dentro una capa de leño. Los vasos que constituyen el leño son originados en primavera y parte en otoño, según se indica en la figura 79.

Los vasos originados en primavera, son grandes por la mayor cantidad de savia que deben conducir y los vasos originados en otoño, son más pequeños, porque la conducción de savia es menor.

En el leño, las zonas centrales tienen una coloración más oscura que las zonas periféricas. Las zonas centrales constituyen lo que se llama **duramen**, formado por elementos celulares muertos y vasos obstruidos, en donde la lignificación se ha hecho total.

Del duramen, llamado comúnmente "corazón del tronco", se obtiene la mejor madera.

Las zonas periféricas, de coloración más clara, están formadas también por tejidos muertos (fibras y vasos); pero tienen tejidos vivos (radios medulares), que son prolongaciones de la médula parenquimática, cuya zona central se ha lignificado, incorporándose al duramen. Las zonas periféricas se llaman **albura** y en ella los vasos no están obstruidos.

Las capas de leño, dispuestas concéntricamente, sirven en ciertos troncos de árboles jóvenes para calcularle la edad al vegetal, pues año a año la capa de leño más nueva, es de color más claro que la del año anterior. De ahí que, en presencia de un vegetal en cuyo cilindro central encontramos tres zonas concéntricas de leño, de coloración distinta, deduciremos que tiene tres años de edad.

FACTORES QUE ACTUAN SOBRE EL TALLO

El tallo y la gravedad. — El tallo, salvo excepciones, vence

la acción de la gravedad y huye del centro de la tierra. Su dirección es opuesta a la de la raíz y, por tanto, su **geotropismo** es negativo. La figura 54, A y B, demuestra cómo, en una planta invertida, el tallo, debido a su geotropismo negativo, se dobla primero y se endereza luego.

El tallo y la luz, la humedad, la temperatura y los traumatismos. — Los tallos buscan la luz, poseen, pues, un **fototropismo positivo**, a la inversa de la raíz que es negativo. Si colocamos un vegetal en forma que uno de sus lados reciba la luz y el resto esté en la obscuridad, veremos que las ramas que están en lo oscuro se inclinan buscando la luz.

La **humedad** actúa acelerando el crecimiento del tallo, siempre que no sea excesiva.

La **temperatura** también acelera el crecimiento mientras no sea un **mínimum** o un **máximum** de la que el vegetal necesita. A la acción de la temperatura, se le llama **termotropismo**.

Los **traumatismos** que experimenta el tallo, detienen el crecimiento en el sitio lesionado.

Los **contactos** o **tigmotropismos**, son positivos; se lo observa en los zarcillos (tallos modificados trepadores), pues se enroscan en dirección al sitio en que han experimentado el contacto, por detención del crecimiento en ese sitio.

Injertos. — En el capítulo referente a Propagación de los Vegetales, nos referiremos a este punto en que los tallos desempeñan rol importante.

DURACION Y USOS

Siendo el tallo continuación de la raíz, su **duración** dependerá de lo que dure ésta; por consiguiente, tendremos como en las raíces, tallos **anuales**, **bianuales** o **perennes**.

Los **usos** son múltiples. Algunos tallos herbáceos sirven para la alimentación (Lechugas, Acelgas, Caña de azúcar); otros dan la madera utilizada en carpintería (Pino, Cedro, Nogal) o simplemente como leña para el fuego, ya directamente en forma de leña o transformada en carbón; de otros, se extraen sustancias diversas, como el azúcar, el corcho, la quinina, la canela, etc., etc.

CAPITULO VI

HOJA

Origen y generalidades de la hoja. Partes de una hoja: el peciolo, la vagina y el limbo. Nervaduras. Hojas simples y compuestas. Hojas modificadas. Filotaxis. Estructura de la hoja. Forma de obtener clorófila. Plantas áfilas. Prefoliación. Duración y usos.

ORIGEN Y GENERALIDADES DE LA HOJA

El vestido verde de todas las plantas está formado por expansiones membranosas de los tallos, denominadas **hojas**. En los vegetales inferiores, no existen las hojas bien constituídas, sino rudimentos de éstas, denominados **frondas**.

Al estudiar la raíz y el tallo, hemos conocido la forma de constituirse el embrión vegetal y en él observamos unas expansiones (Fig. 37), denominadas **cotiledones**. Estos **cotiledones** son los que originarán las **primeras hojas** del vegetal. Las hojas subsiguientes se originan a expensas de las yemas, que ya hemos estudiado al referirnos a los tallos. Resumiendo: **las primeras hojas, por lo común, provienen de los cotiledones y las siguientes se originan en las yemas.**

Función. — La función que desempeña esta parte del vegetal es importantísima, al extremo que se la ha definido como el pulmón y el laboratorio de la planta. En efecto: por la hoja es por donde el vegetal **respira** más intensamente, merced a la abundancia de estomas que tienen en la epidermis de su cara inferior; por ella **transpira** exhalando vapor de agua, y en ella es donde los elementos traídos por la savia bruta se transforman, mediante perfecta **síntesis**, en sustancias orgánicas de reserva, como almidón, azúcares, etc.

La **respiración** consiste, como sabemos, en la fijación de oxí-

geno y exhalación de anhídrido carbónico; la síntesis, de elementos simples, C, H, O, N, etc., en sustancias orgánicas, se realiza merced a la acción que la luz ejerce sobre la clorófila. Esta acción llamada **asimilación clorofílica** o **fotosíntesis**, consiste en tomar de la atmósfera $C O^2 =$ **anhídrido carbónico**, utilizar el C para la síntesis y exhalar O.



Formas de hojas

Figura 80

Color. — El color típico diríamos, de las hojas, es el verde, debido a la clorófila que contienen; pero las hay de color rojo, pardo, amarillo, azul, según contengan abundancia de los pigmentos respectivos: **eritrófila**, rojo; **feófila**, pardo; **xantófila**, amarillo; **cianófila**, azul. Muchos de estos colores se encuentran en las hojas **disciplinadas**, es decir, con varios colores matizados, como muchas begonias.

Forma. — Las formas son diversas y caprichosas. En general, puede decirse que siempre tienen semejanza con una de las tres curvas cerradas: la elipse, el óvalo y la circunferencia. Las demás formas son derivadas. Así tenemos hojas **lanceoladas** (Fig. 80 A), por parecerse a una punta de lanza, como la hoja del Sauce o de la Mandarina; **cordiformes** (Fig. 80 B) o **acorazonadas**, por asemejarse a un corazón como la hoja del Macachín o la de la Judía; **reniformes** (Fig. 80, C), pare-

recidas a un riñón, como la hoja de Cuerno del diablo; **palmiformes** como las hojas de los Plátanos (Fig. 80, D), semejantes a la palma de la mano; **deltiformes**, como un triángulo (Fig. 81 A); **filiformes**, como hilos; **sagitadas** (Fig. 81, B), iguales a una saeta, como las hojas de la Sagitaria; **ovales** (Fig. 81, C); **circula-**

HOJA

res, como la hoja de la Capuchina y del Irupe (Fig. 81, D); **flabeliforme**, en forma de abanico, como la hoja de palmera de pantallas; etc., etc.

Consistencia. — Su consistencia es variada. Hay hojas blandas como papel, son las **papiráceas**. Ejemplos: las hojas de Lechuga, Acelgas, Alfalfa, etc. Otras son duras, se rompen al doblarlas, son las **coriáceas**. Ejemplos: las hojas del Laurel, Magnolia, Palmeras, Limoneros, etc. Otras aumentan de grosor, son las **carnosas** o **suculentas**. Ejemplos: algunas Begonias, catáfilas de las Cebollas, Pita, etc.

Tamaño. — El tamaño también es muy variable. Las hay de milímetros; de **centímetros**, que son las más comunes; de **un metro**, como las hojas del Irupe o Victoria Regia, o de más de **veinte metros**, como las hojas de los bananos y de algunas palmeras tropicales.

Formas de hojas

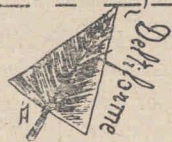
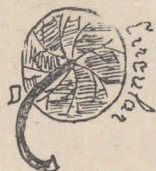


Figura 81

Partes de una hoja

Una hoja completa consta de tres partes, que son: el peciolo, la vagina y el limbo.

Peciolo. — El peciolo es el pequeño pedúnculo que une la hoja al tallo (Fig. 82); la **vagina** es la parte del peciolo que se ensancha al insertarse en el tallo, y el **limbo** o **lámina** es la porción más ancha de la

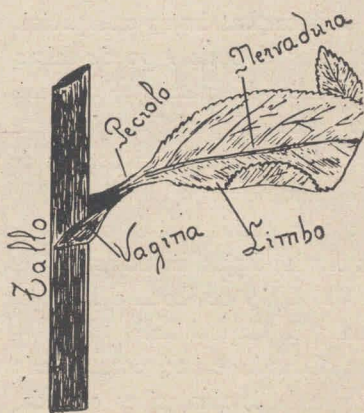


Figura 82

hoja. Estudiemos cada parte por separado.

El **peciolo** une a la lámina con el tallo y facilita los movimientos de ésta, para que se oriente mejor en procura de recibir mayor cantidad de luz. De forma cilíndrica a veces acanalada, otras aplanada, origina al insertarse en el tallo, un ángulo que ya hemos estudiado en el capítulo anterior con el nombre de **ángulo axilar**, punto de localización de las **yemas laterales**.

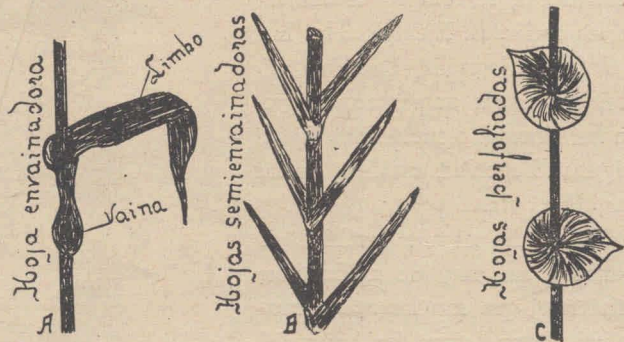


Figura 83

El peciolo es recorrido en su interior por un hacesillo líbero leñoso que conduce a la hoja, por el leño, la **savia bruta** que una vez **elaborada** volverá al tallo por el líber. Las hojas con peciolo se llaman **pecioladas**; pero algunas veces el peciolo puede faltar, insertándose entonces la hoja en el tallo directamente, denominándose hoja **sentada** o **sesil**. Otras veces el peciolo experimenta un ensanchamiento considerable, adquiriendo los caracteres de la lámina o limbo, se le llama **filodio**, como en el *Nepenthes* (Fig. 94), y su transformación obedece a la necesidad de la planta de aumentar su superficie respiratoria. En las hojas circulares el peciolo se inserta en el centro (Fig. 81, D) y se llama a la hoja, **peltada**, como la Redondita de agua y la Capuchina.

La **vagina** también puede faltar. Cuando existe, corresponde al peciolo si la hoja es peciolada y a la lámina, si es sentada. Está formada en el primer caso por una expansión del peciolo

HOJA

al insertarse al tallo (Fig. 82) y en el segundo caso por una expansión del limbo.

Si la vagina está muy desarrollada y envuelve todo el tallo, como en las hojas del Trigo, del Maíz, de la Achira, se dice que la hoja es **envainadora** (Fig. 83, A); si sólo envuelve la mitad, se le llama **semienvainadora**, como las hojas de algunos estípites y cañas (Fig. 83, B). A veces la hoja envainadora se desarrolla por todas las partes del tallo, dando la sensación que éste perfora a la hoja; esta clase de hojas se denomina **perfoliada** (Fig. 83, C).



Figura 84

jas compuestas de los rosales (Fig. 84).

En algunos peciolo la vagina se asemeja a dos alitas membranosas: son las **estípulas**, que se observan en la base de las ho-

Limbo. — El limbo o lámina, parte más ensanchada de la hoja presenta a nuestro estudio la **forma**, el **borde** y las **nervaduras**.



Figura 85

A la forma del **limbo** puede aplicarse todo lo que hemos dicho al referirnos de las formas de las hojas. Su **borde** puede ser **liso**, **dentado**, **aserrado**, **festoneado**; cuando las escotaduras son más profundas, pero sin pasar del tercio de la lámina, el borde es **lobulado**; si son más profundas, acercándose a la nervadura, el borde es **escotado** y a la hoja se le llama **partida**; si la escotadura llega casi hasta la nervadura, la hoja se llama **secta** o **fida**. La figura 85 da idea de los diferentes aspectos que pueden adoptar los bordes.

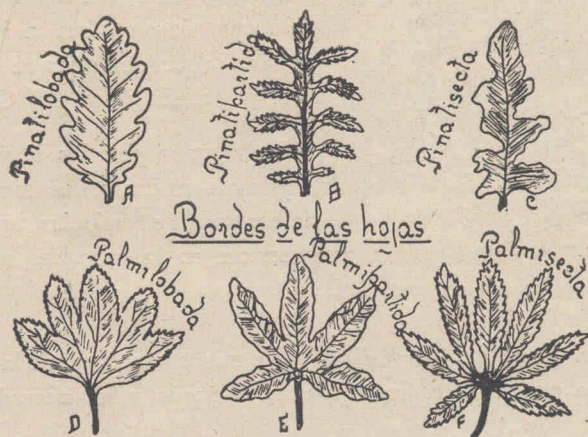


Figura 86

Las hojas de borde lobado, partido y secta, se denominan **pinatilobadas**, **pinatipartidas** y **pinatisectas**, cuando se asemejan por la disposición de sus escotaduras a las barbas de una pluma de gallina (Fig. 86, A, B y C); y cuando esas escotaduras se disponen en la dirección de los dedos de una mano, se llama a las hojas **palmilobadas**, **palmipartidas** y **palmiseetas** (Fig. 86, D, E y F).

Ahora bien; quedanos por hablar de la nervadura, parte importantísima del limbo por el rol que desempeña.

Toda hoja está recorrida por un hacecillo líbero leñoso delgado, que es la **nervadura** o **eje medio**. En algunas hojas esta nervadura media no se ramifica: son las **hojas uninervadas** (Fig.

HOJA

87, A); en otras emite ramificaciones secundarias: son las **hojas simplicinervadas** (Fig. 87, B), y en otras las nervaduras secundarias vuelven a ramificarse (Fig. 87, C): son las **hojas retinervadas**.

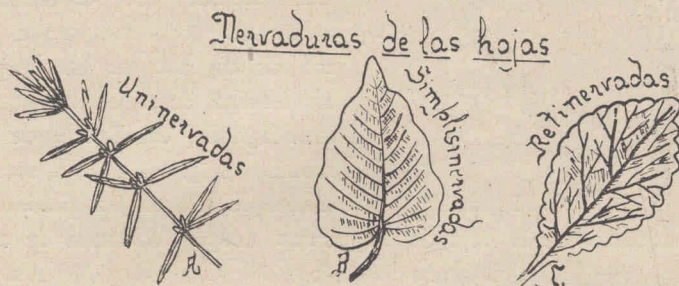


Figura 87

Según la disposición de sus nervaduras, las hojas se clasifican de acuerdo al siguiente cuadro sinpótico:

Clasificación de las hojas por sus nervaduras	Uninervadas	
	Simplicinervadas	Paralelinervadas Curvinervadas
	Retinervadas	Penninervadas Peltinervadas Palminervadas

Hojas uninervadas son la de los Pinos (Fig. 87, A).

Las **simplicinervadas** (Fig. 87, B), cuyo eje medio sólo da ramificaciones secundarias, se clasifican en **paralelinervadas**, cuando las ramificaciones secundarias son paralelas como en la hoja del Maíz, Trigo o del Lirio, (Fig. 88, A), y en **curvinervadas** (Fig. 89), cuando las ramificaciones son curvas, como en las hojas del Pimentero y del Llantén.

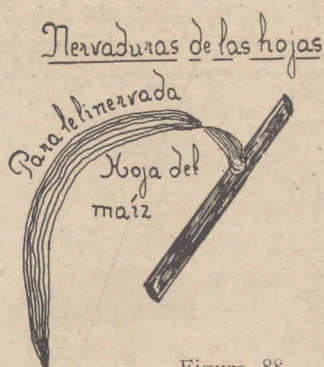


Figura 88

Las **retinervadas** (Fig. 87, C) se ramifican multitud de veces formando una intrincada red. Cuando las principales de esas ramificaciones adoptan la disposición de las barbas de la pluma de un ave, se llaman **peninervadas**, como en la hoja de la Magnolia, del Sauce, del Limonero (Fig. 90, A); si son radiadas se denominan **peltinervadas**, como en la hoja de Capuchina, Irupé Redondita de agua (Fig. 90, B), y si siguen la dirección de los dedos de la mano, llámense **palminervadas** (Fig. 90, C), como en la hoja de la Hiedra o Yedra, del Plátano, de la Vid.

Las nervaduras simplicinervadas son características de las **Monocotiledóneas** y las retinervadas de las **Dicotiledóneas**; salvo algunas excepciones, entre las primeras, como ser las Achiras, los Bananos, etc.

HOJAS SIMPLES Y COMPUESTAS

Las hojas pueden ser simples o compuestas. Hoja **simple**, es cuando una lámina peciolada o sentada, se inserta en una rama y hoja **compuesta**, cuando la lámina se divide en partes, que se fijan en un solo peciolo central).

Cuando la lámina se divide en partes o segmentos, que se insertan en un mismo peciolo, cada parte o pequeña hoja, se llama **foliolo**. Si los foliolos se insertan por pares y a la misma altura, la hoja compuesta se llama **opositopinada** (Fig. 91, A); si se insertan en forma alterna, la hoja se llama **alternopinada** (Fig. 91, B). Si en las hojas

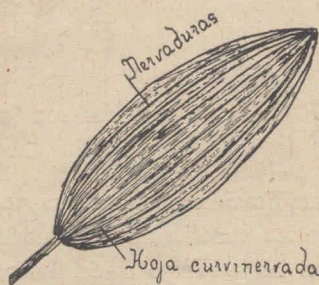


Figura 89

HOJA

opositopinadas el peciolo termina en un foliolo (Fig. 92, A) la hoja se llama **opositoimparipinada**, y si termina en dos (Fi. 92, B) se denomina **opositoparipinada**.

Si los peciolos se ramifican y recién en sus ramificaciones se insertan los foliolos, tenemos las hojas **bipinadas** (Fig. 93) como las de la Sensitiva, Cina-cina, etc.



Figura 90

Si los foliolos se ramifican y sus ramificaciones vuelven a ramificarse y recién en estas ramificaciones de tercer orden se encuentran los foliolos, la hoja se denomina, **tripinada**.

Para diferenciar una hoja simple de una compuesta, se observa el ángulo axilar que forma el peciolo al insertarse en el

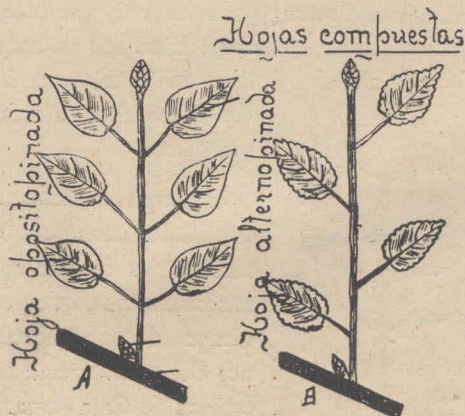


Figura 91

tallo. Si como sucede, salvo excepciones, se encuentra una yema es una hoja simple; si no hay yema es un foliolo y la hoja es compuesta.

Hojas modificadas

Las hojas modificadas son hojas que han experimentado modificaciones íntimas en su estructura adaptándose a deter-

minadas funciones, como ser, protección, fijación, reproducción, nutrición, almacenamiento, etc.

Veamos las principales:

Los **cotiledones** se encuentran en la semilla y luego son, por lo común, las primeras hojas de todo vegetal que nace (Fig. 37). Llevan a veces sustancias alimenticias que ceden a la planta para nutrirla, facilitando su desarrollo; otras veces, extraen esas sustancias del albumen de la semilla. Terminada su función, se secan y caen. En las plantas Monocotiledóneas, existe un cotiledón; en las Dicotiledóneas, dos cotiledones y en las Gimnospernas, de dos a doce cotiledones. (Por más detalles, ver Capítulo X).

Las **catáfilas** son hojas subterráneas, carentes de clorófila. Pueden ser carnosas como las de la cebolla, o escamosas como las que recubren a los rizomas (tallos subterráneos). En algunos tallos aéreos de plantas perennes se encuentran rodeando y protegiendo a algunas yemas, pequeñas hojitas consideradas también catáfilas. Han sido denominadas escamas y suelen, como excepción del tipo clásico de catáfila, poseer color verde.

Los **zarcillos**, de origen foliáceo, que, como dijimos al hablar de tallo, pueden también provenir de una modificación de éste (zarcillos caulinares). Los zarcillos al enroscarse pueden hacerlo de derecha a izquierda (**dextrorsos**) o a la inversa (**sinistrorsos**).

Ejemplos de zarcillos foliáceos, son los del *Nepenthes*, *Flor de pitito*, etc.

Las **espinas**, llamadas espinas foliáceas para diferenciarlas de las espinas caulinares, que provienen de modificaciones del tallo. Ejem.: las espinas de *Cina-cina*.

Las **brácteas**, hojas pequeñas de coloración brillante o verde claro,

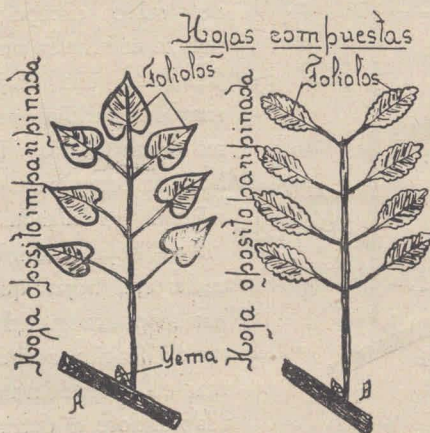


Figura 92

HOJA

que se encuentran en los pedúnculos de la flor o de las inflorescencias.

Cuando son pequeñas se denominan **bracteolas** y cuando son grandes constituyen una especie de cartucho que protege a la inflorescencia, y se designa con el nombre de **Espata**. Algunas brácteas del tipo Espata, alcanzan hasta 20 cm. de longitud y su color atractivo, provoca la visita de los insectos, facilitando así la polinización.

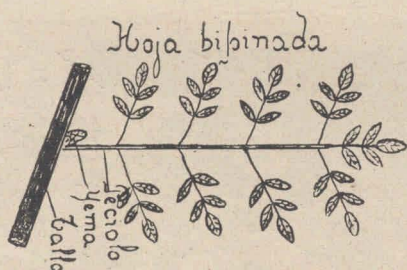


Figura 93

Los **sépalos**, **pétalos**, **estambres** y **carpelos**, en otras palabras: los cuatro ciclos florales, son también hojas modificadas. A estas hojas se las denomina **hojas florales** o **antófilas**.

Las hojas **carnívoras**, **insectívoras** o **absorbentes**, como las del **Nepenthes** (Fig. 94), en forma de urnas que contienen una sustancia acuosa, segregada por la epidermis, donde caen y son disueltos los insectos para ser digeridos por la hoja, y como las hojas de la **Drosera** (Fig. 95), cuyas células tienen prolongaciones, los **tentáculos**, que segregan un líquido pegajoso, donde se anhiere el insecto. Estos tentáculos se irritan al pegarse el insecto e incurvándose lo ponen en contacto con la lámina o limbo, donde ya disuelto por el líquido pegajoso, es absorbido.

FILOTAXIS

La filotaxis es el estudio de la disposición de las hojas en el tallo.

Las hojas pueden ser: alternas (Fig. 96, A), modo muy frecuente de disponerse en los tallos; opuestas (Fig. 96, B), también muy frecuente; opuestas alternas (Fig. 96, C); verticiladas alternas (Fig. 97, A), y verticiladas opuestas (Fig. 97, B).

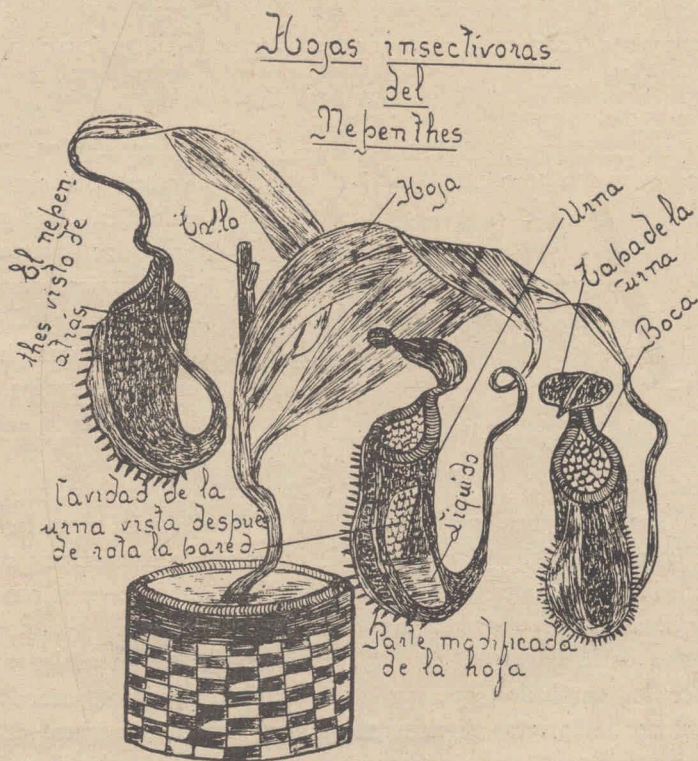


Figura 94

Las hojas alternas se sitúan, como se observa en la figura 96, A), a distintas alturas y en lados diferentes. Las opuestas

HOJA

se encuentran a la misma altura (Fig. 96, B); y juzgados entre sí los pares, son alternos (Fig. 96, C) cuando el segundo par de hojas no está situado paralelamente al primero. Las verticiladas son hojas semejantes a las opuestas, con la diferencia que siempre son tres o más hojas insertas a la misma altura. Pueden también los verticilos ser opuestos o alternos (Figura 97).

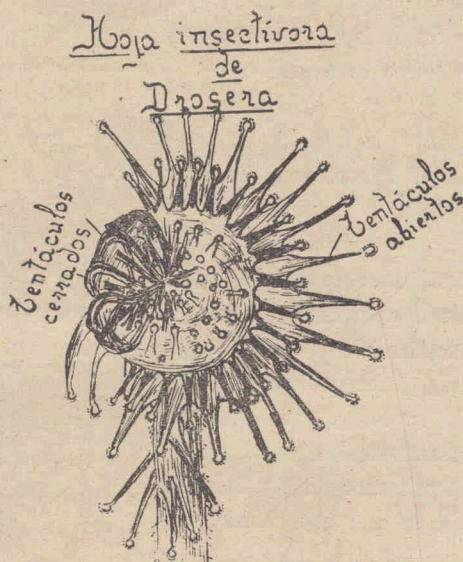


Figura 95

Ahora bien. Conocidas estas nociones fundamentales, digamos que la disposición de las hojas en el tallo está dada, según los casos, por diversas fórmulas matemáticas, que estudiaremos con claridad.

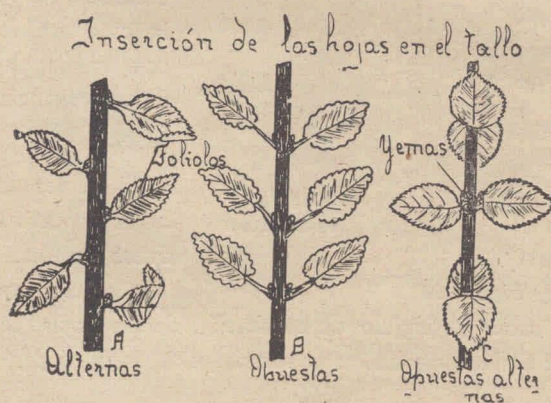


Figura 96

Supongamos que en la figura 98 A, que representa un tallo con hojas opuestas, trazamos imaginariamente dos líneas verticales paralelas al tallo, pasando una — línea a — por la inserción de las

hojas superpuestas 1, 3, 5 y 7 y otra — línea *b* — por la inserción de las hojas superpuestas 2, 4, 6 y 8; a estas líneas se las denomina **ortósticas**.

Entre la hoja 1, situada sobre la ortóstica *a*, y la hoja 2, colocada sobre la ortóstica *b*, existe un espacio — espacio *K* — que está medido por un ángulo denominado **ángulo de separación o de divergencia**. Supongamos que la figura 98, B, es un corte transversal del tallo *A* y tendremos en 1 y 2 las hojas *a* que nos referimos, y en *K*, el espacio entre estas dos hojas. Dividamos ahora la circunferencia en ángulos de 90° y tendremos que el espacio *K* equivale a un ángulo de 180° .

Por consiguiente, el espacio entre la hoja 1 y la hoja 2 o, en otras palabras, entre las ortósticas *a* y *b*, está medido por un ángulo de divergencia igual a 180° .

Si en vez de hojas opuestas fuese un verticilo de tres ho-

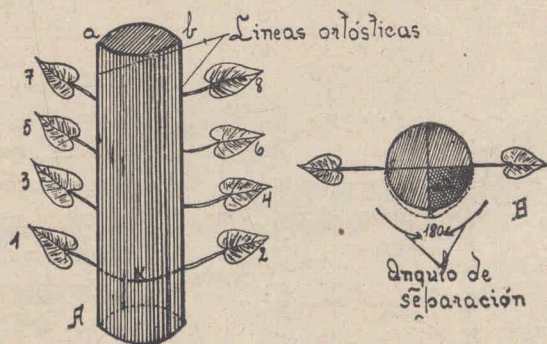


Figura 98

jas y se quisiera saber el ángulo de separación de las hojas, se dividirá 360° , que es la suma de los cuatro ángulos trazados dentro

$$\frac{360}{3}$$

de la circunferencia, por 3, (—) y tendríamos que cada

$$3$$

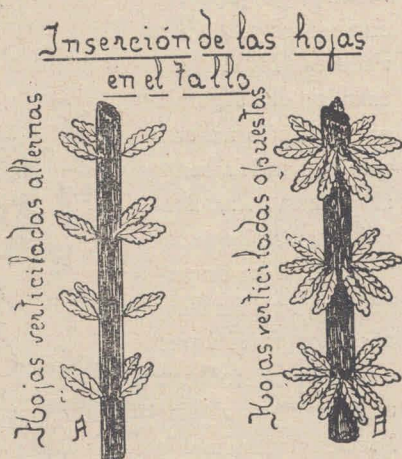


Figura 97

HOJA

hoja y, por consiguiente, cada ortóstica, está separada de las otras por un ángulo de 120° .

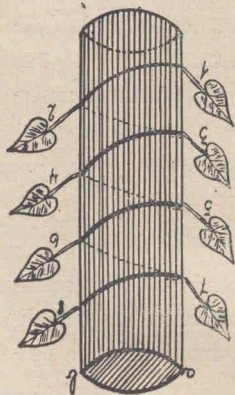


Figura 99

En la figura 99 observamos ahora que las hojas 1, 3, 5 y 7 de la ortóstica *a* no son opuestas a las hojas 2, 4, 6 y 8 de la ortóstica *b*, sino alternas o espiraladas.

Si ahora atamos el hilo *k* a la hoja 1, de ahí lo pasamos por la 2, luego por la 3, después por la 4 y así sucesivamente, observaremos que ese hilo ha recorrido un trayecto en espiral y en cada vuelta completa ha en-

contrado dos hojas. En la figura 100, obsérvese en cambio que cada vuelta completa en espiral encuentra tres hojas. De esto se han deducido fórmulas que indican la disposición de las hojas en el tallo. Las fórmulas más frecuentes son $1/2$, $1/3$, $2/5$ y $3/8$.

En cada fórmula el numerador indica la cantidad de vueltas de espiral trazadas y el de nominador la cantidad de hojas encontradas en el número de vueltas que el numerador indica. Por ejemplo: la fórmula de $1/2$ aplicada a una planta, indica que en los tallos de esa planta por **cada vuelta** de espiral se encuentran **dos hojas**; si fuese la fórmula de $1/3$, indicaría que por **cada vuelta** de espiral se encuentran tres hojas, etc., etc.

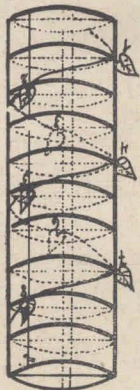


Figura 100

Se entiende como **vuelta completa de espiral**, la que iniciada en la hoja colocada en una ortóstica, termina en la hoja inmediatamente superior, que se encuentra en la misma ortóstica, después de haber circundado el tallo. La hoja donde se inicia la espiral no se cuenta. En los ejemplos, es la hoja 1.

ESTRUCTURA DE LA HOJA

La estructura de las hojas no es uniforme en todos los vegetales. Varía considerablemente según la planta de que se trate y aun dentro de una misma planta, pueden presentarse modificaciones, por la acción de factores externos.

Pero en términos generales diremos que en toda hoja se observa la epidermis que tapiza la cara superior del limbo y la epidermis que recubre su cara inferior y entre ambas un tejido de células parenquimáticas, que se denomina **mesófilo**. Por consiguiente, se llama **mesófilo**, al tejido parenquimático comprendido entre la epidermis de la cara superior de una hoja y la epidermis de la cara inferior.

Dentro del mesófilo se encuentran las nervaduras que son continuación de los haces fibrovasculares del peciolo, desprendidos de los haces fibrovasculares del tallo.

Si hacemos un corte transversal a una hoja (Fig. 101) observarse en el corte los siguientes capas de tejido: a) una capa de células epidérmicas, cuya parte superficial se cutiniza; b) una zona de células parenquimáticas, de formas cilíndricas que se adosan entre sí, sin dejar meatos o lagunas; c) una zona de células parenquimáticas de formas irregulares, poliédricas que dejan lagunas entre sí; d) una red de nervaduras y e), una nueva zona de células epidérmicas. Describamos estas zonas:

a) El **tejido epidérmico de la cara superior** del limbo, está formado por una capa de células aplanadas, cuya parte superficial se cutiniza, formando una verdadera lámina llamada **cutícula**, que da a esta cara del limbo, un aspecto liso y brillante, como si estuviera barnizado. La función de esta cutícula es la de proteger a las demás células de la acción del medio. En este tejido, salvo excepciones, no hay clorófila.

b) El tejido parenquimático de células cilíndricas, denominado **parénquima de empalizada**, está constituido por células que

HOJA

sé disponen entre sí y perpendicularmente a la superficie de la hoja, como los palos de una empalizada, de ahí su nombre. Las células, por estar estrechamente unidas, originan un **parénquima regular**; clorofílico, pues existe en él abundancia de clorófila y simple o estratificado, según esté representado por una o por varias capas de células superpuestas.

c) Al parénquima de empalizada, lo continúa el llamado **parénquima esponjoso**, **irregular** o **lacunario**, formado por células irregulares, que dejan entre sí meatos o lagunas. Este parén-

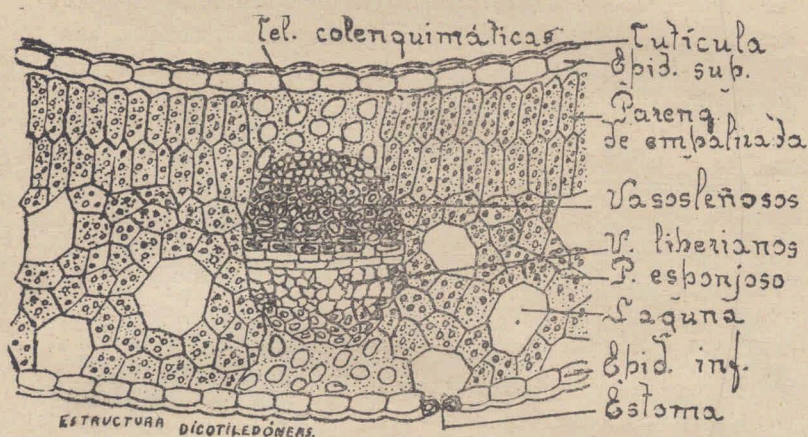


Figura 101

quima es estratificado; sus células contiene escasa clorófila. Según **Haberlandt** en el parénquima de empalizada del haz de *Ricinus communis*, se encuentran por cada milímetro cuadrado, 403,200 granos de clorófila; mientras que en igual superficie del parénquima esponjoso, se han encontrado 92.000 granos de clorófila.

Investigaciones similares hechas en vegetales distintos, han per-

mitido establecer, como término medio, que la clorófila del mesófilo de una hoja, se reparte en la siguiente proporción: $\frac{3}{4}$ de la clorófila corresponden al parénquima de empalizada y el $\frac{1}{4}$ restante, al parénquima esponjoso.

La diferencia estructural de los dos parénquimas que constituyen el mesófilo de la hoja descripta, tienen relación directa con la posición que ocupan y con la función que desempeñan. En las hojas el **parénquima de empalizada**, localizado en la parte superior del limbo, está bajo la acción intensa de la luz, por consiguiente se origina en él más clorófila y actúa como un **parénquima asimilador**. Por su parte el **parénquima esponjoso**, localizado más profundamente, contiene clorófila en menor proporción y es también, desde luego, un parénquima asimilador, aunque con menor intensidad; pero esta función no es única, pues por su adaptación especial (esponjoso), desempeña las funciones que facilitan los intercambios gaseosos: fotosíntesis, respiración y transpiración.

d) Constituyendo una verdadera red con sus múltiples ramificaciones, se observa entre las células del mesófilo a las nervaduras que son los haces fibro-vasculares que llegan desde el tallo, a través del peciolo. Los vasos leñosos de los haces, que en el tallo eran internos, se hacen superiores al disponerse en el limbo y los vasos liberianos o cribosos, que en el tallo eran externos, se disponen inferiormente.

La función de las nervaduras es la de formar el esqueleto de la hoja, constituyendo el sostén del mesófilo y de la epidermis, y la de conducir la savia bruta (vasos leñosos) y la savia elaborada (vasos liberianos).

e) La epidermis del envés (significa reverso) o **tejido epidérmico de la cara inferior** del limbo, no se cutiniza. Se presenta rugosa y opaca, caracterizándose por poseer numerosos estomas (células epidérmicas modificadas). Ver (Fig. 102).

Recordaremos que al estudiar el "Tejido epidérmico" (Capítulo III), hemos aprendido que la función de los estomas, es la



Figura 102

hojas orientadas oblicua o verticalmente, se distribuyen de manera proporcional, en la epidermis de las dos caras del limbo. En las hojas de las plantas **acuáticas sumergidas**, los estomas faltan y en las hojas de las plantas **acuáticas flotantes**, se localizan en la cara del limbo, que no está en contacto con el agua.

Por cada milímetro cuadrado de superficie epidérmica del envés de una hoja, pueden encontrarse hasta **300 estomas** y en casos excepcionales, pueden aproximadamente encontrarse hasta **700**.

La estructura descrita corresponde a las hojas de las plantas **Dicotiledóneas**, que por tener parénquima de empalizada y esponjoso, (parénquima con células de caracteres diferentes), se dice que poseen **mesófilo heterogéneo**.

En muchas plantas **Monocotiledóneas** (Fig. 103) y en las **Criptógamas Vasculares** y **Gimnospermas**, el parénquima está formado por células que no se diferencian entre sí, constituyendo un **mesófilo homogéneo**.

Otras **Monocotiledóneas**, tienen un mesófilo heterogéneo considerado **simétrico**, y presentan por debajo de la epidermis de cada cara de la hoja, una zona de tejido parenquimático de empalizada y entre estas dos zonas, separándolas, una zona de parénquima esponjoso. En cuanto a la estructura de los hacecillos en la hoja, es siempre igual a la estructura que tienen los hacecillos

de propender a los intercambios gaseosos que efectúan los vegetales y que, por lo general, se disponen preferentemente en el envés de las hojas que se orientan horizontalmente; mientras que en las

en el tallo de la planta a la que pertenece la hoja: colaterales y abiertos en la Dicotiledóneas y concéntricos y cerrados en la Monocotiledóneas.

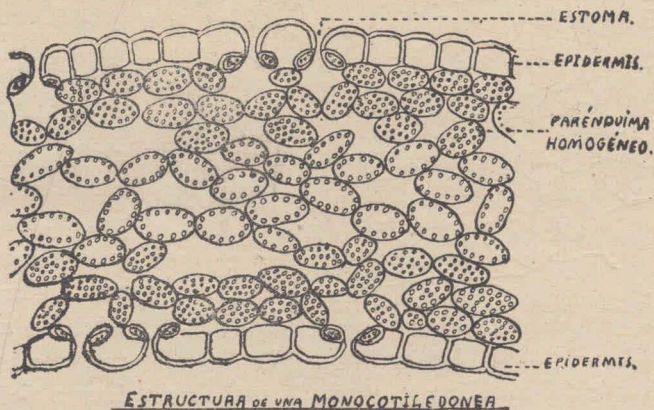


Figura 103

FORMA DE OBTENER CLOROFILA

Sabemos que la **clorófila** es el pigmento verde que da color a los vegetales y que sirve mediante la acción de la luz (Fotosíntesis o Asimilación clorofílica) para transformar a la savia bruta en elaborada.

Para extraerla de la hoja, se pican unas cuantas hojas y se las sumerge en alcohol; las hojas pierden su color y el alcohol se

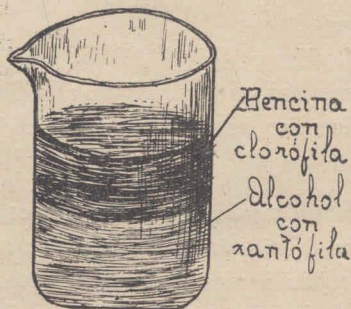


Figura 104

torna verde. Se filtra y al líquido filtrado se le agrega (Fig. 104), un poco de bencina, se agita y luego se deja en reposo, viéndose entonces que el líquido se superpone en dos capas: en la base del recipiente se encuentra el alcohol (más denso), con color amarillo debido a la **xantófila** que se separó de la clorófila; encima del alcohol, la bencina

HOJA

(menos densa), con color verde por tener cianófila.

Plantas áfilas. — Algunas plantas están desprovistas de hojas, teniendo únicamente unas pequeñas escamas muy reducidas, como las Casuarinas; otras las tienen tan modificadas que el vegetal representa carecer de órganos foliares. A estas plantas se las denomina **áfilas** y ejemplos de ellas se encuentran entre las cactáceas, donde existen algunas variedades de tunas carentes de hojas. En estas plantas los tallos son verdes y actúan desempeñando las funciones de la hoja.

PREFOLIACION

Se denomina **prefoliación** a la manera de disponerse las hojas o mejor dicho los **esbozos foliares** en las **yemas**.

La manera de disponerse es variable. En algunas yemas los bordes de los esbozos foliares no se tocan, es la **prefoliación abierta**; en otras los bordes se tocan, es la **prefoliación valvar** y en otras cada borde cubre al inmediato, es la **prefoliación imbricada**.

DURACION Y USOS

Duración. — Las hojas pueden **durar** en la planta una sola estación; viven menos de un año y caen: son las hojas **caducas**. En otras plantas suelen durar de dos a diez años: son las hojas **persistentes** o **perennes**. Hojas caducas son las de Parra, Duraznero, Peral, Tala, Ombú, etc. Esta clase de hojas se caracterizan por no presentar defensas contra la transpiración excesiva y ser de consistencia por lo común papirácea.

Las plantas con hojas caducas, dividen anualmente su vida en dos períodos: Uno de vida activa en que el vegetal se nutre, asimila y almacena el alimento, y otro de vida pasiva o de reposo, en que el vegetal no absorbe alimento y vive como las plantas xerófitas.

Hojas perennes son las del Limonero, Naranja, Laurel rosa, Matajojo, etc., y se caracterizan por ser de consistencia coriacea y poseer defensas contra una transpiración excesiva.

Las plantas con hojas perennes renuevan sus hojas periódica y parcialmente. De ahí que su vida también se divide en dos períodos: Uno de vida activa cuando el vegetal luce su follaje completo, y otro de reposo o mejor dicho, de relativo reposo, en los períodos en que renueva parte de su follaje.

Usos. — En cuanto a sus usos, son diversos.

Muchas hojas son alimentos para el hombre (Lechuga, Espinacas, Acelgas, Te, Achicoria, etc.).

Otras son medicinales (belladona, tilo, borraja, etc.).

Otras, industriales, como el Tabaco, la Yerba mate, la Pita y algunas Palmeras.

La generalidad de ellas sirve de alimento a los animales. La vida animal no podría realizarse sin la existencia de los vegetales. Depuran el aire por la exhalación de **oxígeno**, merced a la acción de la fotosíntesis, y abonan la tierra, cuando una vez secas han caído sobre ella.

CAPÍTULO VII

FLOR

Origen y generalidades de la flor. Partes de una flor. Ciclos florales. Cáliz: sépalos. Corola: pétalos. Prefloración. Androceo: estambres; polen. Gineceo: carpelos; óvulos. Diagramas y fórmulas. Inflorescencia. Duración y usos.

Origen y generalidades de la flor

Los órganos más hermosos de los vegetales son las flores. No todos los vegetales las poseen, pues los más inferiores, **Criptógamas**, carecen de ellas; sólo se encuentran en las **Fanerógamas**.

Toda flor proviene de una yema. Nosotros sabemos que las yemas están formadas por un sistema de hojitas modificadas, que protegen a células meristemáticas que multiplicándose originan ramas y hojas.

Pero hay yemas cuyas hojas se modifican tanto, que en nada se asemejan a las hojas comunes que conocemos, y ese conjunto de hojas tan modificadas constituye la **flor** (yemas florales). (Estas hojas que constituyen la flor se llaman **antófilas** (de **anthos** = flor y **phyllon** = hoja).

La **función** que desempeña la flor es producir en su interior ciertos elementos, las **semillas**, que han de servirle a la planta para reproducirse.

Su **tamaño**, **forma**, **color** y **consistencia**, son muy variados; pero de ellos nos referiremos al hablar de la **corola**, ciclo que más se destaca en casi todas las flores.

Agreguemos a estas nociones generales, que toda flor que acepta más de un plano de simetría, se llama **regular** o **actinomorfa**, y si acepta uno solo, **irregular** o **cigomorfa**. Como ejemplo de las primeras, citaremos a las Margaritas, Verbenas, Rosas y Jazmines; y como ejemplo de las segundas, citaremos a los Pensamientos, Madreselvas, Alverjillas, Violetas y las flores de "Caña de Indias".

PARTES DE UNA FLOR

Tres son las partes de una flor: el pedúnculo, el receptáculo y el conjunto de ciclos florales.

El **pedúnculo** (Fig. 105), es una ramificación del tallo que, insertándose por una extremidad en el ángulo axilar de una hoja, por la otra se ensancha formando el receptáculo floral. Recubierto por una epidermis, su parénquima no se diferencia bien, llevando en su interior un hacesillo líbero-leñoso.

El **receptáculo** (Fig. 105), extremidad ensanchada del pedúnculo floral, sirve de inserción a las diversas hojitas que constituyen los ciclos florales.

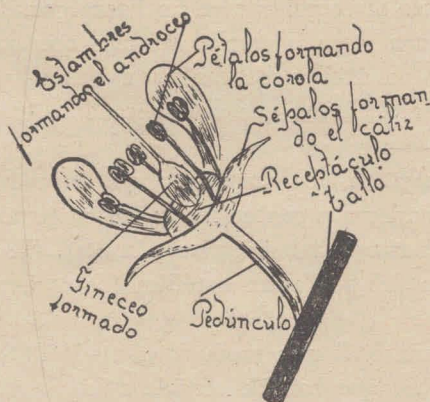


Figura 105

Estos **ciclos florales** (Fig. 105), pueden ser cuatro; se denominan también **verticilos** y están, como se ha dicho, representados por hojitas que se han modificado intensamente.

De estas tres partes, el pedúnculo puede faltar; entonces la flor es **sésil** o **sentada**.

CICLOS DE LA FLOR

Los **ciclos** o **verticilos** (Fig. 105), pues, son cuatro, que yendo desde la periferia al centro de la flor, reciben los nombres de **cáliz**, **corola**, **androceo** y **gineceo**.

Los dos primeros, **cáliz** y **corola**, son los **ciclos de protección** o **envoltura** y constituyen lo que se llama **perianto**. Hay flores que tienen **cáliz** y **corola**; son las flores con **perianto** o **periantadas**, y otras flores hay que carecen de esos dos verticilos; son las flores sin **perianto** o **aperiantadas**. El desarrollo del perian-

FLOR

to tiene importancia en la polenización. Las flores cuya polenización se efectúa por intermedio de insectos o pájaros, lucen un perianto más desarrollado y más vistoso para atraerlos.

Los otros dos, **androceo** y **gineceo**, son los **ciclos de reproducción**; masculino y femenino, respectivamente.

Las flores que carecen de los dos ciclos de reproducción, son las flores **neutras**, y las que tiene los dos ciclos de reproducción, se llaman **hermafroditas** o **monoclínicas**; pero hay flores que sólo tienen el ciclo masculino, androceo, o el femenino, gineceo, y se llaman **unisexuales** o **diclínicas**.

A veces, en una misma planta, hay flores masculinas y femeninas, como en el Maíz, son las plantas **monoicas**, y otras veces, como en el caso del Ombú, un árbol da flores masculinas y otras femeninas, son las plantas **dioicas**.

Algunas plantas Angiospermas, dan flores hermafroditas y unisexuales en el mismo individuo, caso éste que se denomina **poligamia**. En estas flores pueden presentarse las dos siguientes combinaciones: plantas con flores hermafroditas y flores unisexuales masculinas, caso que se llama **andromonoecia**; o con flores hermafroditas y unisexuales femeninas, caso que se denomina **ginemonoecia**.

Algunas flores poseen los cuatro ciclos, son las **flores completas**; siendo **incompletas** cuando les falta alguno



Figura 106

Estos ciclos florales, dijimos que estaban formados por hojas modificadas.

Cuando el número de esas hojas modificadas es igual en cada verticilo, la flor se denomina **isómera**,

y **heterómera**, cuando el número es distinto.

Cáliz: sépalos —

El primer verticilo o ciclo floral, es el **cáliz**. Su coloración es, por lo general, verde, pudiendo a veces tener el color de la corola y ser blanco, amarillo, rojo, pardo, etc. Cuando tiene el color de la corola, se dice que es un cáliz **corolino** o **petaloide**. Poseen cálices corolinos, los Lirios, Aljabas, Junquillos, etc.

A veces el cáliz no se diferencia de la corola, pareciendo que falta, tan igual es el color de sépalos y pétalos. A este conjunto de cáliz y corola igual, se le llama **perigonio** y a las hojitas (sépalos y pétalos), se les dice **tépalos**.



Figura 107

El cáliz está formado por una serie de hojitas, hojas modificadas, llamadas **sépalos**. Estos sépalos tienen una estructura idéntica a las hojas, salvo las modificaciones que, por su índole de hojas modificadas, experimentan. Tienen clorófila y poseen estomas.

Su número es generalmente reducido: en las flores de las Monocotiledóneas, el cáliz tiene tres sépalos y a veces múltiples de tres, y en las flores de las Dicotiledóneas, tiene cuatro o cinco o sus correspondientes múltiples.

Los sépalos se insertan en el receptáculo y pueden estar separados o unidos. Si los sépalos están separados, es decir, son libres, el cáliz se llama **dialisépalo** (Fig. 106, A), y si están soldados entre sí, **gamosépalo** (Fig. 106, B).

El cáliz gamosépalo puede ser: partido, hendido y dentado. **Partido** (Fig. 107, A), cuando los sépalos se unen entre sí, un poco por encima de su inserción; **hendido** (Fig. 107, B), cuando

FLOR

la unión se efectúa hasta la mitad del sépalo, y **dentado** (Fig. 107 C), cuando la unión es casi total, quedando únicamente libre la extremidad de los sépalos.

A un cáliz gamosépalo formado por tres, cuatro o cinco sépalos, si es partido se le denomina **tripartido**, **tetrapartido** y **pentapartido**, respectivamente; si es hendido, se le dice **trífido**, **tetráfido** y **pentáfido**, y si es dentado, se le llama **tri**, **tetra** o **penta-dentado**.

Si en cambio el cáliz tiene más de cinco pétalos, se le dirá **multipartido**, **multífido** y **multidentado**, según a la categoría que pertenezca.

No todos los cálices duran en la flor mientras ésta existe y no todos desaparecen cuando ella se seca; de ahí que, por su duración y características, se les clasifique en: **caduco**, **desiduo**, **persistente**, **acrescente** y **marscescente**.

Caduco, es el cáliz que se desprende del receptáculo al abrirse la flor, como el cáliz de las Amapolas y Magnolias. **Desiduo**, es el que cae cuando la flor se fecunda. Esta variedad de cáliz es la más común. **Persistente**, cuando continúa sin caerse aunque la flor se marchite y acompaña al fruto, como en las flores de la Fresa, del Rosal, de la Arveja. Si el cáliz persistente se marchita y se torna amarillo, se llama **marscescente**, como en la flor del Peral, y si al persistir envuelve al fruto, como en la Granada (cáliz persistente, gamosépalo dentado), se llama **acrescente**.

A veces, por debajo del cáliz, suele encontrarse otro ciclo de hojitas pequeñas, es el **paracáliz**.

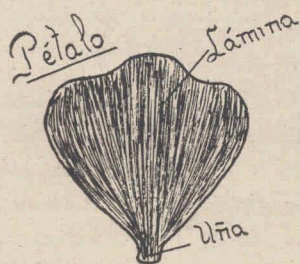


Figura 108

Corola: pétalos —

La corola es el segundo ciclo floral. Junto con el cáliz forma el **perianto**, del que hemos hablado, y cuya función es la de proteger y abrigar a los ciclos de reproducción y la de atraer, con

sus hermosos coloridos, a los insectos y aves que han de facilitar, indirectamente, la polenización.

Su coloración es variadísima, pudiendo llegar hasta ser verde, pareciéndose al cáliz; caso éste en que recibe el nombre de corola **sepaloide**, como en las flores del Eucalipto y de la Vid.

Otro conjunto de hojas modificadas, es el que forma a la corola; cada una de éstas se llama **pétalo**.

Todo pétalo tiene dos partes (Fig. 108): la **lámina** y la **uña**. La lámina es la parte ancha y la uña una parte delgada por donde se inserta en el receptáculo. Esta clase de pétalos, se llaman **unguiculados**.

Los pétalos pueden carecer de uña, son **sentados**, es decir, que su lámina se inserta directamente. Por su **consistencia** pueden ser **coriáceos**, como los de magnolia, o **papiráceos**, como los de rosa; delgados o ligeramente gruesos.

En la base de ellos, suele en algunas flores encontrarse adherida una especie de elevación o escama, son los **nectáreos**, de donde los insectos (mariposas, abejas) y los pájaros (picaflor) extraen el néctar.

Por ser hojas modificadas, la estructura es la de una hoja con modificaciones ligeras, como ser la ausencia de clorófila. La epidermis se denomina **epitelio**. Los pétalos de una corola, pueden estar separados, **corola dialipétala**, como las de la Glicina, Margarita, Rosa, Pensamiento, etc., o unidos, **corola gamopétala**, como las de las Campanillas, Dalias, Madreselvas, Romero, etc. Estas maneras de disponerse los pétalos, han dado margen a diversas denominaciones, según las formas que adopten las corolas. Veamos las principales.

Corolas dialipétalas: Se las divide en regulares e irregulares, según sean sus pétalos iguales o desiguales. Las **regulares** comprenden: Las **rosáceas**, las **cruciformes** y las **cariofiláceas**. Las **rosáceas** (Fig. 109, A), formadas por cinco pétalos regulares, con una pequeña uña (Rosa sencilla, Lino). Las **cruciformes**, cuyos pétalos, en número de cuatro, se disponen en cruz (Alhelí, Rábano). Las **cariofiláceas**, que tienen pétalos con una uña prolongada y estrecha (Clavel).

FLOR

Las **irregulares**, por su parte, comprenden: las **papilionáceas** o **amariposadas**, y las **anómalas**. Las **papilionáceas** tienen cinco pétalos irregulares, uno más grande, el **estandarte**, que sobresale sobre los otros; dos menores, las **alas**, y dos más pequeños unidos, denominados **carena** (Fig. 109, B) (Glicinas, Arvejas, Habas, Alberjillas).

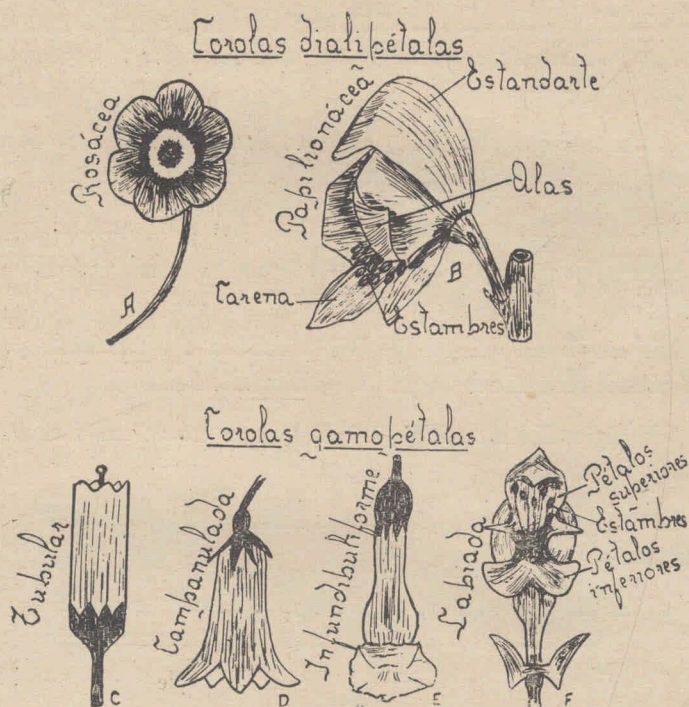


Figura 109

Las **anómalas**, abarcan todas las corolas dialipétalas irregulares, cuyos pétalos son diferentes en su forma y aspecto (Pensamiento, Achiras, Violetas).

Corolas gamopétalas: Se las divide en regulares e irregulares.

Las **regulares** comprenden: las tubulares, las campanuladas, las infundibuliformes, las urceoladas, las enrodadas o rotáceas, las estrelladas y las digitatiformes.

Las **tubulares** (Fig. 109, C), en forma de tubo alargado.

Las **campanuladas** (Fig. 109, D), en forma de tubo que luego se abre asemejándose a una campana (Campanillas de las enredaderas).

Las **infundibuliformes** (Fig. 109, E), parecidas a un embudo (Tabaco).

Las **urceoladas** (Fig. 110, A), con forma de vasija de barro, carente de asa (Jacinto silvestre, flores de Huevo de gallo).

Las **enrodadas** o **rotáceas** (Fig. 110, B), con corola de tubo corto, en cuya parte superior los pétalos se disponen como los radios de una rueda (flores de Borraja y de la Papa).

Las **estrelladas** (Fig. 110, C), parecidas a la anterior; pero con pétalos terminados en punta (Jazmín del País).

Las **digitatiformes** (Fig. 110, D), con corola en forma de dedal (Digital).

Las **irregulares** comprenden: Las labiadas, las personadas y las liguladas.

Las **labiadas** (Fig. 109, F), en forma de tubo constituido por cinco pétalos soldados, que luego se separan, formando dos grupos, uno superior de tres pétalos y otro inferior de dos, semejantes a labios (Madreselva, Romero).

Las **personadas** (Fig. 110, E), se asemejan a una garganta cuyo orificio bucal, formado por dos labios muy próximos, está parcialmente cerrado por un repliegue (Utricularia, flores de Conejito).

Las **liguladas** (Fig. 110, E), son corolas tubulares, cuyo tubo se ha hendido hasta cerca de la base, quedando la corola con el aspecto de un tubo corto, cuya parte superior, abierta, toma

FLOR

el aspecto de una cinta o lengua (Flores de las Compuestas, (Dalias, Cerraja).

Digamos ahora, para terminar con los ciclos que constituyen el perianto, que el cáliz y la corola, en particular, lo mismo que la flor en general, pueden ser **regulares** o **actinomorfos** e **irregulares** o **cigomorfos**.

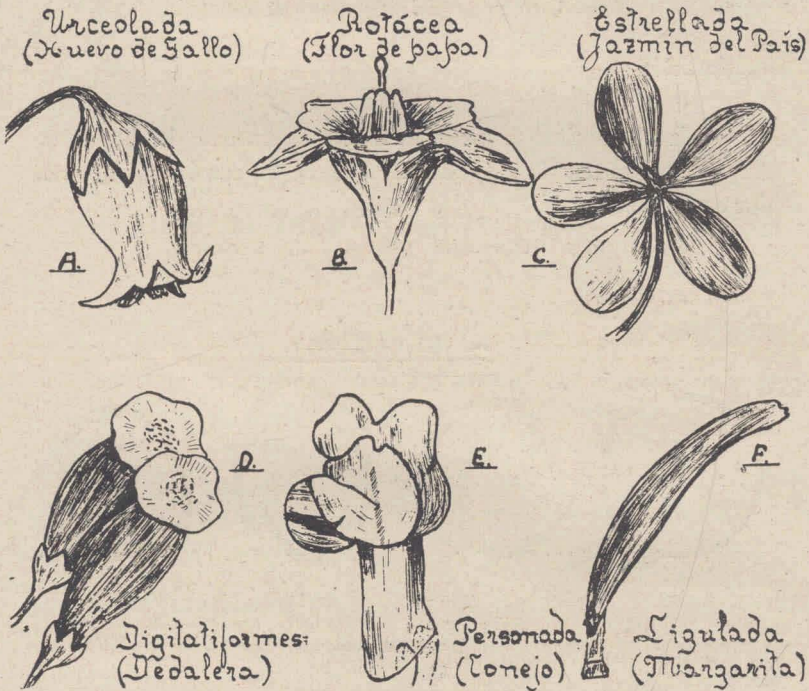


Figura 110

El número de pétalos puede ser igual al de sépalos o mucho mayor, como resulta en diversas flores de cultivo, y en cuanto a la duración de la corola es, por lo común, breve. En algunas flores dura sólo horas, son las **efímeras**, que pueden ser **diurnas**

si abren de mañana y se cierran durante el día, para volver a abrirse al anoecer y marchitarse después, o **nocturnas** si abren a la noche y cierran a la mañana. Ejemplo de las primeras, la Campanilla Vulgar, y de las segundas, la Dama de noche.

Algunas flores poseen **paracorola**. Se llama así a una corona de pétalos de tamaño variable, según las flores, que se sitúan circundando a la corola. Tienen paracorola los Junquillos y los Narcisos.

Prefloración —

Se da el nombre de **prefloración**, a la manera de disponerse entre sí las piezas florales del cáliz o de la corola, mientras la flor está en botón.



Figura 111

A veces, supongamos el caso de la corola, los pétalos se tocan por su borde sin recubrirse (Fig. 111, A): es la **prefloración valvar**; o cada pétalo recubre el borde del siguiente y a su vez es recubierto por otro (Fig. 111, B); es la **prefloración torcida**; o uno de los pétalos más desarrollado envuelve a los otros (Fig. 111, C): es la **prefloración vexilar**; o se disponen de modo imbricado (Fig. 111, D).

FLOR

Estambres



Figura 112

androceo, o ciclo masculino de la flor, es el conjunto de estambres.

En un estambre se reconocen tres partes: el filamento, el conectivo y la antera (Fig. 112).

El filamento (Fig. 112), es un pequeño pedúnculo, a veces ramificado, de longitud diversa, que por un extremo se inserta comúnmente en el receptáculo y por el otro sostiene a la antera. Morfológicamente, vendría a ser el peciolo de la hoja modificada, mientras que la antera correspondería al limbo o lámina de la hoja también modificado.

Por el interior del filamento corre un hacecillo líbero-leñoso, muy delgado, que nutre al estambre con la savia que le lleva. Envuelve al hacecillo un parénquima recubierto por una epidermis.

El conectivo es la prolongación ligeramente espesada que une el filamento a la antera, prolongándose a veces en su interior.

La antera (Fig. 112), es un verdadero receptáculo que se inserta sobre la extremidad superior del filamento. Está, por lo común, formada por dos mitades, las **tecas**. A veces una mitad

se atrofia y entonces la antera queda representada por una teca; se considera, entonces, que la flor tiene **medio estambre** (Flores de Achiras).

A cada teca se la considera, a su vez, dividida en dos compartimentos: los **sacos polénicos**, en cuyo interior se originan los **granos de polen**, que son los elementos que encierran las **gametas masculinas**, que intervendrán en la reproducción de la planta. De acuerdo al número de cavidades que presenta la antera, pueden ser: **unilocular**, una cavidad, (Fig. 113, A); **bilocular**, dos cavidades (Fig. 113, B) y **tetralocular**, cuatro cavidades (Fig. 113, C).

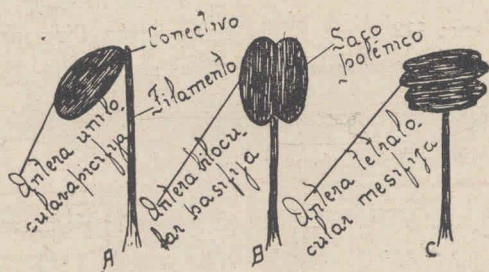


Figura 113

Las anteras pueden tener formas diversas: las hay alargadas, globulosas, acorazonadas o cordiformes, reniformes, triangulares, ovoideas, etc. Pueden, a veces, carecer de filamento e insertarse directamente sobre el receptáculo floral, son las **anteras sentadas** o **sésiles**. Cuando se insertan en el filamento, lo hacen por su parte más ancha o base, por su vértice o parte más delgada o por la mitad de su cuerpo. En el primer caso, se denominan anteras **basifijas**, en el segundo **apifijas** y en el tercero **mesifijas** (Fig. 113, A, B y C).

Descriptos los estambres, veamos algunas generalidades del androceo: Los estambres, al insertarse en el receptáculo de la

FLOR

flor, pueden estar separados, androceo **dialistémono**, o soldados entre sí, androceo **gamostémono**. La **concrecencia** o unión de los estambres puede efectuarse entre filamentos y filamentos, entre anteras y anteras y entre filamentos y anteras a la vez.

Si al soldarse, lo hacen por los filamentos, según formen un solo haz, dos haces o varios haces, se llamarán, respectivamente, **monadelfos**, **diadelfos** y **poliadelfos**.

Monadelfos (Fig. 114, A), son los estambres de la flor de Malva, del Lino, Retama y Geranio; **diadelfos** (Fig. 114, B), los de la flor de Arveja, Glicina y Ceibo; y **poliadelfos** (Fig. 114, C), los de la flor del Limonero, Ricino y Naranja.

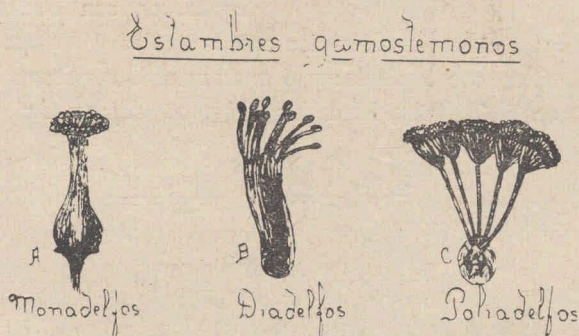


Figura 114

Si la concrecencia se establece entre las anteras, se denomina a los estambres: **sinantéreos** o **singenésicos** (Fig. 115), como se observa en las flores compuestas, en el Pensamiento y en la Violeta.

Por último, la concrecencia puede ser **total**, uniéndose a la vez filamentos con filamentos y anteras con anteras, como se observa en las flores de Zapallo, Melón, etc.



Figura 115

El androceo puede estar constituido por un número variable de estambres, que desde medio estambre en las Achiras, pueden llegar a más de mil en las flores del Eucalipto. Si este número es igual al de pétalos, la flor se denomina **isostémona**, como en los Pensamientos, que tienen 5 pétalos y 5 estambres, y los Gladiolos con 3 pétalos y 3 estambres; si es diferente, **anisostémona**. Algunas flores tienen un número doble de estambres, son las flores **di-**

plostémonas, como los Geranios con 5 pétalos y 10 estambres y los Junquillos, con 3 pétalos y 6 estambres. Otras flores diplostémonas, son el Tulipán, Macachín, Porotos, Aljaba, etc.

Longitud de estambres

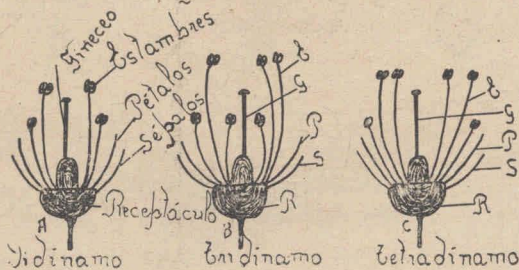


Figura 116

Al androceo formado por cuatro estambres, si dos de ellos crecen más que los otros dos (Fig. 116, A), se le llama **didínamo**, como el Cedrón, el Romero y las Labiadas; si tiene seis y cuatro de ellos más largos, se le dice **tetradínamo** (Fig. 116, C), como el Rábano, Alhelí, Berro, etc.

FLOR

Los estambres, al insertarse, pueden hacerlo de maneras distintas. A veces se insertan libremente sobre el receptáculo (Fig. 117, A) y la flor se denomina **hipogina**; otras veces se insertan lo mismo que los sépalos y pétalos, en el borde de un receptáculo hueco como una copa (Fig. 117, B) y la flor se llama **perigina**,

Insertión de los estambres

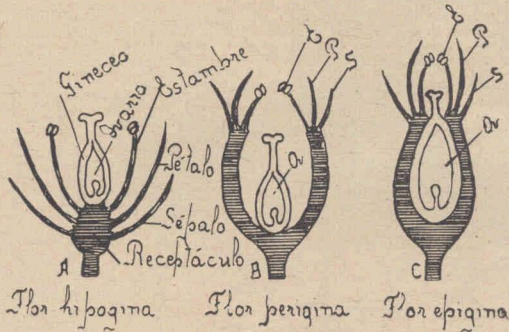


Figura 117

y otras veces, junto también con los sépalos y pétalos, se insertan sobre el ovario (Fig. 117, C) y es la flor **epigina**. En los dos primeros casos, de los cuales son ejemplos las flores de ruda y de rosa, respectivamente, el ovario es visible, está libre, diciéndose entonces que la flor es de **ovario súpero** (Fig. 117, A y B); en el último caso, del cual son ejemplos las flores de Eucaliptus, Perejil, Anís, etc., el ovario no se ve y se dice que la flor es de **ovario ínfero** (Fig. 117, C).

No todos los estambres son fértiles, algunos son estériles y se denominan **estaminodios**; se les encuentra en las flores de Achira, Geranios, etc.

Conocido lo que antecede, veamos cómo está constituido un estambre: La **estructura** de un estambre, en lo que respecta al filamento, nos es conocido; supongamos ahora, que hacemos un corte transversal en un **conectivo** y en una **antera joven**, tetralocular, y observaremos lo siguiente (Fig. 118): En la parte céntrica vemos un **hacecillo líbero-leñoso** rodeado por un parénquima homogéneo de células, correspondiendo todo al conectivo, que es continuación del filamento; alrededor del conectivo obsérvanse cuatro regiones circulares, que representan los **cuatro**

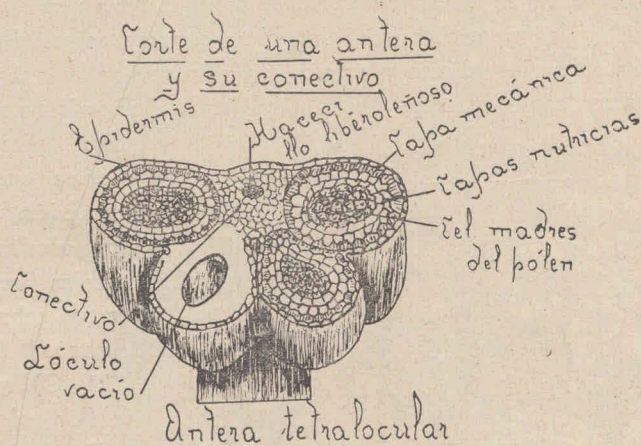


Figura 118

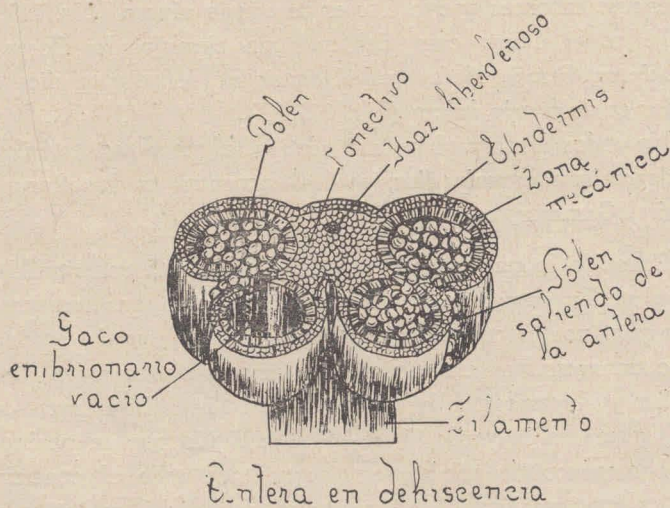


Figura 119

sacos polénicos de la antera tetralocular. Cada saco polénico está formado por un conglomerado central de células, las **células madres del polen**, envueltas, primero, por una doble zona circular de células, las **células nutritivas**, y segundo, por otra zona circular de células, las **células mecánicas**. El todo, es decir, conectivo y sacos polénicos, está rodeado por una última capa de células: la **epidermis**, continuación de la epidermis del filamento, en la cual se observan algunos **estomas**.

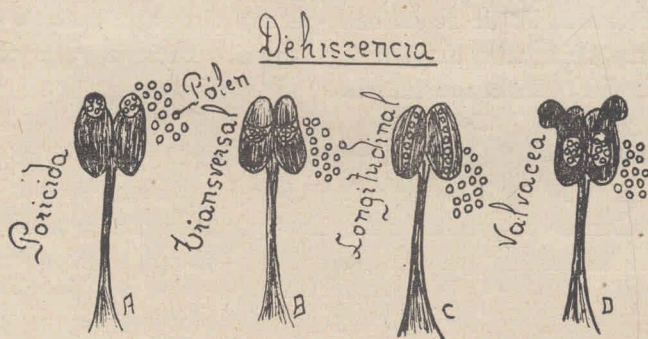


Figura 120

Cuando la **antera madura**, se ve (Fig. 119), que las células madres del polen se han dividido, originando, cada una **cuatro granos de polen**; la doble zona de células nutriticias, ha desaparecido, absorbida por los granos de polen, a quienes sirvió de alimento, y sólo subsiste la zona de células mecánicas, el conectivo con su hacecillo y la epidermis que envuelve a la antera.

Una vez madura la antera, abre sus sacos polénicos para dar libertad a los granos de polen (Fig. 119).

Dehiscencia se llama este fenómeno de abrirse la antera, y está a cargo de la zona de células mecánicas que hemos nombrado, quienes, por pérdida de agua (deshidratación), se secan y

se abren, dejando en la antera una abertura por donde sale el polen.

La dehiscencia puede ser (Fig. 120): **poricida** (flor de la Papa); **transversal** (flor de Malvas); longitudinal, que es el tipo de dehiscencia más común de encontrarse en las flores, o **valvácea** (flores del Laurel), según la abertura de la antera se produzca en forma de poro, transversal o longitudinal, o a semejanza de una valva.

Estos modos de dehiscencia, pueden efectuarse hacia la parte externa de la flor, **dehiscencia extrorsa** o hacia la parte central de la flor, **dehiscencia introrsa**.

Polen. — Queda dicho que los **granos de polen** se originan en el interior de los sacos polénicos de las anteras y que en ellos se encierran las gametas masculinas que utilizará el vegetal para, en unión con las gametas femeninas — **óvulos**, — reproducirse.

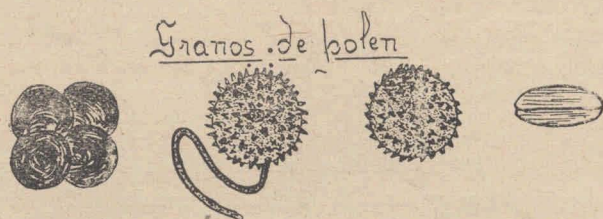


Figura 121

El polen es un organúsculo pequeño; mide escasamente alrededor de dos centésimos de milímetro. De coloración amarilla y de forma diversa (Fig. 121), ovoidal, esférica, cúbica, poliédrica, etc., se encuentra abundantemente dentro de cada saco polénico y cuando tocamos las anteras maduras con un dedo, se adhiere a éste, aparentando ser un polvo amarillo.

FLOR

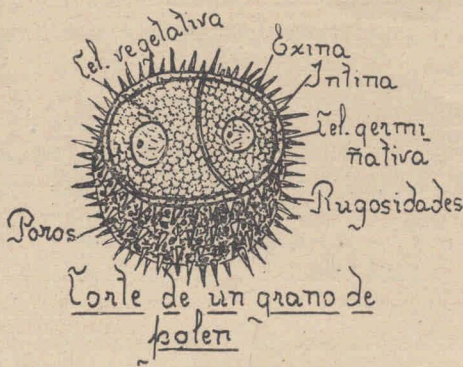


Figura 122

En todo grano de polen se distingue un contenido de un continente. El **continente** está formado por dos membranas y el **contenido** por dos células.

De las dos membranas, una es externa (Fig. 122): la **exina**, membrana rugosa, cutinizada, llena de poros y eminencias,

gruesas, inextensible. Las eminencias o escabrosidades, provienen de diferencias de engrosamiento de la membrana. A veces las eminencias son en forma de pequeñas alas, **alas del polen**, que facilitan su dispersión. La otra es interna: la **intina**, membrana lisa, celulósica, delgada, extensible y permeable.

De las dos células que constituyen el contenido, una es grande: la **célula vegetativa**, y la otra pequeña: la **célula germinativa**. Ambas están separadas entre sí por un tabique que es protoplasmático en los granos de polen de las Angiospermas y celulósico en el de las Gimnospermas. La función de estas células la estudiaremos al hablar de fecundación; digamos únicamente, por ahora, que la célula germinativa es la que origina las **gametas masculinas**.

Gineceo: carpelos; óvulos —



Figura 123

El cuarto y último ciclo floral está representado por el segundo verticilo de reproducción: el **gineceo** o **pistilo**, formado también por hojas modificadas.

Cada una de esas hojas se denomina **carpelo**, de donde, resumiendo, diremos: **que el gineceo o ciclo femenino de la flor, es el conjunto de carpelos.**

En un carpelo se reconocen tres partes. Una porción globulosa que se inserta en el receptáculo, es el **ovario**; hacia arriba una prolongación delgada continúa al ovario, es el **estilo**, cuya extremidad superior está ensanchada, es el **estigma** (Fig. 123).

Conocidas las partes, veamos cómo se origina el carpelo. Supongan ustedes que tienen la hoja **A** (Fig. 124), donde se observa la nervadura, que divide en dos partes simétricas a la lámina o limbo. Esta lámina, tomando como eje a la nervadura comienza, **B**, a incurvarse hasta que sus bordes se unen como en **C**, siendo entonces igual a una vaina de arveja, la que, en realidad, adelantemos el conocimiento, es un verdadero carpelo. Si a **C**, o sea al carpelo de arveja, le hacemos un corte transversal, veremos su interior, según lo demuestra **D**, y apreciaremos la cavidad del carpelo, la estructura con su correspondiente nervadura de la hoja modificada y los dos bordes de la hoja que se

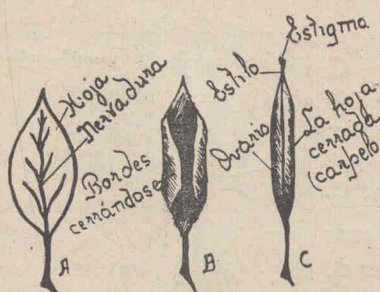


Figura 124

han soldado, quedando unidos mediante la formación de una hilera de tejido celular denominado **placenta**, donde se insertan los **óvulos** o **gametas femeninas** que originan el ovario.

La parte superior de la hoja modificada, se alarga, constituyendo el **estilo**, y éste se hace globuloso en

su extremidad superior y forma el **estigma** (Fig. 124, C). Estilo y estigma pueden, según las flores, modificarse o adaptarse de diferente modo, para facilitar la fijación del polen.

Veamos ahora algunas generalidades sobre los carpelos en general y el gineceo o pistilo en particular.

Los carpelos en el receptáculo pueden estar separados o uni-

FLOR

La forma de los carpelos es variada. Pueden ser ovóideos, como botellas, y globulosos, etc. Claro está que, al hablar de formas, nos referimos a la parte ancha del carpelo, o sea al ovario.

El gineceo puede ser **unicarpelar** o **multicarpelar**, según esté representado por uno o por varios carpelos.

En los gineceos unicarpelares y en los multicarpelares gamocárpidos, se pueden presentar diferentes casos, según la **disposición de sus óvulos o placentación**. Si el gineceo es unicarpelar, el ovario tendrá una sola cavidad, unilocular, y la placentación, por originarse en la pared constituida por sus bordes soldados, se llama **parietal** (Fig. 125, A) (ovarios de placentación parietal en: Habas, Orquídeas, Porotos, Violetas).

Si el gineceo es multicarpelar y gamocárpido, el ovario puede

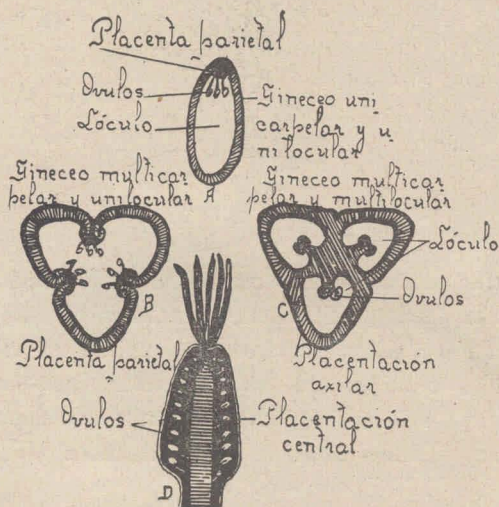


Figura 125

de tener una sola cavidad o varias. Tendrá una cavidad, es decir, será unilocular, cuando los carpelos se unen por sus bordes antes de cerrarse por completo; en ese caso la **placentación es también parietal** (Fig. 125, B).

Pero si el ovario es **multilocular**, es decir, que

tiene varias cavidades debido a que los carpelos se cerraron antes de soldarse entre sí, la **placentación se llama axil** (Fig. 125, C) (Ovarios de placentación axilar en: Naranjos, Lirios, Aljaba, Junquillos).

En algunos ovarios uniloculares los óvulos se sitúan forman-

FLOR

do una columna central, es la **placentación central** (Fig. 125, D) (ovarios de placentación central en: Violeta de los Alpes, No me olvides).

En otros, los óvulos se disponen en la parte inferior del ovario, es la **placentación basal**, (ovarios de placentación basal en: Remolachas, Santa Rita).

Agreguemos a esto, que la placenta es un tejido que permite la mejor inserción de los óvulos en el ovario.

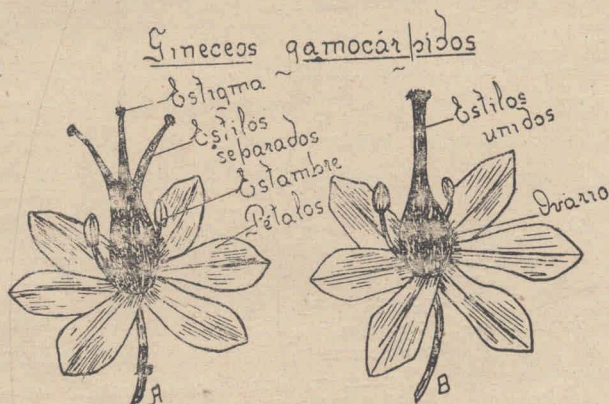


Figura 126

Al hablar del estilo, lo describimos como una prolongación del carpelo. En algunos casos puede faltar y entonces el estigma es **sentado**, insertándose sobre el ovario. La longitud del estilo puede ser variable, lo mismo que su disposición, pues en los gineceos gamocárpidos los estilos pueden estar soldados como los ovarios o separados mientras éstos permanecen unidos (Fig. 126, A y B).

La **estructura** de las distintas partes del gineceo son las de una hoja modificada, encontrándose por afuera una epidermis (epitelio) con estomas, que en la región del estigma se eleva formando papilas y pelos, que segregan una sustancia viscosa en la que se pega el polen. Por dentro de la epidermis (mesófilo) se encuentra un parénquima modificado y tejido fibro vascular representado por una nervadura, que se prolonga por el estilo hasta el estigma, y por ramificaciones de esa nervadura.

Ovulos. — Los óvulos son producidos en el interior de los ovarios por la multiplicación activa de algunas células de la placenta. Sus formas son, por lo común, ovoidales, y sus funciones son las de producir las gametas femeninas que, en unión con las gametas masculinas originadas por los granos de polen, reproducirán al vegetal.

Lo mismo que en el polen, en el óvulo se distingue un continente de un contenido. El continente está formado también por dos membranas y el contenido por un conglomerado de células.

Las **membranas o tegumentos** que envuelven al óvulo (Fig. 127), son una externa, la **primina**, y otra interna, la **secundina**. Estos tegumentos no son completos, los dos tienen un orificio; el de la primina se llama **exostoma** y el de la secundina **endostoma**. Superpuestos estos dos orificios (Fig. 127), originan una especie de canal denominado **micrópila**, por donde, como veremos en el próximo capítulo, penetran las gametas masculinas.

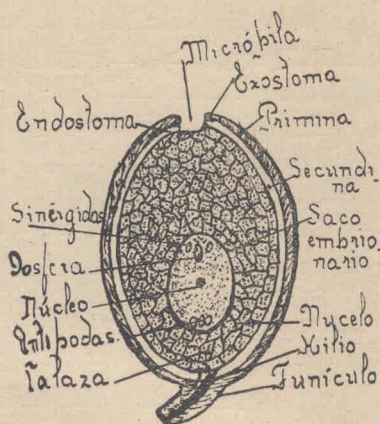


Figura 127

La primina y la secundina envuelven al contenido que es un conglomerado de células meristemáticas denominado **nucelo** (Fig. 127). Una de las células del nucelo se desarrolla mucho más que las otras, es el **saco embrionario** y dentro de éste observamos: el núcleo y seis células originadas por formación libre interna. Tres de estas células, las **antípodas**, se sitúan en la extremidad inferior del saco embrionario

y las otras tres, dos **sinérgidas** y la del medio **oófera**, en el extremo superior. La **oófera** o **gameta femenina**, se desarrolla más que las sinérgidas.

Resumiendo: un óvulo de Angiospermas consta de dos tegumentos: **primina** y **secundina**; y de un contenido: el **nucelo**, del que se destaca una célula, el **saco embrionario**, en cuyo interior se originan seis células, tres inferiores, las **antípodas**, y tres superiores, las dos **sinérgidas** y la **oófera**.

El óvulo completo se une a la placenta por un pedúnculo

pequeño, el **funículo**. El sitio en que el funículo se inserta en el óvulo, se denomina **hilio**. A través del funículo llega al óvulo un hacesillo líbero-leñoso y en el sitio donde termina ese hacesillo, los tegumentos y el nucelo no se diferencian como en el resto del óvulo, denominándose a ese punto **calaza**.

Ahora bien; recordemos tres de las denominaciones estudiadas: el **hilio**, la **calaza** y la **micrópila**, que nos servirán para clasificar a los óvulos.

Tres son las clases de óvulos: óvulos **ortótropos**, **anátropos** y **campilótropos**.

Ortótropos son los óvulos en los cuales la **micrópila**, la **calaza** y el **hilio** se han dispuesto paralelamente, en forma tal, que si bajamos una vertical desde la **micrópila**, encontrará, prolongándola, a la **calaza** y al **hilio** (Fig. 128, A). (En flores de Ortiga, Cipreses, Plátanos).

Anátropos son los óvulos que, por mayor desarrollo de una de sus caras, se han invertido, quedando al lado el funículo y la

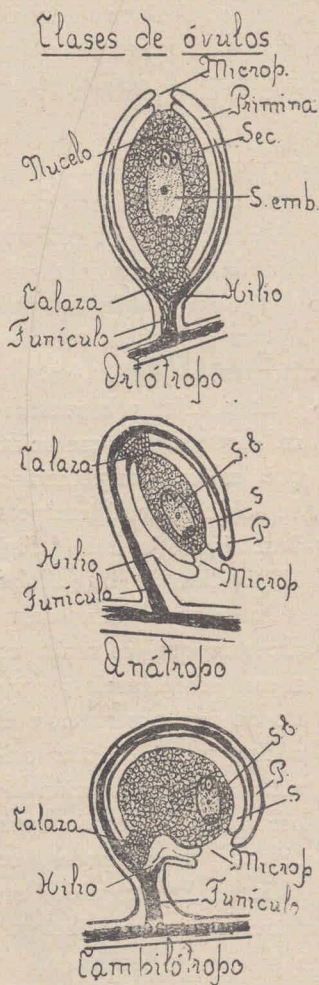


Figura 128

F L O R

micrópila (Fig. 128, B). (En las flores de Junquillos, Violetas).

Campilótropos son los óvulos en los cuales la torsión ha sido completa y el hilio, la calaza y la micrópila, han quedado muy próximos (Fig. 128, C). (En las flores de Glicina).

DIAGRAMAS Y FORMULAS

Los **diagramas** florales son gráficos como los de la (Fig. 129), mediante los cuales se representan el número, tamaño proporcional y disposición de los verticilos florales. Las piezas del cáliz, corola, etc., se representan por arcos de circunferencias concéntricas. Según el número de verticilos de la flor, será el de los círculos concéntricos: cuatro en las flores **tetracíclicas** (cuatro verticilos); cinco en las flores **pentacíclicas** (cinco verticilos, cuando, por ejemplo, los estambres se disponen en dos verticilos); etc.

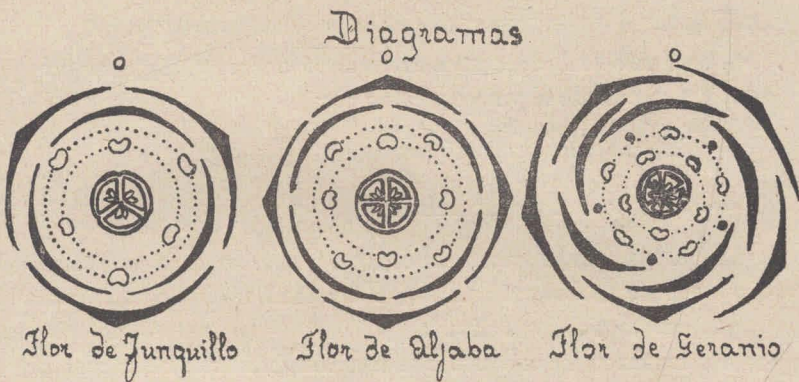


Figura 129

Los caracteres de los ciclos florales también se indican por medio de **fórmulas**, en las que el cáliz se representa por la letra **K**, la corola por la letra **C** y el androceo y gineceo por **A** y **G**, respectivamente. Si la flor es regular, antes de la fórmula se coloca una **estrellita** o una **X**, y si es irregular, una **flecha** o este signo $\nearrow$. A continuación indicaremos la variedad de signos que

se utilizan y el significado que tienen; facilitándonos, una vez conocidos, la interpretación de las fórmulas.

o = Indica posición del eje donde se inserta la flor.

* o X = Flor regular o actinomorfa.

o ·|· $\leftarrow$ = Flor irregular o cigomorfa.

K = Cáliz.

C = Corola.

A = Androceo.

G = Gineceo.

1, 2, 3, etc. = Número de piezas que forman cada ciclo.

P C = Perianto corolino.

P K = Perianto calicino.

() = Significa que las piezas se sueldan.

[] = Significa unión entre ciclos.

∞ = Significa que las piezas son muchas.

, = Significa separación de ciclos diferentes.

x = ciclos que faltan.

A estos signos agregaremos algunos que se utilizan al referirse especialmente al gineceo, como ser:

G = Gineceo con ovario súpero

$\overline{G}$ = Gineceo con ovario ínfero

Si el gineceo lleva números como exponente o este signo (∞) se indica, respectivamente, la cantidad de óvulos que posee o que esa cantidad es elevada.

Ilustraremos lo expuesto con tres fórmulas, que si ustedes las relacionan con los diagramas de la figura 129, ha de facilitarles su interpretación:

Fórmulas del:

Junquillo = * Pc [(3 + 3), A 3 + 3], $\overline{G}$ (3) ∞

Aljaba = * Pc (4 + 4), A 4 + 4, $\overline{G}$ (4) ∞

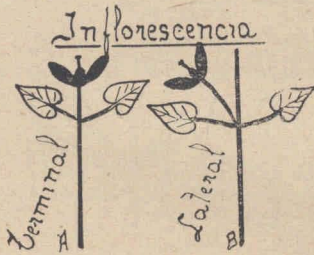
Geranio = * K 5, C 5, A 5 + 5, G (5)

FLOR

INFLORESCENCIA

Al modo de disponerse o agruparse las flores en el tallo, se le llama **inflorescencia**; pudiendo ésta ser solitaria o agrupada.

La inflorescencia **solitaria o aislada**, puede ser terminal o axilar. **Terminal** o definida (Fig. 130, A), cuando el tallo termina



en una flor, originada en su yema terminal, deteniendo, por consiguiente, su crecimiento (crecimiento definido); **axilar o indefinida** (Fig. 130, B), cuando la flor se origina en una yema lateral, situada en el ángulo axilar de una hoja, y el tallo puede continuar creciendo (crecimiento indefinido).

Figura 130

La inflorescencia agrupada puede ser de tipo **racimosa e indefinida** o **cimosa y definida**. Estudiemos cada tipo por separado.

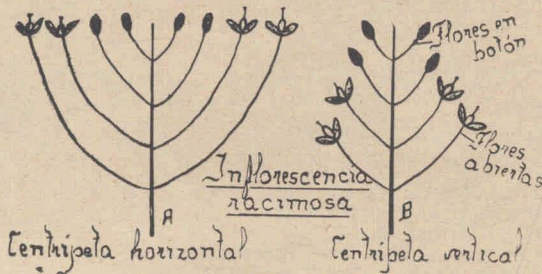


Figura 131

La **inflorescencia racimosa**, denominada así por agruparse las flores en forma de racimo, es centrípeta e indefinida. **Centrípeta** porque las flores correspondientes a la periferia del racimo se desarrollan primero que las del centro en los racimos horizontales (Fig. 131, A) y las de abajo primero que las de arriba, en los racimos verticales (Fig. 131, B); **indefinida** porque el eje

principal del racimo (Fig. 131, A y B), no termina en una flor y por ello puede continuar creciendo indefinidamente.

Dentro de los principales tipos de inflorescencia racimosa, encontramos:

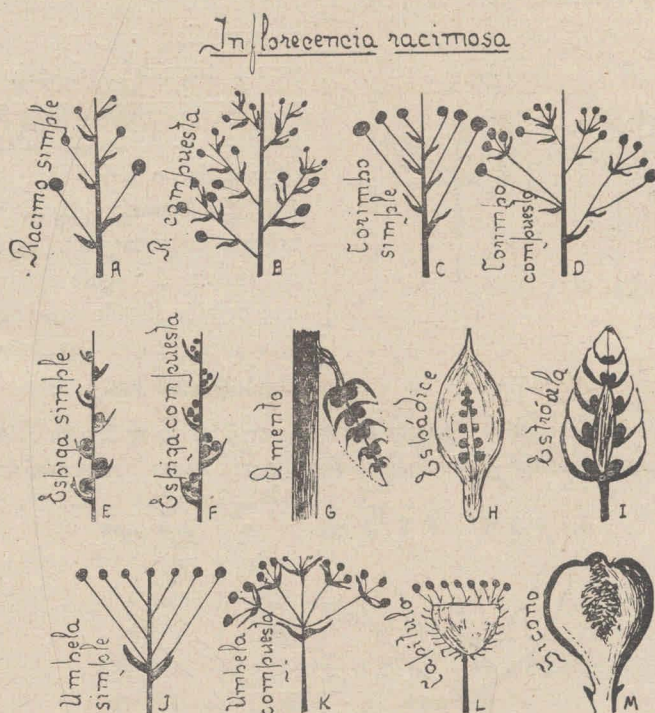


Figura 132

El **racimo simple** (Fig. 132, A), que es un eje floral de crecimiento indefinido, que origina ramificaciones de segundo orden, terminando cada uno en una flor. (Glicinas, Flor de conejo).

El **racimo compuesto** (Fig. 132, B), en el cual las ramificaciones de segundo orden dan ramas de tercer orden, que son las que llevan las flores. A veces, las ramificaciones de tercer orden se ramifican y recién las de cuarto orden son las que llevan

FLOR

las flores. Cuando el racimo compuesto está envuelto por una bráctea (hoja modificada) en forma de un cartucho, recibe la inflorescencia el nombre de **régimen**.

El **corimbo** (Fig. 132, C), es un racimo caracterizado porque las ramificaciones secundarias alcanzan la altura del eje principal. A esta clase de corimbo se le denomina **simple** (Flores de Corona de Novia, Peral), y se llama **corimbo compuesto** (Fig. 132, D), cuando las ramas de segundo orden se dividen y las de tercero o cuarto orden, son las que llevan las flores, que se disponen como en el corimbo simple (Flor de Sauco).

El **tirso**, es un racimo simple, en el cual los pedúnculos de su parte media crecen más que los de la base y del ápice (Flor del Jacinto).

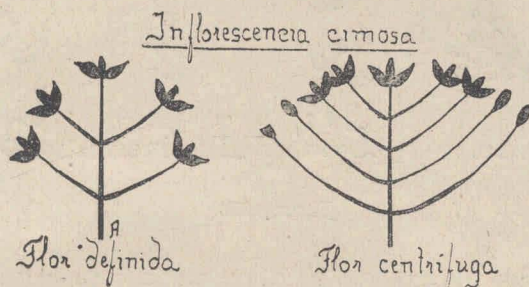


Figura 133

La **espiga** (Fig. 132, E y F), puede ser simple y compuesta. En ella, las flores se insertan directamente en el eje principal, por consiguiente son sentadas. Hay **espigas simples** (Flores femeninas del Maíz) y **espigas compuestas** (Flores de las Gramíneas).

El **amento** (Fig. 132, G), espiga péndula, caduca con brácteas y flores unisexuales, y sentadas (Flores de Sauce, Plátano).

El **espádice** (Fig. 132, H), es una espiga envuelta por una bráctea, de color variado, que se llama **espata** (Flor de cartucho o Calas).

La **piña** o **estróbila** (Fig. 132, I), espiga de eje leñoso con brácteas bien desarrolladas, en cuyos ángulos de inserción se originan las flores (Flor femenina del Lúpulo).

La **umbela** (Fig. 132, J y K), consiste en un eje principal que en su extremidad, ligeramente ensanchada, origina ramas secundarias donde se insertan las flores. Por las mismas razones anteriormente explicadas, al hablar de otras inflorescencias, la umbela puede ser simple (Flor de Hiedra, Junquillos), o compuesta (Flor de Cicuta).



Figura 134

El **capítulo** (Fig. 132, L), inflorescencia cuyo eje principal se ha ensanchado considerablemente, semejándose al receptáculo de una flor, en el que se insertan las flores sentadas o sésiles. En las higueras, este receptáculo es hueco y cerrado y en su interior se originan las flores. Esta clase de inflorescencia se denomina **sícono** (Fig. 132, M).

Quédanos por estudiar el último tipo de inflorescencia agrupada.

La **inflorescencia cimosa** es definida y centrífuga. **Definida** (Fig. 133, A), porque el eje floral termina en una flor, cesando en su crecimiento, y **centrífuga** (Fig. 133, B), porque se abren primero las flores del centro de la cima y luego las de la periferia.

La cima puede ser bípara y unípara.

F L O R

En la **cima bípara** se encuentra la **dicotómica** (Fig. 134), inflorescencia en que el eje principal termina en una flor y del ángulo axilar de las brácteas, que están por debajo de esta flor, salen dos ramas que también terminan en una flor, desde cuyas brácteas vuelven a salir otras ramas terminadas en flores. (Flores del Jasmín del País, de la Santa Rita).

En la **cima unípara** se encuentran los siguientes ejemplos:

Cima unípara simpodial (Fig. 134), inflorescencia de cuyo eje principal, terminado en flor, sale, desde el ángulo axilar de la bráctea que está por debajo, una ramificación terminada en flor; del ángulo de la bráctea que corresponde a esta ramificación, parte otra, y así sucesivamente, tomando todas las ramas la dirección de la principal.

Cima unípara cincinnal (Fig. 134), es aquella en que la ramificación se efectúa alternamente.

Cima unípara bostricoide (Fig. 134), es aquella en que la ramificación se efectúa en el mismo lado. (Flor de Heliotropo).

Dentro de las variaciones que presenta la inflorescencia cimosa, pueden encontrarse todos los tipos estudiados en la inflorescencia racimosa. Es decir, que hay cimas-espigas, cimas-capítulos, etc., constituyendo **inflorescencias mixtas**.

POLINIAS

En algunas plantas, por ejemplo en las Orquidáceas los granos de polen se agrupan formando masas llamadas **polinias**. En la polenización, las polinias son transportadas por los insectos.

DURACION Y USOS

La **duración** de la flor es variable. Puede vivir algunos días; pero las hay, como las **efímeras**, que sólo duran horas.

Sus **usos** o **aplicaciones** son muchos. Se las utiliza como **adorno** personal, para la ornamentación de jardines, paseos, salones, etc. En **medicina**, se utilizan flores como las de malva, tilo, saúco, cedrón, árnica, etc.

Como alimento: flores de coliflor, alcaucil, alcachofa, etc.

En la **industria:** flores de rosa, heliotropo, jasmín, violeta, lila, resedá, etc., para la fabricación de esencias, etc., etc.

CAPITULO VIII

POLENIZACION Y FECUNDACION

Polenización: sus clases. Agentes que intervienen. El óvulo y el polen al iniciarse la fecundación. Fecundación. Formación del embrión y del albumen. Semilla y fruto.

POLENIZACION

El traslado de un grano de polen desde la antera de un estambre al estigma del carpelo de una flor, se denomina **polenización**. Es, pues, el primer paso que se realiza en el vegetal, para propiciar la unión de las gametas masculina y femenina.

La polenización puede efectuarse de diferentes modos, de ahí que se le clasifique en directa e indirecta.

Es **directa** o **autogamia**, cuando en una flor hermafrodita



(que tiene androceo y gineceo) el polen fecunda a los óvulos; pero no en todas las flores hermafroditas la polenización es directa, pues en algunas de ellas los estambres son más cortos que los carpelos (Fig. 135), o los dos ciclos no maduran a la vez, **dicogamia**, llamándose **protandria** si el androceo es el que madura primero y **protoginea** cuando es el gine-

Figura 135
ceo el que se adelanta a madurar.

POLENIZACION y FECUNDACION

Es **indirecta** o **heterogamia**, cuando el polen de una flor fecunda los óvulos de otra flor. La polenización indirecta puede ser natural y artificial. **Natural**, cuando la naturaleza interviene mediante agentes diversos en el traslado del polen; **artificial**, cuando interviene la mano del hombre sacudiendo una flor con polen maduro, sobre otra flor con óvulos maduros.

Agentes que intervienen. —

En la polenización indirecta natural, la naturaleza se ingenia para llevar el polen de una flor a otra flor, estén ambas entre sí cerca o lejos. Los agentes más importantes y frecuentes que la naturaleza utiliza para desempeñar ese cometido, son: el agua, el vineto, los pájaros y los insectos.

El **agua** la utilizan las plantas acuáticas, para enviar el polen a largas distancias a otras plantas con óvulos maduros. Esta forma de polenización se denomina **hidrófila**.

El **viento** es otras veces el agente utilizado, llevando al polen desde una flor masculina a una femenina. Esta manera de polenización se llama **anemófila**.

Los **pájaros**, al visitar las flores para libar el néctar, se llevan adheridos en sus picos, plumas o patas, el polen que, al libar en una flor femenina, depositan sobre el o los estigmas del gineceo. Llámase **ornitófila** a esta forma de polenización.

Los **insectos**, finalmente, son los agentes más útiles a las flores masculinas para enviarles el polen a las flores femeninas. Hay insectos que suelen albergarse dentro de la flor y otros que, lo mismo que los pájaros, vienen a libar el néctar, que se encuentra en los **nectarios**, pequeñas glándulas del epitelio de la flor, que se hallan comúnmente en la base de los pétalos, pudiendo estar en la base de los sépalos o de los estambres (Fig. 136). Los insectos son, también, atraídos por las flores, mediante el **perfume** de sus esencias y el **color vistoso** de sus corolas. Lleguen a la

flor por uno u otro motivo, lo real es que, cuando van a una flor femenina, pueden llevar polen. La polenización que tiene a los insectos por agentes, se denomina **entomófila**.

El óvulo y el polen al iniciarse la fecundación —

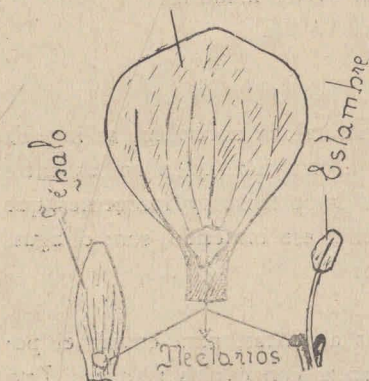


Figura 136

Por polenización directa, indirecta, natural o artificial, sea como sea, el **polen** cae sobre el **estigma** y está ya todo listo para iniciarse la fecundación. Pero antes de seguirla, paso a paso, refresquemos conocimientos, recordando cómo se encuentra el **óvulo** y el **polen** maduros, aptos para fecundarse.

El **óvulo** se encuentra dentro del **carpelo**, quien tiene hacia arriba una prolongación, el **estilo**, coronada por un ensanchamiento, el **estigma** (Fig. 137, A). Dos membranas envuelven al óvulo, la **primina** y la **secundina**, perforadas por un canal, la **micrópila**; las membranas envuelven a un conglomerado de células, el **núcleo**, del cual se destaca una célula, el **saco embrionario**, en cuyo interior se encuentra el **núcleo**, en el centro; tres células inferiores, las **antípodas**, y dos superiores, las **sinérgidas**, y entre ellas una célula, la **oófera** (Fig. 137, A).

El **polen** que sale de la **antera** por un fenómeno de dehiscencia, está formado por dos membranas, la **exina** y la **intina**, que envuelven a dos células, la **vegetativa**, grande, y la **germinativa**, pequeña (Fig. 137, B).

Colocado, pues, el polen sobre el estigma, estudiemos la fecundación.

FECUNDACION

Una vez que ha caído el polen sobre el estigma (Fig. 137,A), queda adherido a éste, merced: primero, a las eminencias de la superficie rugosa de la exina, y segundo, a las elevaciones del epitelio o papilas del estigma, que segregan un líquido viscoso que contribuye a fijar el grano de polen.

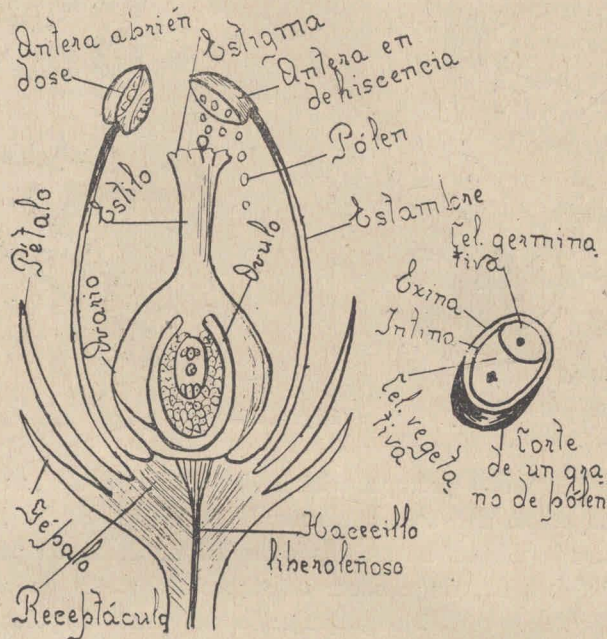


Figura 137

Fijado el polen, absorbe agua suministrada por las células del estigma. Esta agua atraviesa los poros de la exina y es asimilada por el protoplasma de las células que contiene el polen. Cuando la cantidad de agua absorbida es considerable, el **protoplasma** de esas células se hincha tanto, que ya no puede ser contenido por la exina, membrana que, como ustedes recordarán, es inextensible, y entonces, envuelto por la intina, trata de salir hacia afuera por los poros de esa membrana, emitiendo brotes (Fig. 138, A).

Este es el momento en que el polen va a **germinar**, y es necesario para ello la acción de dos agentes: la **temperatura**, que debe de ser propicia, y la **humedad**, que le ha brindado el agua de las células del estigma.

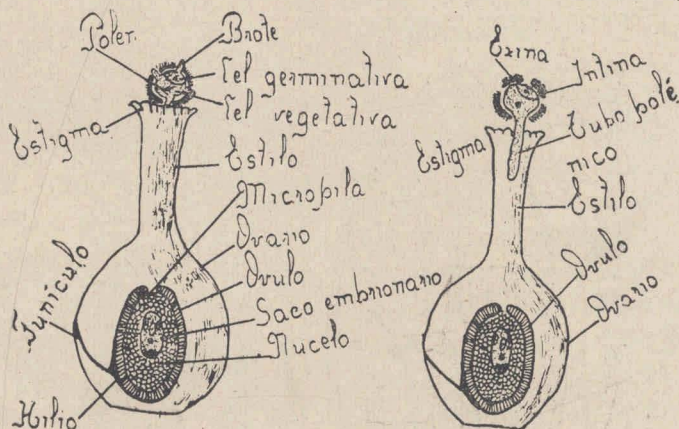


Figura 138

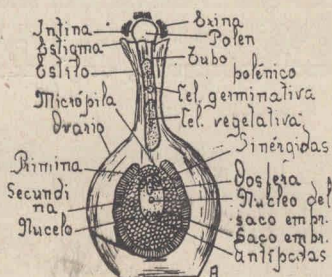
De los brotes protoplasmáticos del polen, que se asemejan a pseudopodios, uno solo se desarrolla (Fig. 138, B), se **introduce** entre las células del estigma y comienza a **descender** por el interior del estilo, fraguándose un trayecto a través de sus células (Fig. 139, A). Esta prolongación del grano de polen se denomina **tubo polénico**. Pero, en realidad, ¿qué es el tubo polénico? No es nada más que la **membrana intina** que, empujada por el protoplasma de las células que envuelve, ha atravesado a la membrana exina por uno de sus poros y en forma de tubo se ha insinuado primero, entre las células del estigma, y luego, entre las del estilo, buscando el interior del ovario en donde se encuentra el óvulo (Fig. 139, A).

La primer célula del grano de polen que se introduce en el tubo polénico, es la célula vegetativa; de la cual el tubo polénico va extrayendo el alimento que necesita para crecer, es decir, para ir alargándose, alimento que también extrae de las células

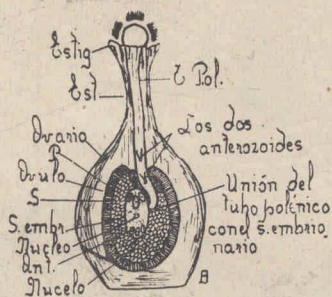
POLENIZACION y FECUNDACION

del estigma y del estilo. Cuando el tubo se ha desarrollado un poco, penetra en él la **célula germinativa**, que, cariocinéticamente, se divide en dos, originando **dos gametas masculinas** denominadas **anterozoides**.

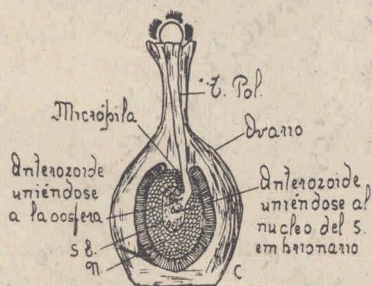
Mientras esto sucede, el tubo polénico, siempre alargándose, llega al interior del ovario y busca al óvulo (Fig. 139, B), penetra por la micrópila, atraviesa las células del nucelo y va a po-



nerse en **contacto** con la pared del **saco embrionario**. A veces no penetra por la micrópila, sino que rasga la primina y la secundina por un sitio cualquiera y continúa el proceso como en el caso anterior.



Cuando el tubo polénico se pone en contacto con el saco embrionario, en su interior sólo se encuentran las dos gametas masculinas o anterozoides, pues la célula vegetativa sirvió de alimento al tubo para crecer.



El tubo polénico y la membrana del saco embrionario, se **gelifican** en el sitio en que se han unido y por ese lugar de comunicación, penetran los anterozoides en el interior del saco, dirigiéndose, uno, hacia el núcleo del saco embrionario y el otro, hacia la oósfera (Fig. 139, C).

Figura 139

Estos anterozoides o gametas masculinas, tienen en sus núcleos la mitad de la cromatina que tenía la célula germinativa que las produjo, es decir, que se efectuó en ella un proceso de reducción cromática.

FORMACION DEL EMBRION Y DEL ALBUMEN

Introducidos los anterozoides en el saco embrionario, uno de ellos va a fecundar a la oósfera, originando el **huevo**, y el otro va a unirse con el núcleo del saco embrionario, originando el **huevo secundario**.

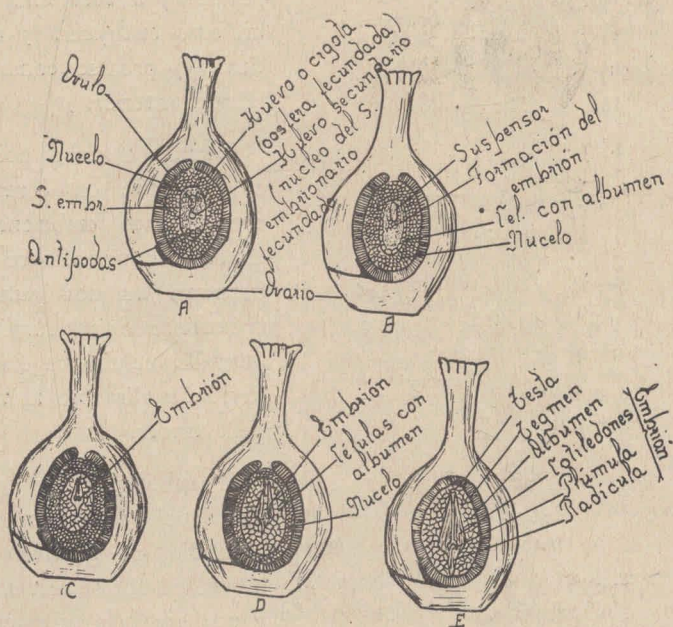


Figura 140

Al terminar aquí la fecundación, dentro de un óvulo encontramos el **núcleo** con el **saco embrionario** y en el interior de éste el **huevo**, el **huevo secundario** y las **tres antípodas**; en cuanto a las dos sinérgidas situadas al lado de la oósfera que se fecun-

dó, se han reabsorbido desapareciendo (Fig. 140, A), después de facilitar la fecundación de la oófera.

Continuemos ahora el proceso y veremos cómo se forma el embrión vegetal.

El **huevo** se divide cariocinéticamente en dos células (Fig. 140, B); la inferior continúa multiplicándose y originará el **embrión**, y la superior se alarga formando el **suspensor**, que mantendrá relacionado al embrión con las paredes del saco embrionario, mientras se desarrolla; pero una vez que éste se ha formado, se reabsorbe (Fig. 140, C). En algunas plantas el embrión alcanza un desarrollo avanzado, diferenciándose en él las partes que originarán las **hojas**, **tallo** y **raíz** de la futura plantita (Fig. 140, C).

Mientras esto sucede, el **huevo secundario** se multiplica activamente y origina células que se disponen tapizando las paredes del saco embrionario (Fig. 140, B y C).

Las **antípodas** han desaparecido, después de haber facilitado alimentos al embrión, en tanto se desarrollaba.

El saco embrionario comienza a aumentar de tamaño al llenarse: del embrión que crece y de las células que origina el huevo secundario. Esas células acumulan sustancias alimenticias de reserva (almidón, grasas, azúcares, etc) y su conjunto se denomina **albumen** (Fig. 140, D).

Al crecer el saco embrionario, la secundina y el nucelo se van reabsorbiendo. A veces suele persistir parte del nucelo y se denomina **perisperma**, almacenando también alimentos para el embrión. Si el nucelo se reabsorbe por completo, el saco embrionario ocupa totalmente el óvulo y observaremos en éste las siguientes partes (Fig. 140, E): una membrana externa, la **primina**, que se desdobra y forma dos nuevas membranas, una externa que se llamará **testa**, y otra interna que se denominará **tegmen**, y un contenido llamado **almendra**, que está formado por el **albumen** y por el **embrión vegetal**. Si parte del nucelo subsiste, la almendra contendrá también **perisperma**.

En muchos óvulos la secundina no se reabsorbe y entonces el testa y el tegmen de la semilla, son originados, respectivamente, por la primina y la secundina.

Semilla y fruto. — Ese óvulo, así transformado, constituirá la **semilla**.

El óvulo, ahora semilla, está en el interior del ovario (Fig. 137, A); por consiguiente, el **ovario**, transformadas sus paredes, constituirá el **fruto**.

Fruto y semilla, serán el motivo de los dos capítulos siguientes.

CAPITULO IX

FRUTO

Origen y generalidades del fruto. Partes y funciones del fruto. Estructura y dehiscencia de los frutos. Clasificación: caracteres en que se basa. Frutos simples, secos indehiscentes y dehiscentes. Frutos simples, carnosos indehiscentes y dehiscentes. Frutos compuestos. Infrutescencias. Usos.

ORIGEN Y GENERALIDADES DEL FRUTO

En el capítulo anterior hemos aprendido que el fruto deriva del ovario modificado, es decir, **que el origen del fruto es el ovario**, salvo excepciones; pues a veces en su formación interviene el **receptáculo**, siendo comestible como en el higo (Fig. 148, E) fruto llamado "sicono", o intervienen las **bracteas** como en las piñas del Pino.

Puede provenir el fruto de un ovario unilocular (una sola cavidad) o de uno multilocular gamocárpido (varias cavidades): son los **frutos simples**. Los ovarios que originan estos frutos pueden estar formados por un solo carpelo o por varios (gamocárpidos). Ejemplos de frutos que provienen de un solo carpelo, son: el Maní, la Arveja, etc.; ejemplo de fruto que proviene del ovario de un gineceo gamocárpido, es la Naranja. Pueden provenir los frutos de ovarios dialicárpidos: son los **frutos compuestos** como el Anís estrellado. Agregaremos a los frutos simples y compuestos los denominados **infrutescencias**, que son un conjunto o agregado de frutos que provienen de las flores de una inflorescencia y que agrupados originan un **fruto aparente** o **seudofruto** como el Ananá, la Piña el Higo, etc.

Resumiendo: los frutos se dividen en **simples**, **compuestos** y en **seudofrutos** o **infrutescencias**, según provengan de los ovarios

de gineceos unicarpelares o gamocápidos; de los ovarios de gineceos dialicápidos y de los ovarios de las flores de una inflorescencia, respectivamente.

En algunos frutos suele subsistir el **estilo** y el **estigma** de los carpelos, marchitándose en otros. El **cáliz** suele acompañar al fruto, como en la frutilla (cáliz persistente) o envolverlo como en la granada (cáliz persistente, gamocárido, dentado).

No todos los carpelos y óvulos de un ovario se encuentran siempre, cuando este ovario se transforma en fruto; puesto que muchos carpelos se reabsorben y muchos óvulos al no fecundarse no originan semillas.

Terminemos estas nociones generales ampliando un concepto: Por lo común se dice que al fecundarse el óvulo se origina la semilla y después se desarrolla el fruto y si bien esto es cierto, no es matemáticamente necesario que se fecunde un óvulo, para que se desarrolle una semilla y luego un fruto. Existen plantas en las que no se realiza la polenización y por consiguiente no se efectúa la fecundación y sin embargo producen frutos y semillas.

Este caso especial se denomina **partenogénesis** de la cual citaremos como ejemplos: a las Uvas que carecen de semillas; a las Bananas, también carentes de semillas, y a algunas variedades de Naranjas, Manzanas, Peras, etc., donde las semillas se desarrollan imperfectamente.

PARTES Y FUNCIONES DEL FRUTO

En la estructura de una hoja nosotros hemos estudiado tres regiones: la **epidermis de la cara superior**, el **parénquima** o **mesófilo** y la **epidermis de la cara inferior**. Esas tres partes las encontramos después, ligeramente transformadas, en el **ovario** que proviene de una hoja; por consiguiente, esas mismas tres partes las encontraremos en el **fruto**, puesto que éste proviene del ovario.

La epidermis inferior de la hoja pasa a ser en el ovario y luego en el fruto, la **epidermis externa**; y la epidermis superior de

FRUTO

la hoja se transforma, en la **epidermis interna** del ovario y después en la del fruto.

La epidermis externa en el fruto se denomina **epicarpio**, la interna **endocarpio** y el parénquima (mesófilo de la hoja), situado entre las dos, se llama **mesocarpio**.

Epicarpio, mesocarpio y endocarpio, son las partes del fruto y su conjunto se denomina **pericarpio**, pudiendo ser éste delgado o grueso, según la cantidad de sustancias alimenticias que tenga en reserva.

La principal **función** de los frutos es la de alojar en su interior a la **semilla**, protegerla y en muchos casos ayudarla a dispersarse.

Estructura y dehiscencia de los frutos. — La estructura del fruto corresponde, como hemos estudiado, a la de una hoja transformada. El **epicarpio** (epidermis externa) suele ser liso, con pelos o con papilas. El **mesocarpio** (mesófilo) suele permanecer delgado (frutos secos), como en las Habas, Arvejas, etc., o aumentar de grosor (frutos carnosos); en este caso sus células almacenan abundantes sustancias alimenticias, como en el Durazno, Pera, etc. El **endocarpio** (epidermis interna) suele endurecerse por transformación de sus células en células colenquimáticas y esclerenquimáticas (tejidos colenquimático y esclerenquimático), originando los carozos que protegen a la semilla, como en el Durazno, Damasco, Ciruela, etc.

Algunos frutos, cuando están maduros, tienen la propiedad de abrirse para dar libertad a la semilla, como las vainas de los Porotos, Arvejas, etc.; a este fenómeno se le llama **dehiscencia**, y se produce por deshidratación de las células, es decir, por células que, al perder agua, se secan y se abren.

CLASIFICACION: CARACTERES EN QUE SE BASA

Por su origen, hemos dividido a los frutos en simples, compuestos y aparentes o infrutescencias. A los dos primeros se les subdivide de acuerdo a dos caracteres: que sus paredes perma-

nezcan delgadas o se vuelvan carnosas y que una vez maduros permanezcan cerrados o por dehiscencia se abran.

Por consiguiente, los frutos se clasifican en: **Frutos simples**, secos o carnosos, **frutos compuestos**, secos o carnosos e **infrutescencias**. Todos estos frutos, pueden ser indehiscentes o dehiscentes.

FRUTOS SIMPLES SECOS

Indehiscentes. — En los frutos simples, secos indehiscentes, las paredes o pericarpio, son delgadas y su parénquima se reduce hasta esclerosarse (endurecerse). Comprende dos tipos: el aquenio y el cariopse.

El **aquenio** (Fig. 141) es un fruto cuyas paredes se conservan como estaban en el ovario de que provienen; estas paredes (pericarpio) no se adhieren a la semilla. El aquenio puede ser simple o compuesto, según provenga de un ovario uni o multicarpelar. Entre los compuestos pueden citarse los **diaquenios**, como el Hinojo y la Cicuta; **triaquenios**, como el fruto del Ricino; **tetraquenios**, como la Menta del campo y el Tomillo; etc., según provengan de ovarios, di, tri, o tetra carpelares, respectivamente.

Muchos de estos frutos se conservan adheridos al cáliz o receptáculo. La (Fig. 141) representa al fruto del Cardo, comúnmente denominado **pa-**

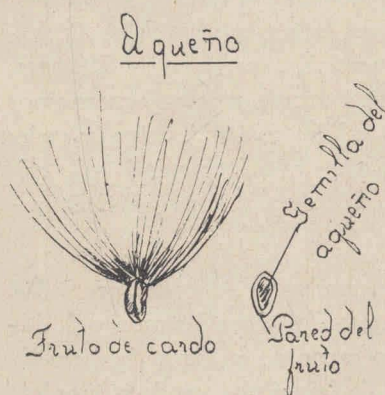


Figura 141

nadero; este aquenio conserva adherido el cáliz que es plumoso y le sirve para que, impulsado por el viento, lo lleve a distintas distancias. Las semillas de Lechuga, Manzanilla, Mirasol, etc., son otros ejemplos del aquenio descrito. Veamos algunas variaciones.

FRUTO

La **sámara** es un **aquenio** (Fig. 142 A) en la que el pericarpio se ha modificado originando una expansión alada. Ejemplos: los frutos de la Tipa, del Olmo, del Fresno, etc. Hay sámaras

con dos o tres prolongaciones aladas: son las **disámaras** y **trisámaras** (Fig 142, B y C). Estas expansiones sirven al fruto para, merced al viento, poder dispersarse.

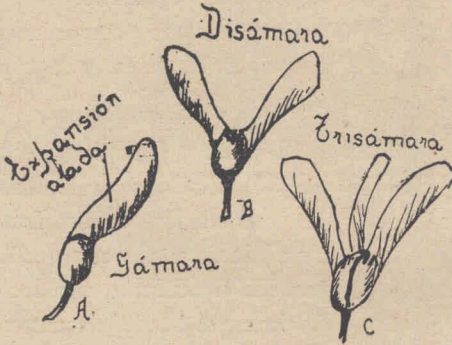


Figura 142

El **cariopse** es un fruto en el cual el pericarpio se adhiere a la semilla; ejemplos

son los frutos de las **Gramíneas**, como el Maíz, el Trigo, la Avena, etc. (Fig. 143).



Figura 143



Figura 144

Dehiscentes. — Los frutos simples, secos **dehiscentes**, nos brindan varios ejemplos, caracterizados todos por abrirse cuando están maduros, dando

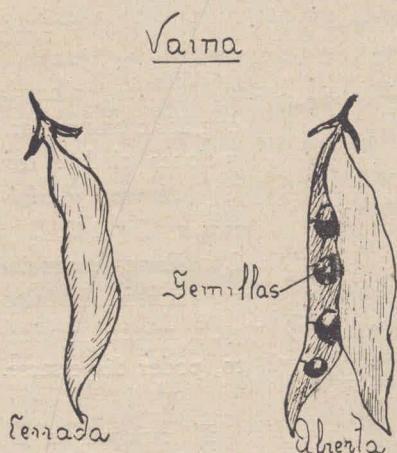


Figura 145

cencia longitudinal septífraga).

Ejemplos de vainas se encuentran en algunas leguminosas, como las Arvejas, Glicinas, Porotos, etc.

La (Fig. 145), nos muestra la vaina cerrada y abierta.

El **folículo** es un fruto seco, variedad de la vaina, que proviene de un ovario unicarpelar y que al madurar se abre por el borde placentario, es decir, por el lugar donde al formarse el carpelo se unieron los bordes de la hoja que lo originó. Esta dehiscencia longitudinal, llamada septicida, no es total en todo el borde, produciéndose hasta un poco más de la mitad del fruto. Ejemplo de folículo es el fruto de la Espuela de caballero, planta de jardín, cuyo fruto, primero cerrado y luego abierto, representa la (Fig. 144).

Otra variedad de vaina es el **lomento**, que como el fruto de las Mimosas, tienen dehiscencia transversal.

La **cápsula** es otro de los frutos simples, secos dehiscientes y el más abundante de todos. Puede encontrársela de diversas

libertad a la semilla. La dehiscencia puede ser longitudinal, transversal y porícida, como veremos al estudiar los frutos secos siguientes.

Estos frutos comprenden dos tipos: la vaina y la cápsula.

La vaina o legumbre, de la que el folículo y el lomento son variedades, es un fruto cuya dehiscencia se efectúa por dos hendiduras, una localizada en el borde placentario y la otra en el borde recorrido por la nervadura (dehis-

FRUTO

Silicua



Figura 146

clases, según la forma de dehiscencia que tenga. Hay cápsulas (todas provienen de ovarios multicarpelares gamocárpidos) que se abren por la mitad de la hoja carpelar, a lo largo de la nervadura central, son las **cápsulas loculicidas** (Fig. 147, A); otras se abren en forma de valvas, quedando en el centro los tabiques libres con las semillas, son las **cápsulas septífragas** (Fig. 147, B); otras después de separarse los carpelos que constituían el fruto, como indica la (Fig. 147, C), se abren longitudinalmente por la cara que contribuía a formar el tabique, son las **cápsulas septicidas**; otras lo hacen mediante poros (Fig. 147, D), son las **cápsulas poricidas**, y otras se abren transversalmente, según un plano circular que pasa por el Ecuador del fruto, que es esférico (Fig. 147, E), son los **pixidios**.

Ejemplos de cápsulas loculicidas, son las de: Azucena (Fig. 147, A), Violeta, etc.

Ejemplos de cápsulas septífragas, son las de: Estramonio (Fig. 147, B), etc.

Ejemplos de cápsulas septicidas, son la de: Digital (Fig. 137, C), etc.

Ejemplos de cápsulas poricidas, son las de Amapola (Fig. 147, D), etc.

Ejemplos de cápsulas pixidios, son las de: la Violeta de los Alpes, Beleño, No me olvides (Fig. 147, E), etc.

La **silicua** es otra variedad de cápsula, que proviene de un ovario bicarpelar. En este fruto, un tabique medio separa las cavidades de los dos carpelos. Al abrirse la silicua, lo hace en for-

ma de dos valvas que comienzan a separarse, de abajo a arriba, del tabique (Fig. 146), en el que queda adherida la semilla. Ejemplos de silicuas son los frutos de muchas Crucíferas, como el Alhelí, el Repollo, el Berro, etc.

Cápsulas

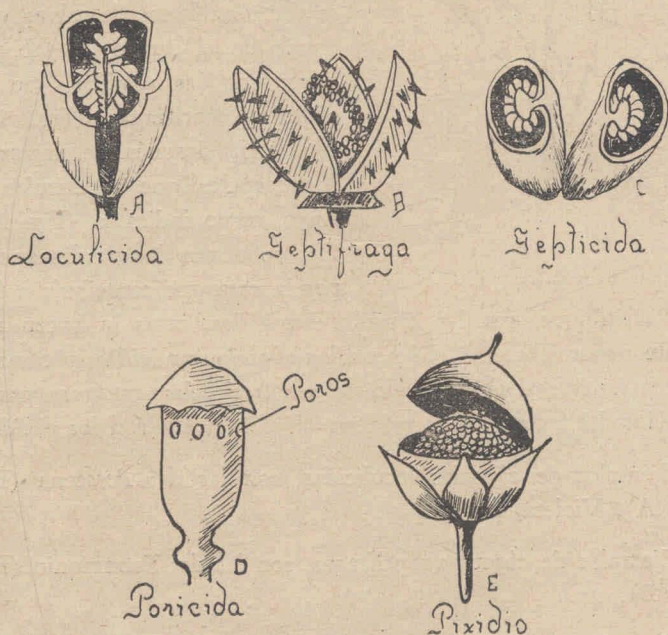


Figura 147

En general puede decirse, para terminar con lo concerniente a los frutos secos, que en los frutos indehiscentes las semillas están reducidas al mínimo, mientras que en los frutos dehiscentes son muy numerosas. Esto se debe a que en los frutos dehiscentes es más fácil la destrucción de las semillas por las aves y otros agentes, y entonces en la mayor cantidad de semillas, es-

FRUTO

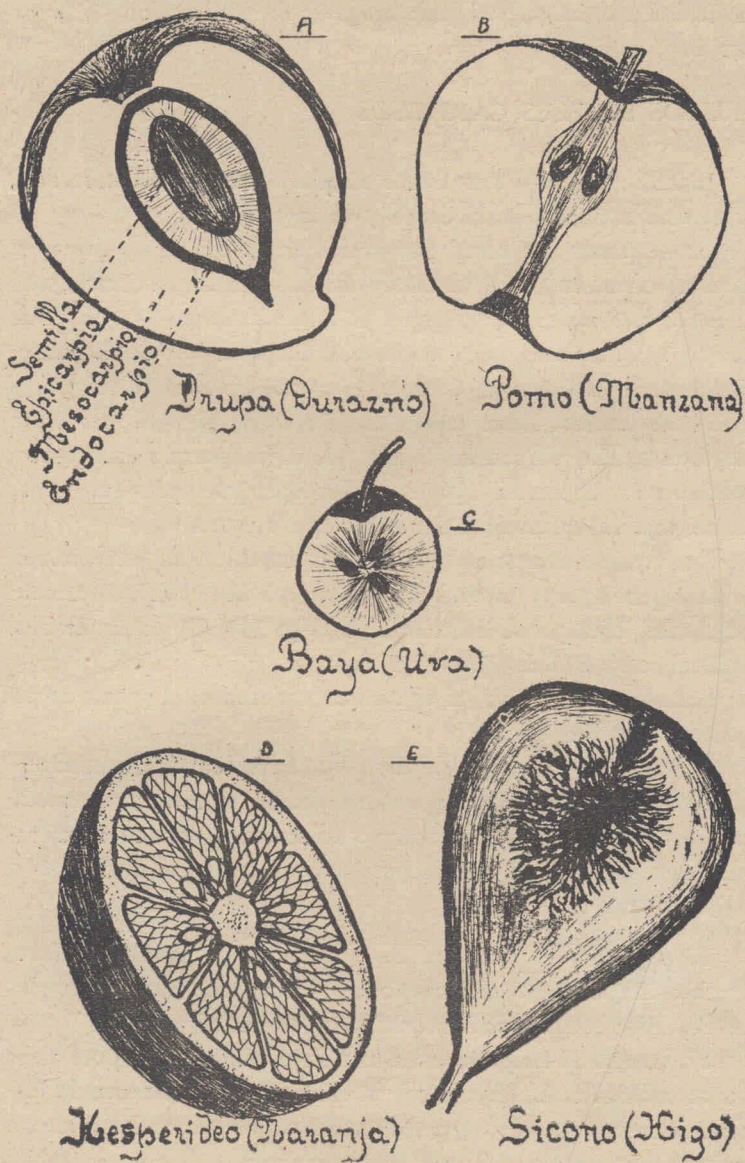


Figura 148

tá la defensa del vegetal para asegurar la propagación de la especie.

FRUTOS SIMPLES CARNOSOS

Indehiscentes. — Los frutos simples, carnosos indehiscientes, comprenden dos tipos: la drupa y la baya.

La **drupa** se caracteriza por presentar un epicarpio, que es la cáscara; un mesocarpio carnoso y un endocarpio lignificado, que encierra la semilla. Por ejemplo el Durazno (Fig. 148, A). Las drupas son los frutos con **carozo**. Son drupas a más del Durazno, el Damasco, el Pelón, la Ciruela, la Oliva, las Nueces, los Cocos y las Almendras. Estos tres últimos frutos, tal cual se venden en el comercio, no son nada más que el endocarpio esclerosado, conteniendo la semilla que es comestible, pues previamente se les despoja del epicarpio y del mesocarpio fibroso.

La **baya** se caracteriza por poseer un epicarpio membranoso y un mesocarpio y endocarpio suculentos. Las semillas carecen de carozo. Ejemplo de baya la Uva (Fig. 148, C) como también el llamado Huevo de Gallo y el Tomate.

Las bayas presentan las siguientes variedades: el pomo, el pepónido, y el hesperideo.

El **pomo** es una baya en cuya formación interviene el receptáculo floral. Se observa en él un epicarpio o cáscara, un mesocarpio suculento y un endocarpio membranoso donde se disponen las semillas. Ejemplos de pomos son las Manzanas (Fig. 148, B), las Peras, etc.

El **pepónido** es una baya cuyo epicarpio se vuelve coriáceo, su mesocarpio y su endocarpio son muy suculentos. Ejemplos de pepónidos son las Sandías, Melones, Zapallos, etc.

En cuanto al **hesperideo** es una baya plurilocular, pues tiene varias cavidades. El epicarpio y el mesocarpio constituyen la cáscara, mientras que el endocarpio membranoso forma los llamados **gajos** llenos de pulpa jugosa en cuyo interior se encuentran las semillas. Ejemplo de hesperideo es la Naranja (Fig. 148, D) y los Limones, Mandarinas, etc.

FRUTO

Dehiscentes. — Los frutos carnosos dehiscentes son escasos. Citemos entre ellos el fruto carnoso de los Vinagrillos, el de los Brincos, etc.

FRUTOS COMPUESTOS

Estos frutos, como ya hemos estudiado, provienen de una flor, pero con **ovario multicarpelar dialicárpido**; mientras que los frutos simples provienen de una flor con **ovario unicarpelar o multicarpelar gamocárpido**.

Según sea la consistencia del receptáculo en donde se insertan, se clasifican en secos y carnosos y según sus características, serán frutos del tipo achenio, folículo o drupa.

Pueden también ser indehiscentes o dehiscentes según permanezcan cerrados o se abran al madurar.

Secos. — Se llaman **frutos compuestos secos**, a aquellos cuyo receptáculo no es carnoso. Los hay del **tipo achenio**, como el Botón de oro, y los hay del **tipo folículo**, como el Anís estrellado, la Magnolia, etc.

Carnosos. — Se llaman **frutos compuestos carnosos**, a aquellos cuyo receptáculo es carnoso. Los hay del **tipo achenio** como la Frutilla y el fruto de los Rosales (en este caso el receptáculo encierra a los achenios) y los hay del **tipo drupa**, como la Mora, la Frambuesa, etc.

INFRUTESCENCIA

Pertenecen a esta clase de frutos, los que provienen de las flores de una inflorescencia. Son, pues, frutos agrupados, **inflorescencias frutificadas, (infrutescencia)**. En la formación de estos frutos interviene también el receptáculo, a veces el cáliz y a veces las brácteas.

Como ejemplos citaremos: La **Piña** o **estróbilo**, fruto característico de los Pinos, Cipreses, y otras Coníferas, (en las piñas, las brácteas se lignifican); otro ejemplo es el **sicono**, que es un re-

FRUTOS	Simples	Secos	Indehiscentes	Aquenio	Diaqueño Triaqueño Tetraqueño Sámara
	Compuestos	Carnosos	Dehiscentes	Cápsula	Folículo Lomento Loculicida Septífragas Septicidas Poricidas Pixidio Silícula
	Infrutescencia	Carnosos	Indehiscentes	Drupa	Pomo Pepónido Hesperideo
	Infrutescencia	Secos	Dehiscentes	Baya	
	Infrutescencia	Carnosos	Tipo aquenio		
	Infrutescencia	Carnosos	Tipo folículo		
	Infrutescencia	Carnosos	Tipo aquenio		
	Infrutescencia	Carnosos	Tipo drupa		
	Infrutescencia	Sicono			
	Infrutescencia	Piña o estróbila			

FRUTOS

FRUTO

ceptáculo carnosos en cuyo interior están los frutos de dimensiones escasas, como en el Higo (Fig. 148, E).

En el cuadro sinóptico adjunto, resumimos lo dicho sobre clasificación de frutos:

USOS

Los frutos se utilizan en Medicina; en la Industria, obteniendo alcohol, vinagre, preparándose cidra, cerveza, vinos dulces, etc.; en la alimentación, de diferentes maneras; etc.

CAPITULO X

SEMILLA Y GERMINACION

Origen y generalidades de la semilla. Las partes de una semilla y su procedencia. Maneras de dispersarse. Usos. Vida latente de la semilla; su duración. Desarrollo del embrión: germinación. Condiciones intrínsecas y extrínsecas de la germinación. Distintos modos de germinación. Duración de las plantas. Resumen del ciclo evolutivo de los vegetales superiores.

ORIGEN Y GENERALIDADES DE LA SEMILLA

El origen de la semilla ya lo conocemos; proviene de un óvulo fecundado, es decir, de un óvulo, gameta femenina, que se unió a las gametas masculinas contenidas por el polen.

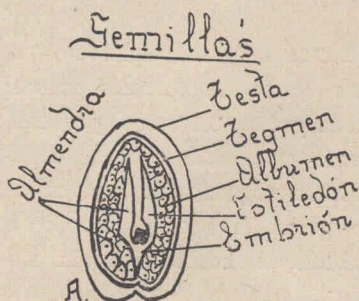
La función primordial de toda semilla, es germinar originando un nuevo vegetal. Su número, mejor dicho, la cantidad que anualmente producen las plantas, es inmenso, tan inmenso, que si no fuera que el clima no es siempre propicio para que germinen y que gran parte de ellas sirven de alimentos a muchos animales, las plantas se multiplicarían en una forma que llegaría a ser alarmante.

La forma de las semillas es variable: las hay **ovoidales**, como las de Ciruelo, Zapallo, Durazno, Damasco, etc.; **fusiformes**, como las de Arroz, Trigo, Cebada; **reniformes**, como las de Poroto; **lenticulares**, como las de Lentejas, etc.

A propósito de algunos de los ejemplos citados, no olvidemos que los granos de Maíz, Trigo, Cebada, Arroz, etc., tal como los vemos, son frutos que en el capítulo anterior estudiamos entre los frutos **secos indehiscentes** y que al referirnos ahora a las semillas de maíz, trigo, cebada, arroz, etc., lo hacemos juzgándolas despojadas de la cáscara que, al envolverlas, constituyen paredes del fruto.

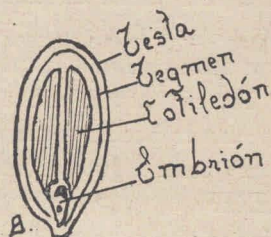
SEMILLA y GERMINACIÓN

El **color** también varía; puede ser negro, como en las semillas de sandía; amarillo marfil, como en las de Zapallo; café o pardo, como en las pepitas de durazno, etc.; pero los colores más comunes son el **blanco**, **amarillo** y **pardo**.

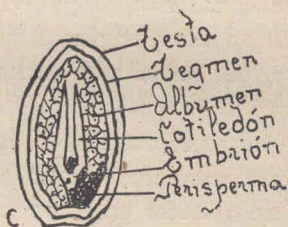


El **tamaño** y la **consistencia** tampoco tienen reglas fijas; hay semillas casi microscópicas y semillas grandes; semillas blandas y semillas duras.

LAS PARTES DE UNA SEMILLA Y SU PROCEDENCIA



En toda semilla se consideran dos partes: el continente y el contenido. El continente está representado por los **tegumentos**, y el contenido por la **almendra** (Fig. 149, A).



El **tegumento** puede estar formado por dos membranas, una externa, el **testa**, y otra interna, el **tegmen**; o por una sola, casos en que falta la interna o tegmen.

El **testa** es una membrana ligeramente endurecida por lignificación de sus células.

El **tegmen** es una membrana lisa y celulósica. El tegumento

suele también ser carnosos; **semilla de granada**.

Ahora bien; sabemos que la semilla es un óvulo fecundado y en el óvulo estudiamos dos membranas de envoltura: la **primina** y la **secundina**; estas dos membranas, modificadas, son las que originan el testa y el tegmen, respectivamente, de la semilla. En otros casos directamente, la primina desdoblándose forma

Figura 149

el testa, y el tegmen, mientras que la secundina se reabsorbe.

La **almendra** puede estar formada por el **embrión** y el **albumen** o **endosperma** (Fig. 149, A) o por el embrión solo (Fig. 149, B).

El **embrión** (Fig. 149, B) proviene de la oófera del óvulo que fué fecundada — **huevo** — por uno de los anterozoides del polen. Se reconocen en él las siguientes partes: un tallito pequeño, el **talluelo**, con una extremidad, yema superior, la **plúmula** o **gémula** que originará el tallo del futuro vegetal; con una extremidad inferior, la **radícula**, que originará la raíz y una, dos o más expansiones que parten del talluelo, los **cotiledones**, que son las hojas primitivas del vegetal (Fig. 37).

Como se ve, el embrión vegetal es una planta en miniatura. Cuando tiene un solo cotiledón, como las semillas de Maíz, Arroz, etc., la planta que producirá será una **Monocotiledónea**, y si tiene dos, como las semillas de Arveja, Tomate, etc., la planta originada será una **Dicotiledónea**. Muchas plantas pueden tener mayor número de cotiledones (Gimnospermas) como algunos Pinos que presentan 12 cotiledones en su embrión.

El **albumen** es el conjunto de células que ocupan el espacio, que dentro del tegumento deja libre el embrión (Fig. 149, A). Proviene del **huevo secundario**, originado, como se recordará, por la unión del núcleo del saco embrionario, con el otro de los anterozoides del polen.

El conglomerado de células que por multiplicación del huevo secundario forma el albumen, acumula reservas alimenticias que el embrión consumirá cuando empiece a crecer para convertirse en planta. Semillas con albumen son las del Maíz, Trigo, Arroz, etc.

En la almendra de algunas semillas, a más del embrión y del albumen suele encontrarse un resto del **nucelo**, conglomerado celular estudiado al hablar de óvulo. Ese resto de nucelo, que también almacena alimento que luego cederá al embrión, se denomina **perisperma** (Fig. 149, C).

Conocido lo que antecede, diremos que pueden encontrarse tres clases de semillas: Semillas con tegumento y almendra, re-

SEMILLA y GERMINACION

presentada por el embrión únicamente (Fig. 149, B); semillas con tegumento y almendra, formada por el embrión y el albumen (Fig. 149, A), y semillas con tegumento y almendra, formada por el embrión, albumen y perisperma (Fig. 149, C).

En el primer caso, cuando el embrión sólo forma la almendra, los cotiledones son gruesos, acumulándose en sus tejidos las sustancias de reserva (semillas exalbuminadas, como las del Zapallo, Arveja, Maní, Poroto, etc.); en los otros casos los cotiledones son delgados y el embrión obtendrá el alimento del albumen y del perisperma.

Por el contenido de su albumen las semillas pueden ser amiláceas y oleaginosas.

Amiláceas son todas las semillas cuyas sustancias de reserva tienen predominio de hidratos de carbono (almidón, celulosa).

Oleaginosas, son las semillas en cuyas sustancias de reserva predominan materias grasas (Maní, Algodón, Avellana).

Si bien es cierto que en las **semillas amiláceas** predominan los hidratos de carbono y en las **semillas oleaginosas** predominan las sustancias grasas, ambas clases de semillas tienen en proporciones variables sustancias amiláceas, oleaginosas y nitrogenadas, predominando en cada una la sustancia a la cual deben su nombre.

MANERAS DE DISPERSARSE

Algunos vegetales viven únicamente en zonas que les son propicias, ya sea por el clima, ya sea por la composición del suelo y saliendo de esas zonas no se les encuentra. Pero otros vegetales se multiplican en regiones distintas, siendo necesario para ello que la semilla se traslade de un lugar a otro.

Este traslado, que se conoce con el nombre de **dispersión de la semilla**, puede ser artificial o natural.

Artificial, cuando interviene la mano del hombre, y **natural**, cuando es obra de la Naturaleza.

La Naturaleza dispersa las semillas valiéndose:

Del **viento**, que a su impulso las lleva a largas distancias.

Del **agua**, que las traslada en su corriente y las va depositando en las barrancas y riberas de arroyos y ríos.

De los **insectos**, a los que algunas semillas suelen adherirse.

De las **aves**, **mamíferos** y otros animales, en la misma forma que los insectos. Las ovejas, con su lana llena de abrojos, sirve de ejemplo, pues va dejando caer la semilla del abrojo a distancias diversas. También muchas aves y mamíferos eliminan, a grandes distancias, con sus materias fecales, semillas que no han digerido y que conservan sus propiedades germinativas.

de los mismos **frutos**, que al abrirse suelen expulsar a la semilla con fuerza al exterior, arrojándola a dos o tres metros del sitio en que se encuentran. Otras veces los frutos tienen un pericarpio modificado, como en la sámara y merced a este pericarpio alado, el viento impulsa al fruto que lleva a la semilla; o tienen cáliz plumoso como los frutos de cardo (panaderos) y también el viento los dispersa.

USOS

Se utilizan especialmente para la alimentación como las semillas de Garbanzo, Maíz, Avena, Trigo, Cebada, Arveja, Poroto, Haba, etc. En la industria se obtiene de todas las semillas citadas, las correspondientes harinas. De otras, como las de Maní y Olivo, se obtiene aceite, y de las del Algodón se extrae aceite y algodón.

En Medicina sus aplicaciones son numerosas. Citemos como ejemplos a las semillas de Lino, Ricino, Algodón, etc.

GERMINACION

Vida latente de la semilla; su duración. — Si observamos una semilla madura, nos da la sensación de estar seca y muerta. Sin embargo hay en ella vida, puesto que, colocada en lugar apropiado, germina originando una planta.

Mientras la semilla no se encuentra en un lugar apropiado para germinar, su inactividad es aparente, puesto que en su interior hay síntomas de vida, aunque reducidos a un mínimo.

SEMILLA y GERMINACION

Este modo de vida, se denomina **vida latente**.

Durante la vida latente, el embrión no crece, hasta tanto la semilla no se encuentra en un ambiente con condiciones aptas para su germinación.

La **duración** de la vida latente depende: a) del medio en que la semilla se encuentra, y b) de las condiciones de la semilla.

a) Influencia de los factores del medio. — Se considera como factores del medio al aire, la temperatura, la humedad y la sequedad.

El **aire** es necesario para que la semilla respire; la **humedad** disminuye la vida latente, acelerando el momento de la germinación o, en algunos casos, destruyendo los tegumentos de protección; y la **sequedad** facilita la vida latente.

b) Influencia de los factores internos. — Se considera como factores internos o condiciones de la semilla al **estado de sus tegumentos de protección**, a las **substancias de reserva** que contiene y a la **propiedad germinativa**, que es la vitalidad de los meristemas del embrión, conservada a través de un período corto o largo de vida latente.

En términos generales, diremos que la **duración** del período de vida latente es variable según las semillas. En algunas sólo **dura días**, en otras **dura hasta 10 años**, como en muchas Gramíneas: Trigo, Centeno, etc. y hasta **más de 60 años**, como en las semillas de Sensitiva.

DESARROLLO DEL EMBRION: GERMINACION

Previamente a la germinación, la semilla se fija. Es decir, que el acto de la fijación se efectúa mientras la semilla está en vida latente. Para que la semilla se fije, actúan factores que pueden ser artificiales y naturales. **Artificiales**, cuando es la mano del hombre la que planta a la semilla, y **naturales**, cuando actúa el **viento** acumulando tierra u hojas secas sobre las semillas que caen de las plantas; el **agua**, humedeciéndolas y facilitando su adherencia al suelo; la **secreción** por los tegumentos de la semilla, de **substancias oleaginosas** que también la adhieren, etc.

Cuando la semilla se fija y se encuentra en un ambiente pro-

picio para desarrollarse, la vida latente cesa y el embrión, intensificando su nutrición, comienza a crecer saliendo a flor de tierra transformado en plantita.

Esta transformación del embrión en plantita es la **germinación** (Fig. 150).

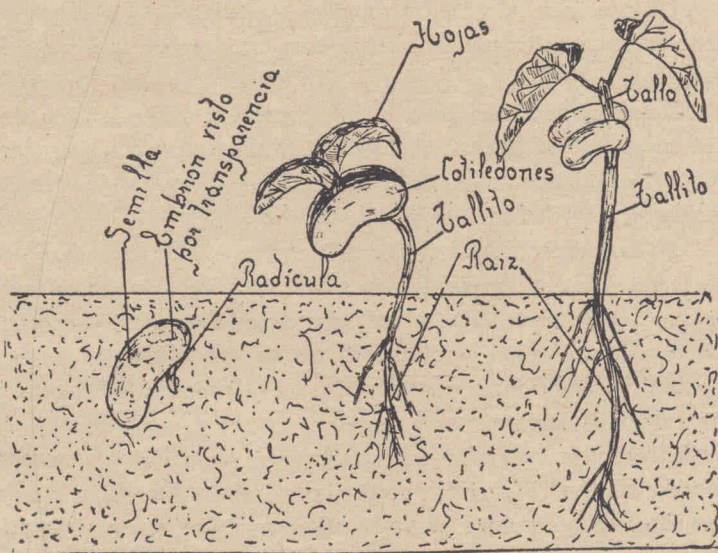


Figura 150

Para que la germinación se efectúe, es necesario que un conjunto de condiciones le sean propicias. Algunas de esas condiciones dependen directamente de la misma semilla, son las **condiciones internas o intrínsecas**; otras dependen del ambiente exterior, son las **condiciones externas o extrínsecas**.

Las **condiciones intrínsecas** de las semillas son tres: la madurez, conservación de sus partes y conservación de la propiedad germinativa.

Para poder germinar una semilla debe de estar bien **madura**.

Podría creerse que siempre la semilla está madura cuando el fruto sazona; sin embargo, existen multitud de excepciones. Se-

SEMILLA y GERMINACION

millas hay que maduran antes que el fruto, como paso en muchas Gramíneas y Leguminosas, como las **habas** y el **trigo**; o después del fruto, como en los **perales** y en algunos **rosales**.

Las **partes** de una semilla deben de estar en **perfecto estado de conservación**, sin que ni los tegumentos o partes de la almen-
dra hayan experimentado modificaciones químicas o mecánicas, es decir, que no hayan sido destruidas parcialmente, influyendo por consiguiente en la conservación de la propiedad germinativa.

En cuanto a la **propiedad germinativa**, debe también conservarse inalterable; propiedad ésta que varía según las clases de semillas, durando más en aquellas que poseen un albumen amiláceo, que en las que poseen un albumen oleaginoso, pues éste se altera frecuentemente por oxidación. En general, puede admitirse que muchas semillas conservan bien su propiedad germinativa durante días o numerosos años (hasta más de 60 años en las Sensitivas).

Las **condiciones extrínsecas**, como las anteriores, son tres, la temperatura, la humedad y el aire.

La **temperatura** es muy necesaria, siendo un activo estimulante para que la semilla germine, siempre, claro está, que no sea un **mínimum** o un **máximum** del calor que puede soportar, lo que en este caso destruiría la propiedad germinativa. Según las semillas, varía la intensidad del calor necesario para germinar; pero en términos generales puede decirse que toda semilla posee un **mínimum**, un **óptimum** y un **máximum** de temperatura, dentro de los cuales puede germinar. Por ejemplo, el **óptimum** de temperatura para que germinen el Maíz, la Cebada y el Arroz, es de 33°, 28° y 28°, respectivamente.

Si se trata de semillas de climas templados, se admite que la temperatura que necesitan oscila entre los 16° y 30° término medio.

La **humedad** es un complemento indispensable para la germinación. La semilla necesita agua para germinar; agua que ha de disolver las sustancias alimenticias, facilitándole su absorción al embrión y que ha de ablandar a los tegumentos, facilitando la salida de la radícula y desarrollo de la gémula a medida que

el embrión evoluciona. La cantidad de agua necesaria, varía según las semillas. En las semillas encerradas dentro de carozos, la absorción del agua se ve dificultada, tardando hasta años en destruirse el carozo y desarrollarse el embrión.

El **aire** es también necesario, puesto que las semillas respiran; tan necesario, que semillas enterradas a gran profundidad no germinan, o semillas plantadas en atmósferas carentes de oxígeno o donde abunde otro elemento nocivo, como el gas carbónico, nitrógeno, etc., mueren.

Fenómenos químicos de la germinación. — Mientras el embrión, en plena germinación, se va desarrollando para transformarse en planta, dos clases de fenómenos químicos se producen: unos son externos y otros internos.

Los **fenómenos químicos externos**, consisten en los fenómenos de la respiración, representados por la fijación de oxígeno y la exhalación de anhídrido carbónico y de vapor de agua. Estos fenómenos químicos de intercambio gaseoso, originan calor que la semilla desprende. Se comprueba esto haciendo germinar semillas dentro de un recipiente tapado y en la obscuridad, graduando la temperatura del recipiente al iniciarse el experimento, y horas después de iniciado se comprobará que el calor ha aumentado.

Los **fenómenos químicos internos**, son los que se producen en el interior de la semilla, al originarse en el embrión la transformación de los alimentos que absorbe para poder asimilarlos.

DISTINTOS MODOS DE GERMINACION

Hemos estudiado dos clases de semillas: las que carecen de albumen y tienen la almendra formada por el embrión, que lleva las sustancias alimenticias almacenadas en los cotiledones y las que tienen albumen que lleva esas sustancias alimenticias en su interior.

Según se trate de una u otra clase de semilla, el modo de germinar será diferente.

SEMILLA y GERMINACION

Las semillas con albumen, **semillas albuminadas**, cuando germinan absorben agua que licuando a las sustancias de reserva, permite que el embrión las consuma con facilidad y comience a desarrollar la **radícula**, que originará la raíz del futuro vegetal. A continuación crece el talluelo (Fig. 150) protegido por los **cotiledones**, que, no olvidemos, son los que absorben el alimento que dan al embrión, se abren luego los tegumentos y los cotiledones se separan dejando en libertad a la **gémula** que originará el tallo. Los cotiledones se conservan hasta que aparece el primer par de hojas de follaje (Fig. 151, A); luego se caen.

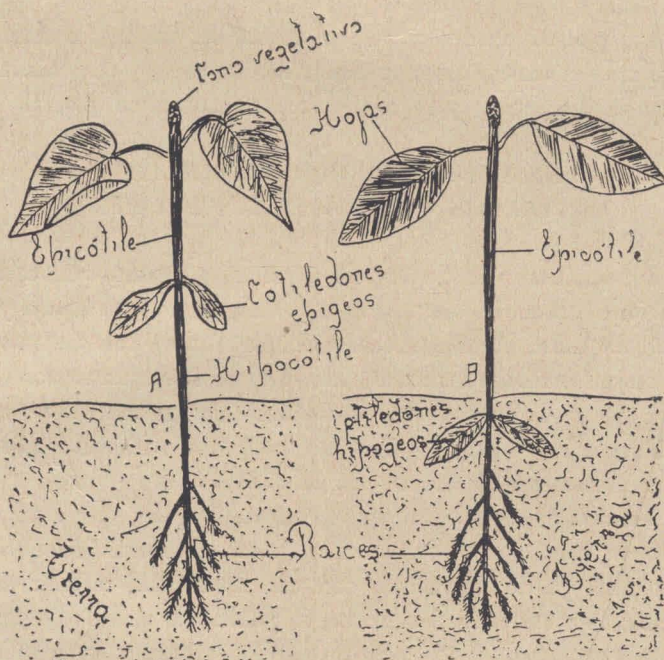


Figura 151

Las semillas sin albumen, **semillas exalbuminadas**, germinan de igual modo, pero el alimento se lo dan los cotiledones al embrión directamente, puesto que no necesitan absorberlo desde que ellos mismos lo habían almacenado.

En una plantita que nace, la porción de tallo que está situada por debajo de los cotiledones (Fig. 151, A), se denomina **hipocótilo**, y la que está por encima, **epicótilo**. Cuando los cotiledones no salen a flor de tierra, se denominan **hipógeos** — en este caso la planta no tiene hipocótilo (Fig. 151, B) — y sus primeras hojas no están dadas por los cotiledones; si en cambio los cotiledones salen a flor de tierra, se denominan **epígeos** y forman las hojas primitivas de la planta.

DURACION DE LAS PLANTAS

Las plantas pueden por su duración, ser anuales, bianuales y perennes. **Anuales**, como el Maíz, Avena, Trigo, etc.; **bianuales**, como la Zanahoria; **perennes**, como los árboles en general.

RESUMEN DEL CICLO EVOLUTIVO DE LOS VEGETALES SUPERIORES

En presencia de un vegetal superior, pongamos por caso un **limonero**, observémoslo: introducida en la tierra está la **raíz** y por sobre la tierra el **tallo** (convertido en tronco) con las ramas y las **hojas** correspondientes. El limonero da **flores**, cada flor es fecundada y su ovario crece transformándose en **fruto**, que en su interior contiene las **semillas**, las cuales no son nada más que transformaciones de los óvulos fecundados.

Dentro de la semilla está el **embrión vegetal**, que encontrándose en condiciones convenientes **germina**. El embrión tiene las siguientes partes: el **talluelo** con una extremidad inferior, la **radícula**; una extremidad superior, la **plúmula** o **gémula**, y dos expansiones laterales, los **cotiledones**. Al germinar la semilla, la radícula se transforma en **raíz**, la plúmula en **tallo**, los cotiledones en hojas primitivas del vegetal, y estamos en presencia de una nueva **planta**, que crecerá y a su vez volverá a repetir el ciclo evolutivo que hemos estudiado.

CAPITULO XI

FISIOLOGIA VEGETAL

Fenómenos vitales de las plantas. Funciones de nutrición. La planta y sus alimentos. La tierra y su abono. Absorción. Circulación. Transpiración. Clorovaporización. Asimilación clorofílica. Respiración. Nutrición propiamente dicha. Secreción. Fijación. Defensa. Movimientos: sensitivos, taxismos, atracción.

Fenómenos vitales de las plantas. — Al hablar de **célula** en el capítulo II, nos referimos a los fenómenos fisiológicos que le son inherentes; por lo tanto, las **plantas** que son conglomerados de células que entre sí se reparten el trabajo que demanda la vida en los individuos organizados, están sujetas al desempeño de las mismas funciones.

Esas funciones o **fenómenos vitales de las plantas**, se agrupan y se estudian bajo el nombre de **Fisiología Vegetal**, comprendiendo los fenómenos de **nutrición**, de **relación** y de **reproducción**.

Describiremos a los dos primeros en apartados de este capítulo y a la reproducción le dedicaremos capítulo aparte, con el nombre de "**Propagación de los vegetales**".

FUNCIONES DE NUTRICION

Las funciones de nutrición las vamos a dividir en: absorción, circulación, transpiración, clorovaporización, asimilación clorofílica, respiración, nutrición propiamente dicha y secreción.

La **absorción** nos hablará sobre la forma en que el vegetal obtiene los alimentos del medio en que vive: la **circulación** nos demostrará cómo los alimentos absorbidos que toman el nombre de **savia**, circulan por la planta; la **transpiración** se referirá al modo como la planta elimina vapor de agua; la **clorovaporización** nos enseñará que los vegetales que están al sol y tienen clorófila,

transpiran más profusamente; la **asimilación clorofílica** ha de demostrarnos cómo por la acción del sol sobre la clorófila, la planta fija anhídrido carbónico y exhala oxígeno efectuándose la transformación de la savia bruta en elaborada; la **respiración**, ha de enseñarnos cómo el vegetal fija oxígeno y exhala anhídrido carbónico. Finalmente, la **nutrición propiamente dicha** y la **secreción**, nos darán nociones, respectivamente, de cómo las plantas asimilan los alimentos que han absorbido y expulsan productos que no les son necesarios.

Pero previo al estudio de estos fenómenos, aprenderemos algunas nociones sobre los alimentos que absorbe la planta y sobre el ambiente de donde los obtiene.

LA PLANTA Y SUS ALIMENTOS

Como todo ser vivo, la planta se nutre, es decir, toma para su sustento, ya sea de la tierra, del agua o del aire, las sustancias que le son necesarias.

La mayoría de los cuerpos simples que existen, pueden encontrarse en los vegetales; sin embargo, de todos esos elementos, diez son fundamentales, encontrándose en la composición del protoplasma de las células de las plantas. Son ellos: el **C** = carbono, el **H** = hidrógeno, el **O** = oxígeno, el **Az** o **N** = ázoe o nitrógeno, el **Ph** = fósforo, el **S** = azufre, el **Mg** = magnesio, el **Fe** = hierro, el **Ca** = calcio y el **K** = potasio.

(Los elementos químicos se representan por letras, **símbolos**, que se indican al lado de cada cuerpo; por ejemplo: **C**, **O** y **H**, que significan **carbono**, **oxígeno** e **hidrógeno**).

A estos elementos o cuerpos simples fundamentales en la constitución de los vegetales, se agregan muchos otros que algunas plantas tienen y otras no, como el **Br** = bromo, el **Io** = yodo, el **Na** = sodio, etc.

Ahora bien; a todos estos elementos las plantas no los encuentran separados, sino formando combinaciones con otros cuerpos, con la sola excepción del oxígeno, que, a más de obtenerlo de combinaciones, lo encuentra en el aire en estado libre.

FISIOLOGÍA VEGETAL

En la **tierra**, en el **agua** y en el **aire** existen las combinaciones de los cuerpos simples, que sirven de alimentos a las plantas, pudiendo ser: **sólidas**, como las sales, **líquidas** y **gaseosas**.

Por ejemplo, el **C**, que por sí sólo representa el 50 % de la materia seca de una planta, lo obtiene ésta, en gran proporción, del aire donde se encuentra en forma de un gas, denominado CO_2 = anhídrido carbónico. Puede, en menor proporción, obtenerlo del suelo, donde se halla combinado con otros cuerpos, formando sales denominadas **carbonatos**.

El **O**, lo extrae del agua, de las sales y principalmente del aire atmosférico. El **N**, también lo extrae de la tierra donde está en forma de compuestos, sales denominadas **nitratos**, o de la atmósfera. El **H**, lo obtiene del agua. El **Fe**, el **S**, el **Ph**, el **Ca**, etc., los extrae de la tierra, donde están combinados formando **sulfatos de hierro**, **sulfatos de calcio**, **fosfatos de hierro**, **fosfatos de calcio**, etc.

Estos alimentos el vegetal los introduce en su interior, mediante una de las funciones de nutrición que estudiaremos más adelante con el nombre de **absorción**. Esos alimentos después de ser elaborados en el interior de la planta, son en parte consumidos y en parte guardados como sustancias de reserva. Cuando el medio deja de serle propicio al vegetal o cuando funciones especiales demandan mayor gasto de alimentos, utiliza esas reservas para nutrirse.

LA TIERRA Y SU ABONO

Por lo que antecede, vemos que el vegetal extrae de la tierra la mayor parte de su alimento. Cuando la tierra es rica en sustancias nutritivas para la planta, se dice que es una tierra **fértil**, y en caso contrario, una tierra **estéril**.

Cuando las tierras son poco fértiles o no lo son, se las **abona**. Los **abonos** son sustancias que tienen abundancia de elementos nutritivos, de ahí que al esparcirlos sobre la tierra, ésta se fertilice.

Para mejorar los campos destinados a la labranza, chacras, huertas, etc., el abono se emplea con frecuencia y excelente resultado.

Según de que estén constituídos los abonos, se les puede clasificar en **naturales** e **industriales**.

Los **abonos naturales** pueden ser **vegetales**, formados por hojas, frutos, tallos, etc. de plantas secas; o **animales**, constituídos por la descomposición de la carniza (cuerpo) de los animales muertos, estiércol, etc.

Los **abonos industriales** pueden ser **orgánicos**, preparados con materias orgánicas en descomposición, como ser carne de pescado, de aves, de caballo, que es rica en nitrógeno, etc., o **minerales**, como ser distintas sales: nitratos, fosfatos, sulfatos, carbonatos, preparadas artificialmente.

ABSORCION

Su mecanismo e importancia. Osmosis. Experimentos de Graham y Dutrochet. Los pelos radiculares y la absorción. Absorción por la hoja.

Su mecanismo e importancia. — El vegetal al nutrirse extrae del medio en que vive los alimentos y los introduce en el interior de sus células; ahora bien: el paso de esos alimentos, del exterior al interior de la planta, se denomina **absorción**. Con ese concepto debemos admitir que absorción no es sólo la introducción de alimentos que se efectúan al nivel de la raíz, sino la introducción de otros elementos, carbono y oxígeno, que se realiza también en las hojas y demás partes verdes del vegetal.

Sin embargo, aquí trataremos de la absorción, propiamente dicha, que es la que se efectúa al nivel de la raíz.

El mecanismo de esta función se basa en dos principios físicos: la **difusión** y la **ósmosis**, y su **importancia** consiste en que, gracias a la absorción continua, el vegetal se alimenta y vive.

DIFUSION. OSMOSIS

En el Capítulo II, al hablar de célula, ya nos hemos referido a la difusión y a la ósmosis, definiéndolas de la siguiente manera:

Para separar las sustancias cristaloides de las coloides se utiliza el **Dialisador de Graham** (Fig. 152), basado también en la ósmosis y descrito ya, en el mencionado Capítulo II.

Del conocimiento de la diálisis, se deduce este concepto: las membranas celulares efectúan una **función selectiva**, de las sustancias que incorporan a su protoplasma para nutrirse.

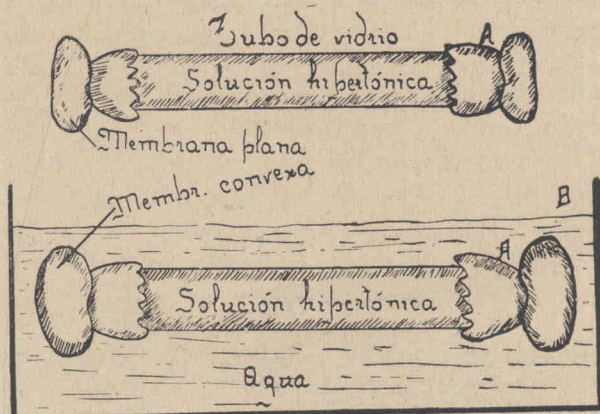


Figura 153

Experimento de Dutrochet. — Este experimento está basado también en la ósmosis, y nos explica en qué dirección se efectúan las corrientes osmóticas.

Se trata del tubo A (Fig. 153), tubo de vidrio cerrado por sus dos extremos por dos trozos de una membrana (pongamos por caso: pedazos de vejiga). El tubo lleno previamente de una solución hipertónica bien concentrada (solución de agua azucarada), se introduce en B, que es un recipiente de vidrio conteniendo agua pura. A poco de estar sumergido, se verá que las membranas de planas que eran, se han vuelto **convexas**, lo que demuestra que a través de ellas ha penetrado agua del recipiente B, que, llenando más al tubo A, ha hecho que el contenido del tubo empuje a las membranas hacia afuera.

Conclusiones importantes se desprenden de este experimento: primero, la **ósmosis**; segundo, que, debido a la **ley osmótica**, se establece el equilibrio entre un medio rico en agua y un medio pobre en agua, pues la corriente osmótica va del medio más rico al más pobre (el agua penetró al tubo, porque habiendo en el recipiente **B** agua pura y en el tubo **A** solución de agua con azúcar, el agua era más escasa en el tubo **A**); o en otras palabras, que las corrientes osmóticas se orientan del medio menos concentrado al medio más concentrado.

Ahora bien; si mezclamos líquidos, pueden presentarse dos casos: que los líquidos se mezclen, como la leche y el agua, o que se superpongan sin mezclarse, como el agua y el aceite; los primeros se llaman **miscibles** y los segundos **no miscibles**.

Cuando los líquidos son miscibles, es decir, que tienen la propiedad de penetrarse y confundirse, se llama a ese fenómeno **difusión** (Capítulo II).

De acuerdo a todo lo expuesto, y como lo dijéramos al principio, en la **difusión** y en la **ósmosis**, se basa la absorción que vamos a estudiar.

Los pelos radiculares y la absorción — De las cuatro zonas que posee la raíz: **cofia**, **zona lisa**, **zona de los pelos radiculares** y **zona suberosa**, por la tercera se produce la absorción.

La absorción en la raíz, pues, se efectúa a nivel de los pelos radiculares, que, como ustedes recordarán, son **prolongaciones de la membrana** de las células epidérmicas y, como membranas permeables, están regidos por la **ley de la ósmosis**. Estos pelos realizan la función selectiva de que les hablara, tomando los alimentos necesarios para la célula.

A todo esto, dos problemas se nos plantean. Ustedes preguntarán cómo hace el vegetal para nutrirse con las sales, sustancias sólidas que entran en la composición de la tierra y que el vegetal necesita para nutrirse, y preguntarán qué pasa, cuando las células epidérmicas, a las que corresponden los pelos radiculares, se cargan o llenan de sustancias alimenticias. Veamos:

Sabemos que por ósmosis los líquidos pueden penetrar en el

interior de las células; luego, es necesario que en la tierra haya líquidos para que el vegetal se nutra, y de ahí se desprende la gran importancia que tiene el agua en la nutrición y composición de los vegetales.

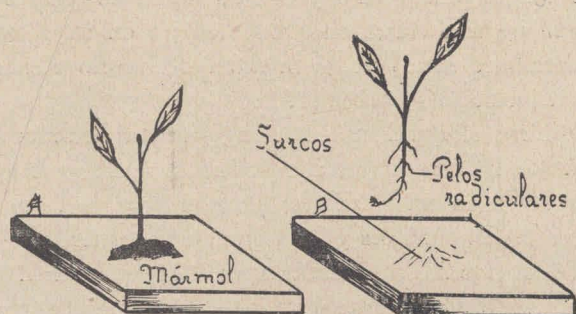


Figura 154

Pero en la tierra se encuentran numerosísimas sales, carbonatos, nitratos, sulfatos, fosfatos, etc., que el vegetal sin embargo utiliza para nutrirse merced a la **propiedad que tienen los pelos radiculares de segregar una substancia**, verdadero fermento específico, **que disuelve las sales transformándolas en líquidos fácilmente absorbibles**. Un experimento lo demuestra: haciendo germinar un guisante cualquiera, un poroto por ejemplo, sobre una plancha de mármol recubierta por una ligera capa de tierra y arena húmeda (Fig. 154, A), y extraída luego la planta, observaremos (Fig. 154, B), que en los sitios donde los pelos radiculares han estado depositados sobre el mármol, se ven surcos delgados, algunos conteniendo restos de pelos radiculares rotos al sacar la planta. Estos surcos nos demuestran que al nivel de los pelos radiculares, de los que son verdaderos moldes, el mármol, que está formado por sales de **carbonato de calcio**, ha sido disuelto.

El primer problema está solucionado; pasemos al otro.

FISIOLOGIA — ABSORCION

Los líquidos de las células, líquidos interiores, en los que hay sustancias coloides, etc., son más densos, más concentrados, que los que se forman en el exterior a expensas del agua y de la disolución de las sustancias cristaloides; de ahí que, de acuerdo a que la corriente osmótica se origina del medio en que los líquidos son menos densos, al medio en que son más densos, los pelos radiculares absorben los líquidos del exterior. Llegaría un

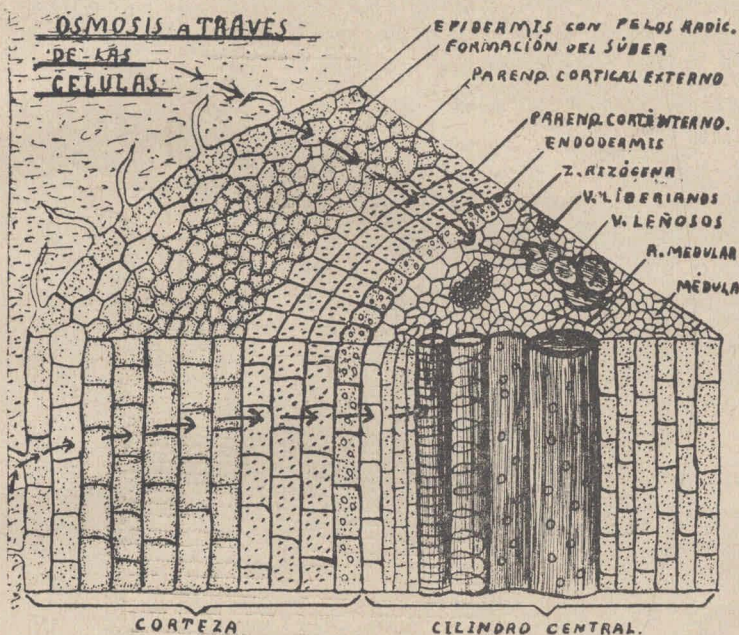


Figura 155

momento en que se establecería equilibrio, llegando a ser igual la densidad de los líquidos internos y externos de la célula; pero entonces la absorción no continuaría, sobreviniendo la muerte del vegetal.

Sin embargo, esto no sucede, pues cuando la célula epidérmica se carga de agua, la célula más interna (Fig. 155) permanece pobre de ese elemento, y roto el equilibrio, la célula epidér-

mica por ósmosis pasará agua a la célula parenquimática que está por debajo de ella; ésta, por la misma razón, a la célula parenquimática más profunda, y así sucesivamente hasta llegar al cilindro central y, por consiguiente, a los vasos. Al dar el líquido que absorbiera, la célula epidérmica vuelve a empobrecerse y el pelo radicular extrae nuevamente alimentos del exterior.

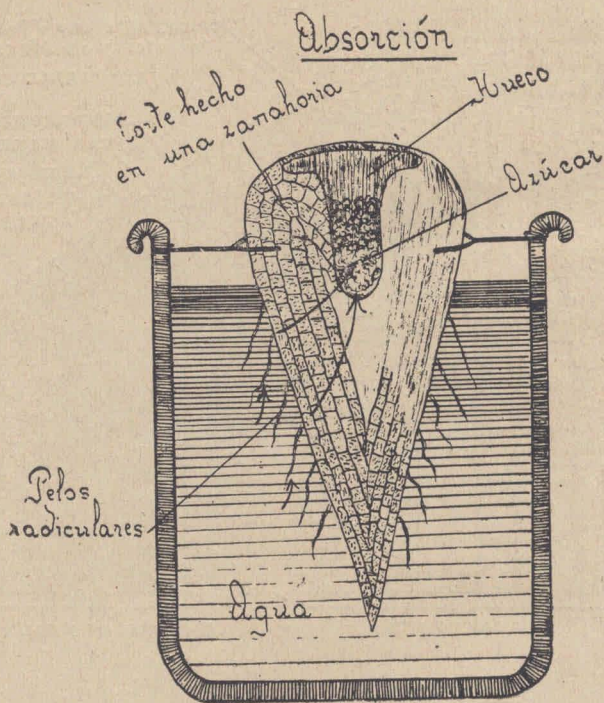


Figura 156

Cuando ese líquido absorbido llega a los vasos, forma lo que con el nombre de **savia** estudiaremos al hablar de **circulación**.

Lo que antecede es demostrable mediante el siguiente experimento: se toma una zanahoria y se le hace una excavación en

FISIOLOGIA — CIRCULACION

su parte más gruesa, como lo muestra la (Fig. 156). En la excavación se coloca azúcar, substancia higroscópica, es decir, ávida de agua. Se introduce la zanahoria en un recipiente con agua. El agua será absorbida por los pelos radicales, por ósmosis pasará también a la capa de células **b**, de ésta a la capa **c**, y así hasta llegar al azúcar, la que será disuelta. El agua continuará llenando la cavidad, hasta rebalsar a la zanahoria.

En las plantas acuáticas, carentes de pelos radicales, la ósmosis se efectúa directamente a través de la epidermis.

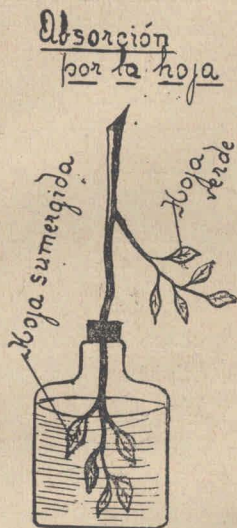


Figura 157

Absorción por la hoja. — La absorción fundamental se efectúa en la planta por la raíz; sin embargo, este fenómeno puede producirse en otras regiones. Ninguno ignora que las flores sumergidas en el agua viven un cierto tiempo merced a la absorción. Por otra parte, si queremos demostrar que la hoja en determinados casos puede **absorber líquidos**, coloquemos (Fig. 157)

una rama de modo que algunas hojas estén sumergidas en agua y otras hojas, de una rama hermana, queden sin sumergirse; se observará que las hojas que no están sumergidas continúan lozanas, lo que indica que las hojas sumergidas han absorbido agua.

CIRCULACION

Generalidades. Savia bruta. Transporte del agua y sales nutritivas. Savia elaborada. Factores que intervienen en la circulación.

Generalidades. — Al hablar de absorción hemos visto que los pelos radicales absorben líquidos de la tierra que luego pasan a las células más internas y de éstas a las más profundas (Fig. 155 y 156) hasta llegar finalmente a la región de los va-

sos, en donde, en forma de columna líquida, asciende por la raíz, luego por el tallo hasta llegar a las hojas. La marcha del líquido transportando numerosos elementos, a través de las células

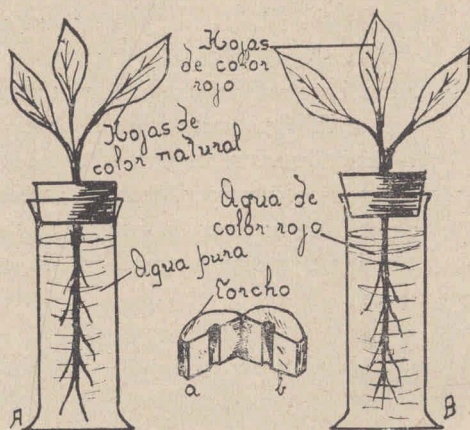


Figura 158

y después por los vasos, es a lo que se denomina **circulación**. La circulación a través de las células se ve facilitada por la permeabilidad de las membranas.

Que los líquidos absorbidos circulan ascendiendo por los vasos del vegetal se prueba tomando dos recipientes, **A** y **B** (Fig. 158). En el

recipiente **A**, sujeto por un corcho cortado y preparado previamente, como lo indican sus dos mitades **a** y **b**, se introduce una plantita; lo mismo se hace en el recipiente **B**. El recipiente **A**, que realiza las funciones de testigo en el experimento a realizarse, contiene agua, y el recipiente **B**, contiene **zielh** (colorante rojo). Se observará que la planta que está en **A** no se altera, mientras que en la que está en **B**, las nervaduras se colorean de rojo. Esto demuestra que el líquido con **zielh**, al ser absorbido ha circulado, y que esa circulación se ha efectuado por los **vasos**, puesto que las **nervaduras** no son otra cosa que sus prolongaciones.

SAVIA BRUTA

La circulación, al efectuarse desde la raíz a las hojas, se denomina **savia bruta**, puesto que está formada por las sustancias líquidas extraídas de la tierra por la raíz, que llevan sales en solución.

La savia bruta, que algunos han insistido en denominar mal **savia ascendente**, pues no siempre la dirección que sigue justifica

ese nombre, dado las diversas posiciones que pueden adoptar las ramas por cuyos vasos marcha, circula por los **vasos leñosos**. Se demuestra esto introduciendo en un recipiente con agua coloreada de rojo, un vegetal joven cuyo tallo se ha cortado transversalmente y ha de observarse que en la región céntrica del tallo que corresponde a los **vasos leñosos**, aparece una **gota de líquido rojo**.

Transporte del agua y sales nutritivas. — En el líquido que el vegetal absorbe de la tierra, sabemos que van disueltas numerosas sales que, previa elaboración, servirán para nutrirlo. La savia bruta, por lo tanto, está formada por ese líquido que lleva en disolución, entre otras cosas, fosfatos, carbonatos, sulfatos, sustancias azucaradas, amoniacales, nitratos, etc.

A medida que la savia bruta se va acercando a la hoja, su composición química se complica merced a que se van incorporando a ella sustancias que los tejidos le ceden.

Cuando la savia bruta llega a la hoja, se esparce por las nervaduras y se reparte por las células parenquimáticas. En ellas, los elementos, sales, etc., que la componían, son elaborados y transformados en sustancias compuestas, es decir, que se realiza una síntesis de los elementos simples y se originan sustancias compuestas, como hidratos de carbono, grasas, etc.

En esta transformación interviene la **luz solar** actuando sobre la **clorófila**, fenómeno éste que, con el nombre de **asimilación clorofílica** o **fotosíntesis**, estudiaremos más adelante.

SAVIA ELABORADA

Transformada así la savia bruta, recibe el nombre de **savia elaborada**, rica en sustancias nutritivas para la planta.

La savia elaborada inicia el retorno y desciende en sentido inverso al empleado al subir; de ahí que se la haya pretendido denominar **savia descendente**, nombre equivocado, pues en algunos casos, como por ejemplo al dirigirse a un retoño nuevo de



Figura 159

la planta, tiene que ascender en vez de descender.

El trayecto que sigue la savia elaborada es la de los **vasos liberianos o cribosos**. Un ejemplo lo demuestra: sabemos que en un tallo de Dicotiledóneas los vasos liberianos son más externos con respecto a la corteza que los vasos leñosos, y tienen paredes de poca consistencia, fáciles de comprimir. Por consiguiente, si en un tallo joven hacemos una **ligadura**, comprimiremos los vasos liberianos y la savia, imposibilitada de circular, se irá amontonando por encima de la ligadura, hasta formar un verdadero rodete (Fig.

159). Otro experimento que puede hacerse, es el de quitar en torno del tallo un trozo de corteza hasta llegar a los vasos liberianos; se cortan estos vasos y se verá que la savia elaborada circula por ellos.

De lo que antecede, podemos resumir que, mientras la **savia bruta circula por los vasos leñosos** llevando elementos inorgánicos, la **savia elaborada circula por los vasos liberianos**, trayendo sustancias orgánicas.

FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA CIRCULACION

Tres son los factores que intervienen en la circulación de la savia bruta: la **presión osmótica**, la **capilaridad** y la **transpiración** o **presión negativa**.

La **presión osmótica**, llamada también **fuerza radical** o **presión radical**, es un verdadero empuje, que ya hemos estudiado al explicar cómo el líquido absorbido por los pelos radiculares, empujado siempre por nuevas cantidades de líquido, avanza, de cé-

lula en célula, hasta llegar a los vasos, fiel al principio físico que establece: que las corrientes osmóticas se efectúan del medio más concentrado, al medio menos concentrado.

La **capilaridad** es la propiedad física que tienen los líquidos de ascender por las paredes de los tubos tan delgados que se denominan **capilares**.

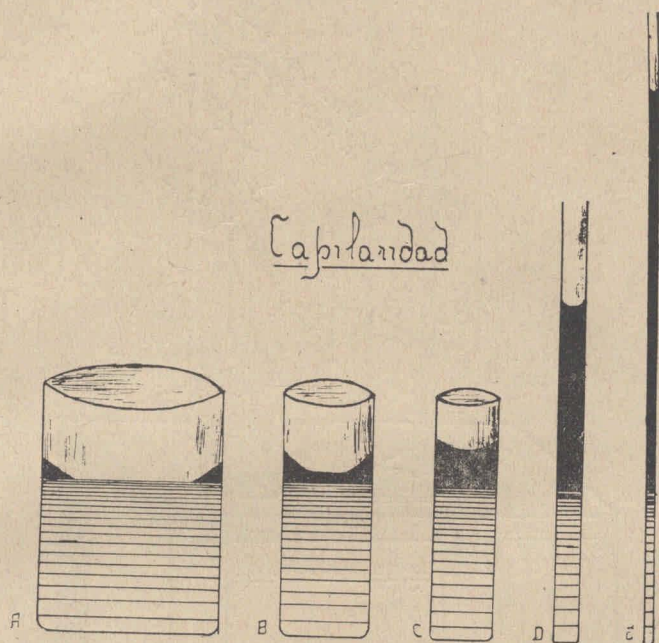


Figura 160

Es tanto mayor la ascensión del líquido, cuanto menor es el diámetro del tubo, por cuanto el peso del líquido contenido es menor. Este experimento puede comprobarse fácilmente: introduciendo en un mismo recipiente con agua varios tubos de distinto calibre, se verá que cuanto más delgado es el vaso más asciende el líquido (Fig. 160).

La **transpiración** o **presión negativa** consiste en que la columna líquida que sube por los capilares leñosos, lo hace en forma de gotitas superpuestas, como las cuentas de un rosario, separadas entre sí por pequeñísimas burbujas de aire. La columna de líquido continúa ascendiendo así hasta llegar a la hoja y en idéntica forma penetra en las nervaduras, puesto que éstas son ra-

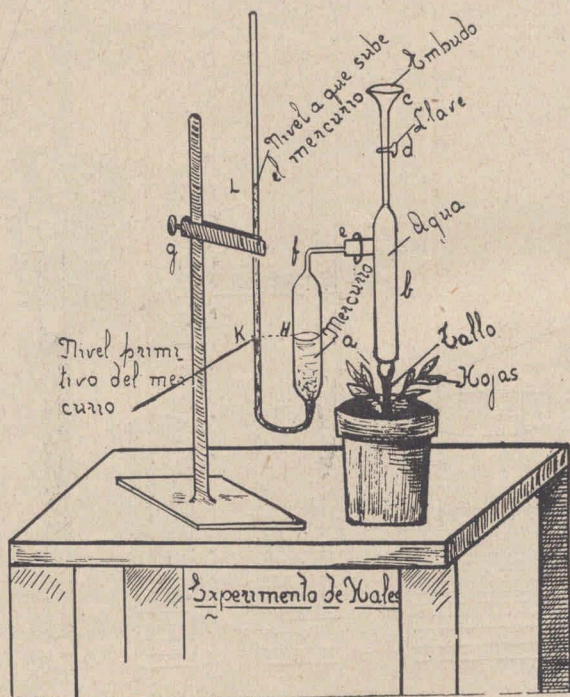


Figura 161

mificaciones de los vasos. En la hoja, la **transpiración** evapora gotitas del líquido de las nervaduras, y otras gotitas van siendo absorbidas por el parénquima, donde se origina la elaboración de la savia bruta. El espacio que deja una gota evaporada o absorbida por el parénquima, produce un vacío que es ocupado por la gota que venía más atrás; el espacio dejado por esa otra

FISIOLOGIA — TRANSPIRACION

gota al avanzar, es ocupado por una más posterior, y así sucesivamente, contribuyendo esto a que la columna líquida circule.

La fuerza con que la savia circula, puede medirse mediante el experimento de Hales (Fig. 160).

Tomemos una maceta conteniendo una planta cuyo tallo lo cortamos en **a**, uniéndolo mediante un tubo de caucho al tubo de vidrio **b**. Este tubo **b** está provisto: del embudo **c**, que tiene una llave de paso, **d**, y de un tubo que se le une lateralmente, **e**, unido mediante un tapón de goma al tubo acodado, **f**, que es sostenido por el soporte **g**. Después de abrir previamente la llave de paso **d**, se vierte agua por el embudo hasta que el aparato se llena. Por la rama larga del tubo acodado se vierte mercurio hasta nivelarlo, según la línea **h—k**. El agua que estaba demás en el aparato rebalsa por el embudo, cerrándose entonces la llave **d**. Transcurridas algunas horas, el nivel del mercurio asciende hasta **l**, debido a que la savia producida por la planta, aumentando el agua que estaba en **b**, ha ejercido presión sobre el mercurio. Calculando el tiempo transcurrido y el espacio recorrido por el mercurio para llegar a su nuevo nivel, se puede medir el poder de ascensión de la savia bruta, que varía según los vegetales.

TRANSPIRACION

Generalidades. Cómo se demuestra que el vegetal transpira. Los estomas y la transpiración. Defensas contra una transpiración excesiva; vegetales xerófilos e higrófilos.

Generalidades. — Lo mismo que los animales, los vegetales **transpiran**; es decir, tienen la propiedad de eliminar, por evaporación, el exceso de agua que han absorbido por la raíz. La transpiración se efectúa intensamente en la hoja, pudiendo realizarla las flores y los tallos jóvenes. La transpiración se realiza a cualquier hora del día, existiendo factores como la temperatura, la

presión atmosférica, la luz solar, etc., que pueden variarla, como lo estudiaremos más adelante.

Los vegetales que no transpiran, son los acuáticos sumergidos.

INFLUENCIA DE LA TRANSPIRACION EN LA CONDUCCION DE LA SAVIA

Al hablar de circulación hemos estudiado que uno de los factores que facilitan el ascenso de la savia bruta es la **transpiración**, que al evaporar el exceso de agua que el vegetal absorbe, actúa como una fuerza suctora, facilitando el ascenso del líquido que circula por los vasos leñosos.

Por consiguiente, se deduce de esto la importancia de la transpiración, puesto que interviene como un factor activo en el ascenso de la savia.

COMO SE DEMUESTRA QUE EL VEGETAL TRANSPIRA

Demostremos ahora que el vegetal transpira. Para ello tomamos un recipiente, **A** (Fig. 162), al que llenamos con mercurio, introducimos luego en su interior, sostenido por un soporte, el tubo **B**, que contiene agua, abierto por su extremidad inferior y cerrado por su extremidad superior por un tapón de goma o corcho, a través del que, previamente acondicionado, como lo demuestra **a** y **b** de la (Fig. 158), atraviesa una rama. Se observará en el transcurso de varias horas, que el nivel **m** del mercurio irá ascendiendo hasta ocupar, por ejemplo, el nivel **m'**, lo que demuestra que parte del agua se evapora por las hojas (transpiración), puesto que la rama extrae más agua, que al ser absorbida deja lugar al mercurio para que suba reemplazándola en el tubo.

Otros experimentos demuestran lo mismo: Por ejemplo, **Sachs** tomaba un tubo acodado en **U** (Fig. 163), lo llenaba de agua y tapaba sus extremos con dos tapones. Por uno de los tapones se coloca una rama y por el otro se introduce un tubo delgado.

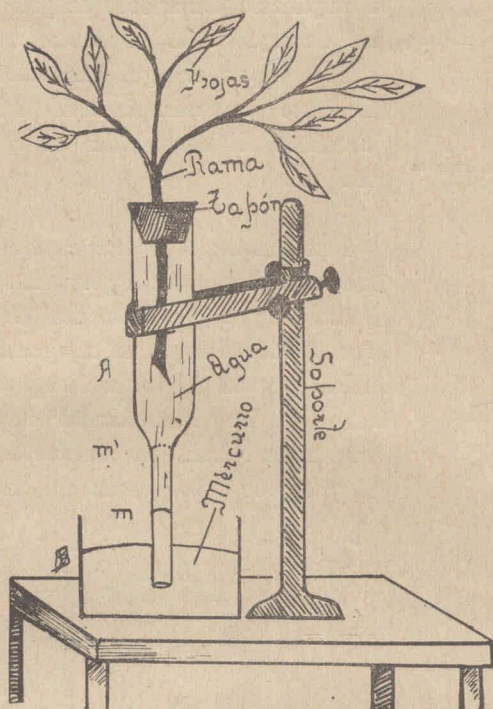


Figura 162

Se observará, después de unas horas, que el nivel del agua que en el tubo delgado alcanzaba hasta K ha retrocedido hasta M. La diferencia entre los niveles K y M es el valor del agua transpirada. Es decir que, con este experimento, medimos la transpiración.

También puede medirse la transpiración, colocándose en una balanza una maceta

con una planta, cubriéndose previamente a la tierra de la maceta con una lámina delgada de estaño, para evitar que la tierra elimine vapor de agua, y nivelando con pesas el otro platillo, se observa poco después que el platillo con las pesas desciende, lo que demuestra que la planta ha disminuído de peso por pérdida de agua, debido a la transpiración. Agregando pesas al platillo donde está la planta, se puede calcular qué cantidad de agua evapora la planta en un tiempo determinado.

Método de la campana. — Demostremos la transpiración en otra forma más práctica. Si bajo una campana (Fig. 164) colocamos una maceta con una planta, tapando también la tierra con una lámina de estaño, por el motivo expresado en el caso anterior, se observará que las paredes de la campana comienzan

Experimento de Sachs

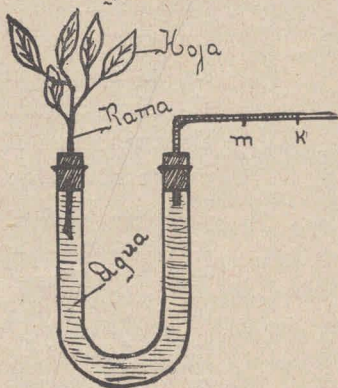


Figura 163

a empañarse, llenándose de gotitas de agua. Esto es debido a que el vapor de agua exhalado mediante la transpiración, se condensa en las paredes de la campana.

Ahora bien; si a este experimento lo prolongamos por varias horas, llegará un momento en que la atmósfera de la campana estará cargada del vapor de agua exhalado. La transpiración del vegetal se tornará más dificultosa y debido a la presión de esa

atmósfera, y por consiguiente al aumento de temperatura dentro de la campana, el vapor de agua exhalado se condensa sobre la misma hoja, resultando que el vegetal, aparentemente, expulsa agua líquida.

A ese fenómeno se le denomina sudación. La sudación, pues, consiste en una transpiración efectuada en forma líquida. Ustedes pueden observarla en las plantas, en los días de

Transpiración

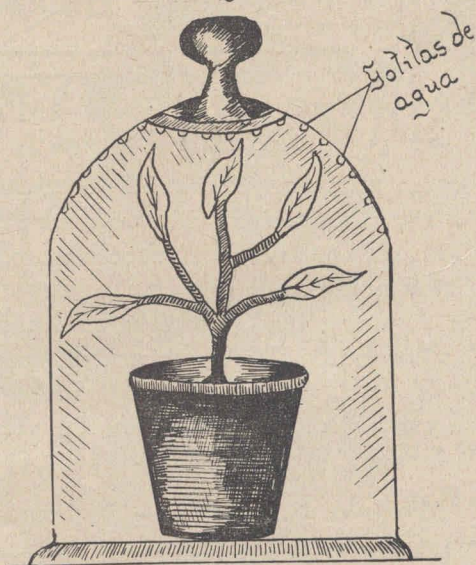


Figura 164

FISIOLOGIA — TRANSPIRACION

gran presión atmosférica. En esas condiciones el vegetal da la sensación de estar cubierto de rocío.

Los estomas y la transpiración. — La transpiración se efectúa más intensamente por los estomas; de ahí que, como los estomas son más abundantes, como sabemos, en la cara inferior de las hojas, por esta cara la transpiración será más activa. Se demuestra esto colocando la hoja de una planta entre dos campanas (Fig. 165) — experimento de Garreau — En soportes adecuados se coloca en cada campana las capsulitas **a** y **b** conte-

niendo **cloruro de calcio**, substancia ávida de vapor de agua, teniendo cuidado de pesarlas previamente.

Después de un cierto tiempo, se vuelven a pesar las cápsulas y se verá que la cápsula **b**, situada en la campana que correspondía a la cara inferior de la hoja, ha aumentado de peso.

Si humedecemos dos tiras de papel de filtro en una solución de **cloruro de cobalto** al 5 %, previamente toman co-

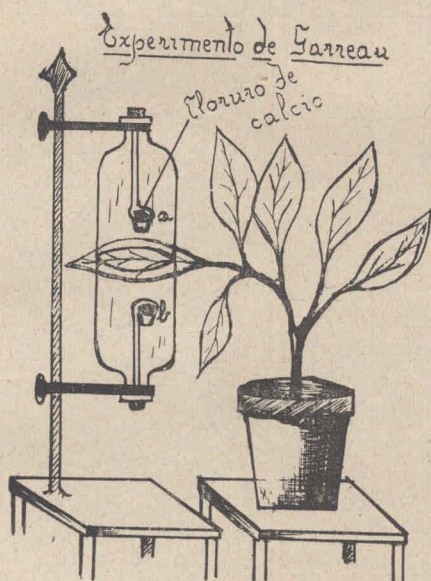


Figura 165

lor rosado; pero al secarlas al sol o al calor de una llama, toman color azul. Si con esas tiras recubrimos las caras superior e inferior de una hoja, comprimiéndola entre dos vidrios por dos cilindros y colocándola al sol, observaremos después que la tira que recubría la cara inferior está llena de **puntos rosados**, lo que indica el lugar de los estomas, que por sus ostiolas han exhalado vapor de agua.

Los estomas en el vegetal desempeñan una función impor-

tantísima; no sólo por ellos respira y transpira la planta, sino que tienen la **propiedad de regular** la exhalación del vapor de agua, cerrándose o abriéndose, según el ambiente y las necesidades de la planta lo requieran.

DEFENSAS CONTRA UNA TRANSPIRACION EXCESIVA; VEGETALES XEROFILOS E HIGROFILOS

Los vegetales se defienden contra la transpiración excesiva, cerrando sus estomas; perdiendo las hojas en el invierno, en que la absorción disminuye; cutinizando o suberificando sus células, cubriéndolas de cera o de pelos.

Los vegetales **xerófilos** (del gr.: **xeros** = seco y **philos** = amante) o **xerófitos** (del gr.: **xeros** = secos y **phyton** = vegetal), se defienden contra la transpiración excesiva, reduciendo el limbo de sus hojas (Casuarinas) o careciendo de ellas, **plantas afilas** (Cactus), mientras que los vegetales **higrófilos** (del gr.: **higro** = humedad y **philos** = amante) o **higrófitos** (del gr.: **higro** = humedad y **phyton** = vegetal), tienen hojas con láminas grandes, facilitando la evaporación del exceso de agua.

Clorovaporización. — Medida la transpiración por el experimento de Sachs (Fig. 163) en un vegetal que esté en la obscuridad y en otro que se encuentre bajo la acción de la luz solar, se comprobará que es más intensa en el segundo de los casos.

Esa transpiración más abundante, efectuada en un vegetal con clorófila, cuando está al sol, se denomina **clorovaporización**, y es debida a que la luz solar, actuando sobre la clorófila, activa el desprendimiento del vapor de agua.

ASIMILACION CLOROFILICA

Generalidades. Cómo se demuestra la fotosíntesis. Fotosíntesis y respiración; los estomas. Fotosíntesis: clorófila, luz y temperatura. La formación de almidón. Asimilación del nitrógeno. Productos orgánicos.

Generalidades. — La **clorófila**, pigmento verde de los vegetales, desempeña en ellos la importante función de fijar el **carbono** del aire, para, mediante él, efectuar la síntesis de los ele-

FISIOLOGÍA — ASIMILACIÓN CLOROFÍLICA

mentos simples traídos por la savia bruta, transformándolos en sustancias compuestas (savia elaborada).

Para que la asimilación clorofílica se efectúe, es necesario que intervenga la luz actuando sobre la clorófila; de ahí que también reciba el nombre de **fotosíntesis**, y se efectúe durante el día — con más intensidad bajo la acción de la luz solar — cesando durante la noche.

El carbono es extraído del exterior por la planta, asimilándolo en forma de $C O^2$ = **anhidrido carbónico**. Este $C O^2$ lo descompone y **exhala** O = **oxígeno** hacia el exterior y fija el C = **carbono**. El $C O^2$ se encuentra en la atmósfera en la proporción de 3 a 4 por 10.000. Cantidad suficiente para la vida de las plantas.

Por estas generalidades se deduce que la fotosíntesis es propia de las plantas con clorófila y dentro de ellas se efectuará en todos los sitios donde haya clorófila; pero con preferencia en las hojas, puesto que es donde abunda este pigmento. Los vegetales que carecen de clorófila son **parásitos** y viven a expensas de otros individuos o de sustancias orgánicas en descomposición. Algunos vegetales inferiores, como los **hongos**, sirven de ejemplos de plantas parásitas.

Las plantas, en cambio, que tienen clorófila, son **autótrofas**.

Como se ve, la fijación del carbono por la asimilación clorofílica, es indispensable para los vegetales superiores, con vida propia, y esta asimilación clorofílica puede definirse como la **función** por la cual la planta absorbe $C O^2$ y lo descompone en C , que fija, y en O , que exhala, transformando, mediante el C fijado, a los elementos simples en sustancias compuestas u orgánicas.

COMO SE DEMUESTRA LA FOTOSÍNTESIS

Demostremos ahora que el vegetal con clorófila puesto bajo la acción de la luz fija C y desprende O .

Si colocamos una campana al sol, conteniendo un vegetal en una atmósfera previamente analizada, con un exceso de $C O^2$, observaremos, dos o tres horas después, que el $C O^2$ ha disminuído, aumentando en cambio la proporción del O .

Este experimento, que demuestra que la luz solar sobre la clorófila, origina en el vegetal la función de absorber CO_2 , desdoblarlo, fijar el C y exhalar el O, se realiza más fácilmente utilizando plantas acuáticas.

Para ello se toma una vasija, A (Fig. 165), conteniendo agua con abundante CO_2 y se introduce un vegetal acuático, por ejemplo un Alga verde, o la Elodea canadensis, sobre el cual se adapta un embudo, cuyo extremo desemboca en el interior de una probeta invertida B, que también contiene agua.

Colocada la planta a la luz, se observa, después de un tiempo prudencial, que a través del embudo ascienden por el tubo B, burbujas de un gas desconocido por el momento, que se va

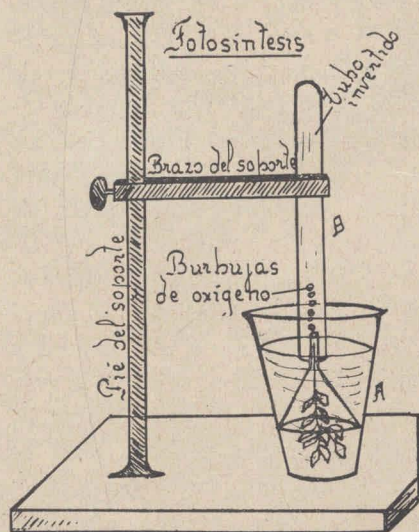


Figura 166

situando en el fondo del tubo, no sin antes desalojar, por presión, volúmenes de agua iguales a los volúmenes que ellas representan. Si retiramos el tubo B e introducimos en su interior una brasa, veremos que se aviva el fuego, lo que demuestra que el gas desprendido es oxígeno, puesto que el oxígeno es muy comburente.

Ahora bien; ustedes saben ya lo qué es asimilación clorofílica, y que se efectúa merced a la acción ejercida sobre la clorófila por la luz. Aprendamos ahora otros conceptos. Entre otras cosas, cuando estudien Física, conocerán que si se hace que un rayo de luz blanca atraviese un prisma, este rayo se descompone en siete radiaciones o rayos mucho más delgados que el rayo primitivo de luz blanca.

Estas siete radiaciones forman lo que se conoce con el nom-

bre de **espectro solar**. Cada una de ellas tiene un color diferente, que son, por orden: **rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo y violeta**.

De estas siete radiaciones del espectro solar, la **roja**, principalmente, y la **violeta**, después, son las que **absorbe la clorófila**; en otras palabras, esas dos radiaciones son las que tienen mayor acción sobre la clorófila y provocan la asimilación clorofílica o fotosíntesis. La acción de las otras radiaciones es muchísimo más reducida.

Fotosíntesis y respiración; los estomas. — Mientras en una hoja se efectúa la fotosíntesis por los estomas, es decir, la absorción de $C O^2$, del que fija el **C** y exhala el **O**, los estomas respiran fijando **O** y exhalando $C O^2$. Como se ve, las dos funciones son opuestas; pero según los casos, pueden ser simultáneas, puesto que el **intercambio gaseoso de los estomas** (respiración y fotosíntesis) es ejecutado perennemente por la planta durante el día, mientras que en la noche cesa la fotosíntesis y el vegetal únicamente respira.

La intensidad de estas dos funciones es fácil de medirla. Si colocamos un vegetal en una campana cuya atmósfera es conocida, y lo dejamos al sol, el nuevo análisis de la atmósfera de la campana nos dará aumento de **O**, señal de que la fotosíntesis ha sido más intensa que la respiración.

Si la campana la colocamos en la obscuridad, aumenta el $C O^2$, señal de que la fotosíntesis ha sido nula y la respiración activa.

Por este experimento resalta la importancia del consejo que siempre se da, de concurrir de día a los sitios con árboles y de evitar que en la noche queden plantas o flores en el interior del aposento donde se duerme.

La primera recomendación estriba en que el vegetal a la luz exhala oxígeno en abundancia, mientras que el $C O^2$ exhalado por la respiración es escaso.

La segunda recomendación se basa en que de noche el vegetal sólo respira y la atmósfera se carga de $C O^2$, nocivo para nuestra salud.

FOTOSÍNTESIS: CLOROFILA, LUZ Y TEMPERATURA

Tres son los factores que intervienen para que la asimilación clorofílica se realice. Son ellos: la **clorófila**, la **luz**, y la **temperatura**.

Poco vamos a insistir sobre los dos primeros, perfectamente conocidos ya.

Sin clorófila el vegetal es parásito, su color no es verde y la fotosíntesis no se efectúa. En las plantas que viven en el interior de locales cerrados, la clorófila es escasa y el color del vegetal se torna verde claro o pálido. En cambio, en los vegetales que están directamente a la luz del sol, la clorófila es abundante y, por consiguiente, el color es verde intenso.

Esto prueba que la luz le es necesaria al vegetal para que se forme la clorófila. Por otra parte, hemos demostrado que la fotosíntesis se realiza a la luz y nunca en la obscuridad, lo que indica la importancia de la **luz** como otro factor indispensable, para que se realice la asimilación clorofílica. El vegetal extrae de la luz **energía**, en forma de **radiaciones luminosas**, energía que utiliza para las síntesis que efectúa al originar sustancias orgánicas o al descomponer el C O_2 , para fijar el C.

Por último, por la fotosíntesis, la planta absorbe C O_2 , que luego descompone en C y O, fijando, como sabemos, el C y exhalando el O. Para descomponer el C O_2 en C y O, el vegetal necesita calor que, como recién vimos, lo extrae de la luz.

El **calor**, por consiguiente, es el tercer factor importante e indispensable para la realización de la fotosíntesis.

Resumiendo, el proceso de la fotosíntesis puede concretarse en la siguiente fórmula:

Clorófila + H_2O + CO_2 + luz solar = sustancia orgánica + oxígeno.

La primera parte de esta fórmula, indica los factores que intervienen en la asimilación clorofílica, y la segunda parte, indica el resultado de la combinación de esos factores.

LA FORMACION DE ALMIDON

La asimilación clorofílica actuando sobre la savia bruta, hemos dicho que la transforma en savia elaborada, provocando la síntesis de los elementos simples en cuerpos orgánicos. El más importante de ellos es el almidón, que se presenta en forma de gránulos en el interior de las células, como lo demuestra la (Fig. 167).

En la formación de esta substancia compuesta interviene la clorófila y la luz, desconociéndose en realidad el proceso del fenómeno químico que la origina, aunque en ese sentido se han vertido muchas hipótesis.

Lo real es que si coloreamos con agua de iodo dos hojas, una crecida a la luz y otra en la obscuridad, la primera se **torna azul oscuro**, por formación de **ioduro de almidón**, y la otra conserva su coloración primitiva. El agua de iodo es el reactivo del almi-

dón, es decir que estando en presencia del almidón se colorea de azul.

Si en una hoja de una planta, sin separarla del tallo, recubrimos parte del limbo (ambas caras), con dos laminillas de cartón o estaño y después de un día le quitamos las laminillas y cortando la hoja la sumergimos en agua hirvien-



Figura 167

do por un minuto y luego, para extraer la clorófila, se introduce en alcohol caliente hasta que toma color amarillo, colocándola finalmente en agua de iodo, veremos que en la porción de limbo que ha estado en contacto directo con la luz, la hoja se vuelve color azul oscuro, lo que indica formación de almidón, mientras que la parte que estuvo recubierta, permanece de color verde pálido.

La extracción de almidón para observarlo al microscopio, se

hace tomando hojas. Se decoloran con alcohol, se les quita la clorófila, se las baña en una solución de hidrato de potasio y acondicionadas en un porta-objeto con una gota de agua de iodo y el cubre-objeto correspondiente, se verán los gránulos como en la (Fig. 167).

ASIMILACION DEL NITROGENO

La asimilación del nitrógeno o ázoe, es un punto aún no dilucidado. El vegetal no lo toma de la atmósfera como lo hace con el **C** y con el **O**, salvo excepciones: algunas Algas.

Es **por la raíz**, por donde absorbe el nitrógeno de la tierra. Lo encuentra en forma de sales, nitratos, que se han formado merced a la acción de agentes microbianos, que son bacterias o fermentos, que lo extraen del aire o lo originan a expensas de las sustancias orgánicas en descomposición. Puede también obtenerlo en forma de compuestos amoniacales.

Lo que está establecido es que los nitratos que se acumulan en una hoja (una vez absorbidos por la raíz) son asimilados rápidamente bajo la acción de la luz solar y después de transformaciones explicadas únicamente en hipótesis originarían sustancias albuminoideas.

Productos orgánicos. — Como sustancia orgánica básica hemos estudiado que en el vegetal se origina almidón. Veamos ahora otros productos de reserva que produce al transformar en elaborada a la savia bruta. Los enumeraremos para estudiarlos luego, al hablar de **nutrición propiamente dicha**. Estos productos pueden ser:

Cuaternarios, es decir, formados por cuatro elementos: **C**, **H**, **O** y **N**, como la albúmina, la caseína vegetal, la lecitina, las diastases, los alcaloides, etc.

Ternarios, formados por tres elementos: **C**, **H** y **O**, como los hidratos de carbono, grasas, esencias, glucósidos, ácidos vegetales, etc.

Binarios, formados por **H** y **C**, como el latex, caucho, etc., etc.

RESPIRACION

Generalidades; respiración y fotosíntesis. Cómo se demuestra la respiración. Cuociente e intensidad respiratoria. Importancia de la respiración.

Generalidades; respiración y fotosíntesis. — La planta respira y, como en todo ser vivo, la respiración, que se efectúa continuamente de día y de noche, consiste: a) en la **absorción de O** y **exhalación de C O₂** y b) en la **descomposición de sustancias orgánicas, con desprendimiento de calor.**

Lo mismo que hiciéramos al hablar de Fotosíntesis, lo haremos con la respiración; sintetizando en una fórmula, el proceso de este fenómeno fisiológico. Veamos: Si la planta toma oxígeno y oxigena, descomponiéndola, a una sustancia orgánica que puede ser, por ejemplo, la **glucosa**, tendremos el siguiente proceso químico:

$$C^6 H^{12} O^6 + 6 O^2 = 6 CO^2 + 6 H^2 O + (\text{Cantidad de calorías}).$$
 La "cantidad de calorías", equivale a la energía desprendida por la sustancia al descomponerse.

El primer término de esta fórmula indica los elementos que intervienen **glucosa y oxígeno**; y el segundo término, indica los productos que se originan: **anhidrido carbónico, agua y energía.**

La respiración, que es vital, se produce indistintamente tenga o no clorófila la planta, y se desarrolla en todas las partes del vegetal, a la inversa de la asimilación clorofílica, que se realiza de día y en las plantas con clorófila.

Se ha llegado a creer que la fotosíntesis neutralizaba a la respiración. No es cierto. Lo que pasa es que el vegetal disminuye su intensidad respiratoria durante las horas en que la asimilación clorofílica está en su apogeo, pero durante el día en las plantas que están en la obscuridad y durante la noche en todos los vegetales, la respiración es intensa.

Cómo se demuestra la respiración. — El vegetal respira más intensamente por las hojas, lugar donde los estomas abundan en la cara inferior. El oxígeno penetra por los ostiolas y, filtrándose por los intersticios celulares, llega hasta las células más internas de los tejidos del vegetal.

Que fija O y exhala CO_2 , se puede demostrar de diversas maneras, utilizando para ello métodos similares a los usados para la comprobación de la asimilación clorofílica. Por ejemplo: si colocamos una planta bajo una campana que está en la obscuridad y cuya atmósfera ha sido determinada, se observará, horas después, previo análisis, que el O ha disminuído y el CO_2 ha aumentado. Si en vez de una planta con clorófila se colocara un hongo, que carece de ella y, por lo tanto, es **alótrofo**, el experimento se puede realizar a la luz.

Si sobre una cubeta con mercurio invertimos un matraz, (Fig. 168), conteniendo hojas de una planta y agua de cal, observaremos: primero, que el agua de cal se vuelve **opalescente**, pues en presencia del CO_2 que exhala el vegetal forma **carbonato de calcio**; segundo, que al ir las hojas consumiendo el oxígeno del aire del matraz, disminuye el volumen de agua y el mercurio asciende por el cuello del recipiente.

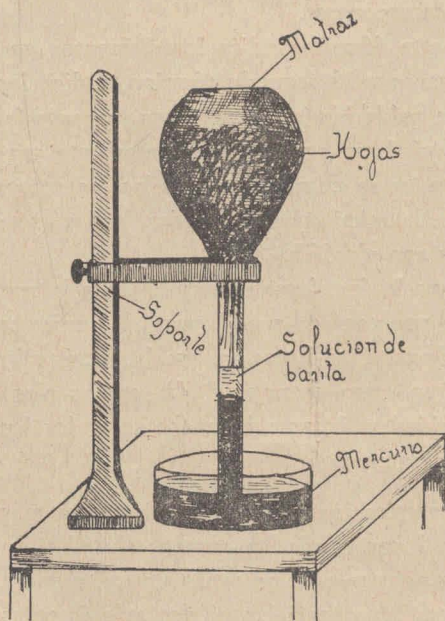


Figura 168

Otro experimento fácil de realizar en el laboratorio, es el siguiente: Se toma un sistema de frascos (Fig. 169) comunicados por tubos de vidrio, 1, 2, 3, 4, etc., unidos entre sí por los tubos de goma a, b, c, etc., e introducidos en los frascos a través de cuyos tapones pasan. Los dos primeros frascos, A, y B, contienen agua de cal; el frasco C, contiene semillas; el D, agua con cal, y

el frasco E, agua pura. Aspirando por la extremidad del tubo 10, se establece, mediante un verdadero sifón, la salida del agua pura del frasco E, que cae en la cubeta F. A medida que desciende el nivel N de este frasco, el vacío dejado por el agua es ocupado por aire que penetra por el tubo 9. Efectuado esto, el aparato está en plena función; observemos el experimento.

El aire que penetra por el tubo 1 es lavado, por así decir, por el agua de cal del frasco A, la que, por consiguiente, le quita el CO_2 que lleva en su composición, poniéndose opalescente. De A el aire pasa por los tubos 2 y 3 al frasco B, donde de nuevo el aire atraviesa el agua de cal que no se altera, pues todo el CO_2 fué absorbido por el agua de cal del frasco A.

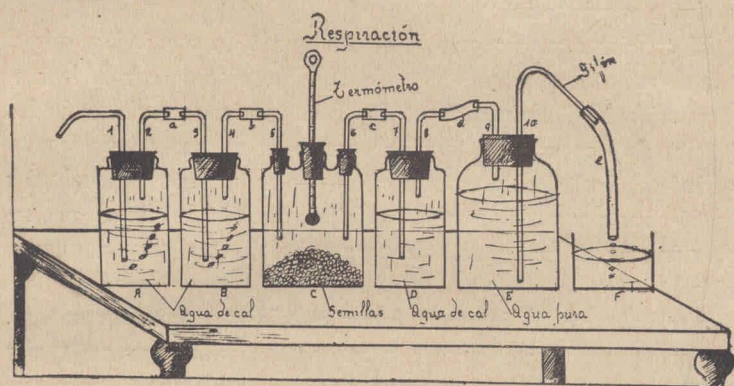


Figura 169

Por los tubos 4 y 5 el aire sin ningún CO_2 , llega al frasco C, donde el montón de semillas respira activamente. De este frasco el aire pasa por los tubos 6 y 7 al frasco D, donde nuevamente se ve obligado a atravesar otra cantidad de agua de cal, la que de inmediato se vuelve opalescente, por formación de carbonato de cal.

Como el aire no traía CO_2 , pues así quedó demostrado cuando atravesó el agua del frasco B, que no se puso opalescente, se comprueba que el CO_2 , que tiene que llegar al frasco D, ha sido producido por la respiración de las semillas.

Completemos el experimento. La fijación de **O** y exhalación de **C O²**, implica para el vegetal la realización de combinaciones químicas, combustiones, etc., que demandan un desprendimiento de calor.

Si hemos tenido la precaución de introducir en el frasco **C**, y en la forma que lo demuestra el dibujo, el termómetro **T**, observaremos que la temperatura que marcara al iniciarse el experimento ha ascendido, lo que demuestra que el **vegetal al respirar desprende energía**. (Producción de calor).

Cuociente e intensidad respiratoria. — Al respirar la planta fija oxígeno y exhala anhídrido carbónico. A la relación existente entre el **C O²** exhalado y el **O** absorbido, se le denomina **cuociente respiratorio**.

El cuociente respiratorio es menor que 1, lo que indica que el vegetal utiliza una parte del oxígeno absorbido y exhala la restante unida al **C**, formando **C O²**. Este cuociente varía según las especies de vegetales en que se estudie y en una misma planta es distinto, según se lo estudie en las hojas, raíces o en cualquier otra de sus partes. Digamos, también, que en la planta pequeña, mientras crece, el cuociente respiratorio es mayor que la unidad.

Por su parte, la **intensidad respiratoria**, que consiste en que el vegetal respire con mayor o menor intensidad, puede variar por distintas circunstancias. Por ejemplo: Las plantas jóvenes respiran más intensamente que las viejas; las plantas con clorófila que están a la luz, respiran menos intensamente que si estuvieran en la obscuridad; en las hojas de una planta la respiración será más intensa en la cara inferior, debido a la abundancia de estomas, que en la cara superior, que está cubierta por la **cutina**.

NUTRICION PROPIAMENTE DICHA

Generalidades. Importancia de la respiración y la fotosíntesis en el proceso nutritivo. Conducción, consumo y almacenamiento de las sustancias orgánicas. La composición química y los alimentos de la planta.

incorporar al organismo sustancias que le facilitan la vida; de

Generalidades. — En su verdadero significado, nutrirse es

ahí que en los vegetales, la **nutrición propiamente dicha** consiste en asimilar, previa elaboración, los alimentos que ha ingerido.

Importancia de la respiración y fotosíntesis en el proceso nutritivo.

El vegetal al nutrirse absorbe **elementos simples** que, como sabemos, ascienden por los vasos leñosos, constituyendo la denominada **savia bruta**.

Los elementos de esta savia se transforman luego en sustancias compuestas; pero para que esta síntesis pueda efectuarse, intervienen factores importantes: la absorción de **anhidrido carbónico** y **ázo**, por la **asimilación clorofílica**.

Con el **C** del **CO²** absorbido, se origina la síntesis de los elementos simples originándose almidón, azúcar, etc.; y con el **Az** se originan sustancias albuminoideas. La formación de las sustancias compuestas, se realiza, pues, con absorción de energía solar. La fotosíntesis, de esta manera, transforma la savia bruta en savia elaborada.

En cuanto a la respiración de acción contraria, como lo hemos expresado, a la fotosíntesis fija oxígeno y oxigena a las sustancias compuestas, descomponiéndolas en **CO²** y **H²O**, con desprendimiento de la energía absorbida por la asimilación clorofílica.

Conducción, consumo y almacenamiento de las sustancias orgánicas. — La savia bruta, como sabemos, es conducida por los vasos leñosos; pero una vez elaborada es transportada por los vasos liberianos a las distintas partes de la planta. Las sustancias orgánicas de la savia elaborada son asimiladas por el protoplasma celular. Gran parte de ellas son de inmediato utilizadas como alimento. Esto se comprueba observando que un vegetal expuesto al sol produce almidón, sustancia que por la noche disminuye consumida por la planta.

Este consumo se origina merced a la respiración que, como se ha visto, desdobra a las sustancias orgánicas.

Si la nutrición se efectúa en gran escala, el vegetal después de consumir lo necesario para su vida, almacena en el protoplasma de sus células el excedente de alimento (sustancias de re-

serva), que ha de utilizar cuando las condiciones del medio no le sean muy propicias para nutrirse.

LA COMPOSICION QUIMICA Y LOS ALIMENTOS DE LA PLANTA

Hemos estudiado que **cuatro elementos** son **fundamentales** en la constitución química de los vegetales; me refiero al **C, O, H y N**. De estos cuatro elementos, el **C** es el que predomina, lo contrario de lo que pasa en los animales, donde el elemento predominante es el **N**.

En menos proporción se encuentran en la planta otros elementos inorgánicos como el iodo, bromo, sodio, hierro, cloro, siliceo, azufre, potasio, calcio, fósforo, magnesio, etc., algunos de los cuales son característicos de plantas que viven en determinados sitios, como lo es el iodo y el bromo, que se halla abundantemente en las plantas marinas.

Estos elementos simples forman, como sabemos, combinaciones, de las cuales la más importante es el agua.

El agua, salvo en los troncos de leño muy duro y en las semillas, donde su proporción es escasa, se encuentra en gran cantidad en los tallos de las plantas herbáceas, las raíces, flores, hojas y frutos.

Para calcular la cantidad de agua que tiene un vegetal, se somete éste, después de haberlo pesado previamente, a temperaturas de 110° a 120°. El agua se evapora y pesando otra vez a la planta, la diferencia de peso equivaldrá al peso del agua evaporada. Se comprobará entonces, según los vegetales, que el agua en una planta puede representar el 85, 90 y 98 por ciento del peso total.

Estos elementos inorgánicos nombrados, se encuentran en forma de sales o interviniendo, algunos de ellos, en la formación de sustancias orgánicas.

Las sustancias orgánicas de los vegetales se dividen en **sustancias azoadas y no azoadas**.

Las primeras son las que contienen nitrógeno o ázoe, y las segundas las que carecen de él.

Entre las **substancias azoadas** o **nitrogenadas**, caracterizadas por estar formadas por **C, H, O** y **N** (compuestos cuaternarios), citaremos la **albúmina**, la **caseína vegetal**, la **lecitina**, las **diatasas** o **fermentos solubles**, los **alcaloides**, etc.

La **albúmina** es semejante a la albúmina de la clara de huevo. En su composición interviene el azufre.

La **caseína vegetal** es otra substancia albuminoidea, fácil de encontrarse en algunas semillas.

La **lecitina** es una substancia azoadada que se halla en los núcleos.

Las **diatasas**, denominadas también **zimasas**, **enzimas** o **fermentos solubles**, son substancias de índole química poco conocida, que tienen la propiedad de, actuando por presencia, descomponer las substancias orgánicas complejas en substancias más sencillas.

En cuanto a los **alcaloides**, que tanto se utilizan, son substancias azoadas, entre las que encontramos la **estricnina**, la **morfina**, la **cafeína**, la **mateína**, etc., de las que ya hemos hablado en el capítulo II, referente a célula.

Entre las **substancias no azoadas** o **no nitrogenadas**, que se caracterizan por intervenir en su composición tres elementos, **C, H** y **O** (compuestos ternarios), citaremos, como principales, los **hidratos de carbono**, las **grasas**, **ceras**, **glucósidos**, **aceites**, etc.

Los **hidratos de carbono**, son las substancias orgánicas más abundantes en el vegetal. Entre ellos se destacan los **azúcares**, la **celulosa** y el **almidón**. Los azúcares y el almidón se localizan en el protoplasma de las células; mientras que la celulosa se encuentra en la membrana celular. En todos los hidratos el **O** y el **H** entran en la proporción del agua, es decir, que por cada dos partes de hidrógeno, intervendrá una de oxígeno.

Otros hidratos de carbono menos importantes son los **mucílagos**, **gomas**, etc.

Las **grasas**, que contienen gran cantidad de energía, están compuestas también por **C**, **H** y **O** (estos dos últimos elementos no intervienen en la proporción del agua), sirven a la planta de sustancias de reserva. Químicamente son ésteres de la glicerina de ácidos grasos como el **palmitico** ($C_{16} H_{32} O_2$), **esteárico** ($C_{18} H_{36} O_2$) y **oleico** ($C_{18} H_{34} O_2$).

Las **ceras** son sustancias semejantes a las grasas; pero varían en su composición química.

Los **glucósidos** son cuerpos ternarios no muy abundantes, cuya composición química es complicada.

En cuanto a los **aceites**, no son nada más que grasas líquidas.

Los elementos inorgánicos y las sustancias orgánicas enumeradas, forman en conjunto la composición química del vegetal; pero sabemos que el vegetal se nutre de elementos simples (**C**, **H**, **O**, **N**, o **Az**, **S**, **Ph**, **Ca**, **Mg**, **Fe**, **K**, **Cl**, **Si**, **Na**, etc.). Estos elementos simples constituyen, por consiguiente, el alimento de la planta, la que los obtiene por ósmosis, directamente de la tierra, (por los pelos radiculares), o del aire, (por la fotosíntesis y la respiración).

De la tierra extrae las sales y el agua que las lleva disueltas; por la fotosíntesis absorbe **C** y origina la síntesis de los elementos simples que formarán las sustancias compuestas (hidratos de carbono, grasas, etc.); por la respiración fija el oxígeno.

SECRECIONES

Generalidades. Resina, gomas, esencias, látex, bálsamos, etc.

Generalidades. — Lo mismo que los animales, los vegetales digieren las sustancias que le sirven de alimento mediante la acción de los fermentos solubles o diatasa y luego las asimilan. Pero no todo el alimento que ingieren es asimilable; de ahí que parte de él no sea necesario a la planta y ésta trate de eliminarlo.

Esas sustancias que no siéndoles útiles para su nutrición el vegetal elimina o aísla, son las **secreciones**.

FISIOLOGIA — FUNCIONES DE RELACION

Resinas, gomas, esencias látex, bálsamos, etc. — Las secreciones son diversas, pues son abundantes los productos que el vegetal no asimila. Citemos entre ellos las **gomas**, de color amarillo ámbar, que excretan los troncos de muchos árboles, entre ellos los de algunos frutales; las **resinas**; el **látex**, líquido lechoso comúnmente blanco, que se forma en células modificadas, verdaderos vasos, denominados **vasos** o **conductos laticíferos**; los **bálsamos**; las **sales**, que se encuentran en forma de **cistolitos** (sales de carbonato de calcio) o de **ráfidos** (sales de oxalato de calcio), etc.

Estas secreciones el vegetal las elimina mediante células adaptadas a esa función especial — células secretoras —, que pueden ser epidérmicas o parenquimáticas, según los casos.

A veces las células constituyen verdaderos canales o conductos secretores. Ejemplo: los vasos laticíferos de la Higuera.

Consignemos, para terminar, que no siempre las sustancias las elimina la planta hacia el exterior, muchas veces las aísla, conservándolas en regiones especiales, modificaciones de la epidermis o parénquima cortical de tallos y raíces o modificaciones del mesófilo de la hoja.

FUNCIONES DE RELACION

Generalidades. Fijación. Defensa. Movimientos.

Generalidades. — Los vegetales, si bien en realidad son individuos por lo común inmóviles, poseen movimiento, ya sean los que desarrollan las raíces al fijarse en la tierra, ya sean los que ejecutan las hojas sensitivas al contraerse o las hojas insectívoras al atrapar los insectos, etc.

El conjunto de todas esas funciones mediante las cuales los vegetales se vinculan con el ambiente en que viven, se denomina **funciones de relación**. Veamos entre ellas, las principales:

FIJACION

La **fijación** de la planta está a cargo casi exclusivamente de la **raíz**, que introduciéndose en la tierra fija al vegetal. En los vegetales inferiores, los **rizoides** desempeñan ese papel.

En otras plantas la fijación está intensificada merced a los **rizomas**, tallos subterráneos; a los **estomas**, tallos rastreros que de trecho en trecho emiten raicillas adventicias; a los tallos **volubles**; a los **zarcillos**, tallos u hojas modificados, etc.

DEFENSA —

Como los seres vivos, la planta se preocupa de su defensa. A veces se defiende de los posibles cambios del medio en que vive, ya sea acumulando reservas alimenticias para preservarse de la carencia de alimentos, ya sea cutinizando su epidermis o suberificando su parénquima, procurando defenderse de la acción no propicia del clima.

Otras plantas poseen espinas y aguijones, ya sea en sus tallos, como los limoneros, talas, rosales, etc., o en sus flores, como los cardos, o en sus frutos, como los abrojo. Estas espinas defienden a la planta o a las semillas de algunas plantas (abrojos) de ser destruidas por los animales.

También para defenderse de la acción destructora de los animales que los comen, algunos vegetales poseen **mimetismo**, que es la propiedad de tomar forma o color, semejante a insectos u otras plantas.

MOVIMIENTOS —

Las plantas tienen dos clases fundamentales de **movimientos**: internos y externos.

Internos son los movimientos protoplasmáticos que se desarrollan en el interior de las células, y **externos** son los que exteriormente ejecuta el vegetal mediante sus raíces, tallos, hojas, etc.

Entre los movimientos externos, que son numerosos, citaremos los sensitivos, los de orientación, los que podríamos llamar de atracción, etc.

Los movimientos sensitivos son aquellos que ejecuta el vegetal en respuesta de un estímulo exterior. Las hojas de algunas plantas sensitivas se cierran al tocarlas, como en la Mimosa púdica; otras hojas, como las de la Drosera, al posarse sobre ellas un in-

secto, contraen sus pelos epidérmicos, verdaderos tentáculos que aprisionan al artrópodo. Las hojas, en general, frotándose su superficie, se acanalan un poco, como si fueran a cerrarse.

Los movimientos de orientación o dirección, llamados también **taxias**, son aquellos que ejecuta el vegetal obligado por las necesidades fisiológicas de sus células. Así, por ejemplo, crece, y al hacerlo, la raíz, alejándose de la luz, realiza un movimiento de circunmutación, es decir, un movimiento análogo al de un tirabuzón que se introduce en un corcho; otro ejemplo es el del movimiento que realiza el tallo de toda planta colocada en la obscuridad de una habitación, para orientarse en dirección de la ventana por donde penetra la luz. Las taxias son **positivas** o **negativas**, según el vegetal o la parte del vegetal a que nos refiéramos se acerque o se aleje del estímulo que provoca el movimiento. Las taxias pueden ser distintas, según el agente que las provoque. Por ejemplo, si el agente es la luz, las sustancias químicas, el calor, la humedad, etc., se denominarán **fototaxia**, **quimiotaxia**, **termotaxia**, **hidrotaxia**, etc., respectivamente.

Los movimientos de **atracción** se ejecutan con preferencia entre células encargadas de la reproducción o gérmenes vegetales con el mismo cometido. Un movimiento de atracción es, pues, el que ejecutan dos células de un alga al emitir un brote para dar origen a la reproducción por conjugación.

CAPITULO XII

PROPAGACION DE LOS VEGETALES

Generalidades. Reproducción asexual. Multiplicación vegetativa: injertos.
Reproducción sexual. Generación alternante. Hibridez.

Generalidades. — Hay en todo ser vivo, una ley fisiológica que lo incita a reproducirse en procura de evitar se extermine su especie. En ese sentido, los vegetales no escapan a la ley; de ahí que concentren sus esfuerzos en propagarse continuamente, originando nuevos individuos (nuevas plantas), a los que transmiten por herencia sus propios caracteres.

Diversos son los modos utilizados por el vegetal para multiplicarse. Agrupémoslos bajo las denominaciones de reproducción asexual y reproducción sexual y estudiémoslos por separado.

REPRODUCCION ASEXUAL

En la reproducción **asexual** no intervienen dos sexos, es decir, no hay células masculinas ni femeninas.

La planta se reproduce **porque origina un germen** capaz de producir una nueva planta o se reproduce por **diferenciación** de una de sus partes, ya sea de un tallo, hoja, etc.

El primer caso es el de la **reproducción asexual propiamente dicha**, que caracteriza la reproducción de los vegetales más inferiores; el segundo caso, denominado **multiplicación vegetativa**, es característico de los vegetales en general, y lo estudiaremos en párrafo aparte.

Las plantas más inferiores, **Talófitas**, desde que son unicelu-

PROPAGACION DE LOS VEGETALES

lares, se reproducen frecuentemente en la misma forma que lo hacen las células: indirecta y directamente, por brotación, por renovación celular, etc.

Pero lo que realmente caracteriza la reproducción asexual, son los **esporos**.

El **esporo** es un germen que los vegetales inferiores agrupados bajo el nombre de **Criptógamas** producen, destinado únicamente a originar una nueva planta, siempre que se encuentre en un ambiente propicio para su desarrollo.

Verdaderas células diferenciadas, los esporos pueden originarse en el interior de una **célula madre** y se denominan **endosporos**, o por fuera de las paredes de la célula y son los **exosporos**, o poseer prolongaciones o cilias que le facilitan la locomoción en medio líquido y son los **zoosporos**, etc., etc.

La reproducción por esporos, que, como hemos dicho, es propia de las Criptógramas, ha hecho que a estas plantas se les denomine **esporófitas**.

MULTIPLICACION VEGETATIVA: INJERTOS.

Toda planta que mediante la diferenciación de uno de sus órganos vegetativos, tallo, hoja, etc., origina otra planta, se dice que se reproduce por **multiplicación vegetativa**.

La diferenciación que experimenta la parte del vegetal que origina una nueva planta, está facilitada por las condiciones de su estructura, por las condiciones del medio en que vive o por los factores artificiales que el hombre pone en acción.

Por la **estructura**, como en el caso de algunos tallos suculentos que, como las papas, tubérculos cargados de sustancias alimenticias, o los bulbos, tienen el suficiente alimento de reserva como para activar el crecimiento de los meristemas de sus yemas y producir raíces y tallos, es decir, un nuevo vegetal.

Por las **condiciones del medio** en que viven, como los mismos tubérculos, bulbos, rizomas y estolones. Los tres primeros, que son subterráneos, están bajo la acción de la humedad que actúa en pro de la formación de tallos aéreos y raicillas, como en los tubérculos de las Dalias, Papas, etc. y los rizomas de los He-

lechos. Los estolones, tallos rastreros supraterráneos, que en contacto con la humedad de la tierra producen raíces adventicias y tallos de crecimiento, como en las Fresas y Violetas.

Por **factores artificiales**, cuando el hombre obtiene plantas colocando ciertas hojas de la familia de las Begonias en lugares húmedos que provocan la producción de raicillas adventicias, tallos y hojas (Fig. 45); cuando corta gajos jóvenes y los planta, como lo hace con muchos vegetales, como ser Rosales, Parras, Claveles, Sauces, Malvones, etc., o cuando obtiene nuevas plantas por acodo o cualquiera de las variedades de injertos.

En las **Talófitas**, los más inferiores de los vegetales, la multiplicación vegetativa se produce por diferenciación de una parte de la masa protoplasmática que las forma.

En las **Pteridófitas**, los rizomas son los que originan nuevas plantas, y en las **Fanerógamas** (Gimnospermas y Angiospermas), todas las formas de multiplicación vegetativa estudiadas son aplicables a ellas. Vamos, sin embargo, a describir las que más comúnmente se emplean en jardinería, como ser la multiplicación vegetativa por gajo, injertos y acodo.

Por **gajo**, que consiste en plantar una rama joven provista de una o varias yemas. Esta rama da raíces adventicias, que se desarrollan y constituyen las raíces de una planta nueva.

Por **injerto**, que consiste en "plantar", por así decir, en una planta, la yema o rama de otro vegetal. Los injertos se basan, en que si se descubren y se ponen en contacto los tejidos internos de un tallo, con los tejidos internos de otro tallo o de una yema, pueden unirse y desarrollarse. Para esto deben tenerse en cuenta los siguientes factores: que las plantas a injertarse **pertenzcan a una misma familia o género** (ejemplo: un Limonero con un Limonero o un Damasco con un Duraznero; pero nunca un Limonero con una Sandía); **que la zona generatriz** — zona rizógena o periciclo — **de las dos plantas o de la planta y la yema a injertarse, estén en contacto**; **que la época en que se realiza el injerto, encuentre a los vegetales llenos de savia.**

PROPAGACION DE LOS VEGETALES

La multiplicación por injerto puede hacerse de modos diferentes. Veamos los más comunes, que son los injertos de estaca, de escudete y de aproximación.

El **injerto de estaca o púa**, consiste en lo siguiente: Se toma un tallo joven (Fig. 170, B) y se le corta transversalmente, luego se le hace una hendidura (ésta es la **estaca**); se elige luego una ramita con yemas y cortándolas a bisel (ésta es la **púa**, Fig. 170, A) se la introduce en la hendidura de la estaca, de modo

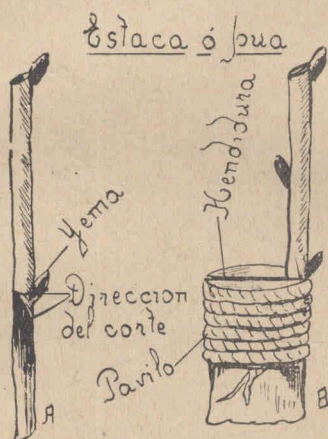


Figura 170

que la corteza de ambas (estaca y púa) coincidan. Para sujetar el injerto se envuelve la estaca con pávilos. Esta clase de injerto se utiliza en los Perales.

En el **injerto de escudete**, se elige un tallo joven y se le hace una hendidura en forma de T, cuya profundidad alcance hasta la madera o leño. De una rama con yemas se separa una yema, como lo indica la (Fig. 171), y separando luego los bordes de la

hendidura en T del tallo, se introduce la yema sujetándola mediante pávilos.

La yema puesta en contacto con el liber germina, y en ese caso el injerto prende. Estos injertos se aplican a los Naranjos, Rosales, Durazneros, etc.

En el **injerto de aproximación** (Fig. 172), se hace en dos tallos un corte como lo indica A y se unen enfrentando las incisiones como en B, sujetando los dos tallos (a y b) mediante envolturas de pávilos.

Después de un tiempo (15 o 20 días) el tallo b se corta y el tallo a queda injertado en b. Esta clase de injerto es el más común, aplicable indistintamente a cualquier vegetal.

Por último, la multiplicación vegetativa por **acodo**, consiste (Fig. 173) en doblar la rama de una planta, Sauce, Vid, etc., e introducirla y sujetarla en la tierra mediante una grampa de alambre.

La zona rizógena de la parte enterrada del tallo, da raíces. Después de un tiempo se separa, cortando, esta rama de la planta y tenemos un nuevo vegetal.

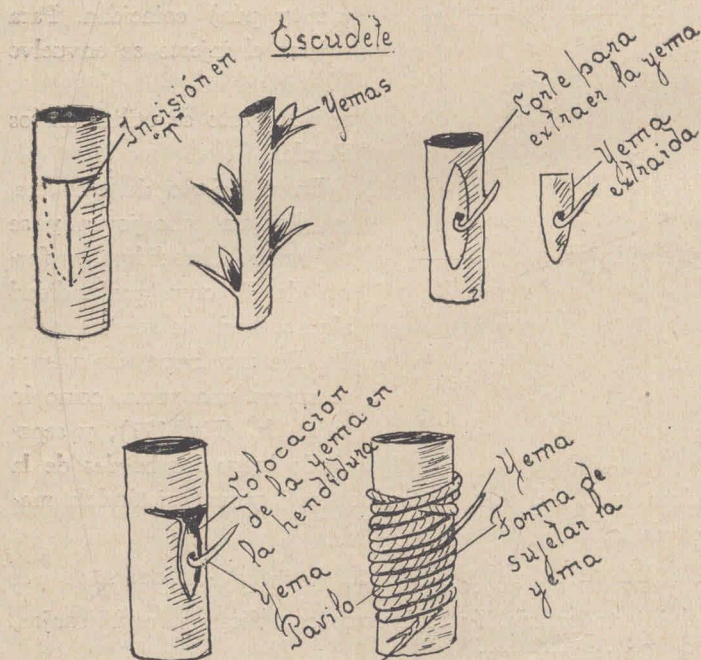


Figura 171

REPRODUCCION SEXUAL

En la reproducción **sexual** intervienen dos sexos, es decir, que intervienen **gérmes** o **gametas**, masculinos y femeninos, que

PROPAGACION DE LOS VEGETALES

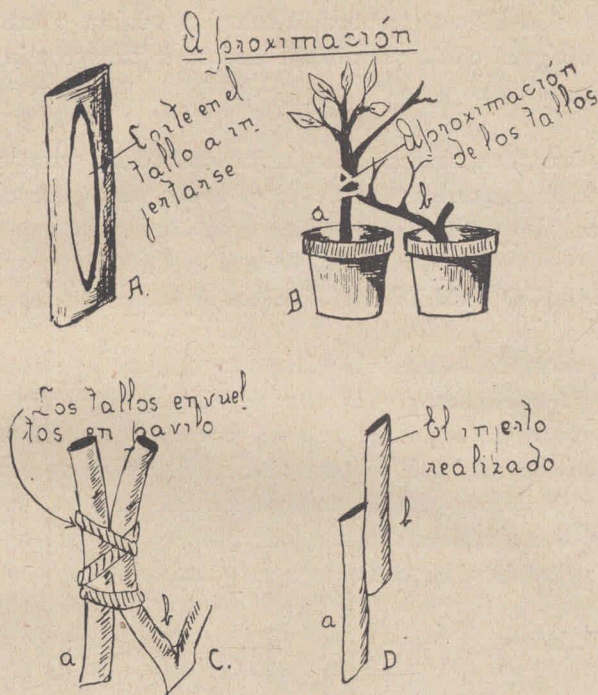


Figura 172

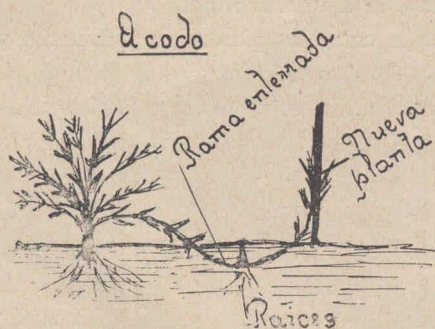


Figura 173

la planta produce; gametas que unidas engendran un vegetal.

Las gametas son células modificadas, consideradas incompletas, pues en ellas se ha efectuado el fenómeno de la **reducción cromática**, conteniendo el núcleo de cada gameta, la **mitad**

de la cromatina que es normal, en las demás células del vegetal al que pertenezca la gameta de referencia. Las masculinas se denominan **anterozoides** y las femeninas **oóferas**.

La unión de un anterozoide con una oófera constituye el **huevo** o **cigota**, célula que multiplicándose da margen a la formación del **embrión** vegetal, que previo desarrollo constituirá una planta.

Se llamará reproducción **isogámica**, cuando las gametas no se diferencian mayormente entre sí, y **heterogámica**, cuando son distintas.

GENERACION ALTERNANTE.

Algunos vegetales, a más de poseer formas de reproducción de las ya explicadas, poseen una verdadera reproducción combinada, representada por un ciclo de reproducción asexual y otro sexual, como en las Briófitas y Pteridófitas. Quiere decir esto que una Briófito o una Pteridófito, para originar una planta semejante se reproducen asexual y sexualmente en forma alternada, como se estudiara en el capítulo que trata sobre estos vegetales.

HIBRIDEZ.

Los vegetales que se obtienen de la reproducción sexual de gametas femeninas de una planta con las gametas masculinas de una planta de especie distinta, se llaman **híbridos**.

La hibridez es muy común entre las plantas de jardinería, y sus características, por lo general frecuentes, son: la hermosura, desarrollo exuberante, duración de sus flores, y la reducción de sus ciclos reproductivos, que en muchos casos desaparecen siendo la flor estéril.

CAPITULO XIII

TAXONOMIA

Nociones de clasificación. Taxonomía y Fitografía. Maneras de agruparse las plantas. Diversos métodos de clasificación. Historia de las clasificaciones; Linneo, Clasificación de Van Tieghem. Nomenclatura botánica.

Nociones de clasificación. — En el desarrollo de la **Botánica General** que hemos estudiado, varias veces hemos hablado de plantas **Criptógamas, Angiospermas, Monocotiledóneas**, etc., etc.

Estos nombres se han dado a grupos de plantas formados después de estudiar y comparar los distintos caracteres de cada una de las partes que las constituyen. Al estudio de los métodos para clasificar a los vegetales, se le llama **Taxonomía**.

TAXONOMIA Y FITOGRAFIA

La **Taxonomía**, pues, comprende el estudio de la clasificación de los vegetales. Por lo general, se la incluye en la **Botánica Especial**, pues muchos naturalistas entienden que la **Botánica Especial** se divide en **Taxonomía** (ya definida) y en **Fitografía**, que estudia los caracteres de las plantas clasificadas por la **Taxonomía**.

Aunque respetando esas valiosas opiniones, nosotros, fieles al plan seguido en este libro, incluimos a la **Taxonomía** en la **Botánica General**, juzgándola un puente de transición entre ésta y la **Botánica Especial**, cuyo conocimiento iniciaremos en un capítulo próximo, al empezar el estudio (**Fitografía**) de los diversos grupos de vegetales.

MANERA DE AGRUPARSE LAS PLANTAS.

Las plantas se han agrupado para facilitar su estudio. Se han tenido para ello en cuenta, los caracteres semejantes de unas y otras procediéndose así:

Toda planta es un **individuo**. El conjunto de individuos con caracteres semejantes entre sí, parecidos a sus ascendientes y descendientes y con la propiedad de reproducirse entre sí, constituye la **especie**. Las especies pueden sufrir **variaciones**, que si se continúan durante varias generaciones dan origen a la **variedad**.

La agrupación de especies parecidas forman el **género**; el conjunto de géneros semejantes dan margen a las **familias**; la colección de familias, a los **órdenes**; los órdenes, a las **clases**; las clases a los **grupos**; los grupos, a los diversos **tipos** vegetales, y el conjunto de tipos constituye el **Reino Vegetal**.

Resumiendo, el orden es:

Individuo
Especie
Género
Familia
Orden
Clase
Grupo
Tipo
Reino

DIVERSOS METODOS DE CLASIFICACION.

Ya hemos estudiado cómo se agrupan los vegetales para clasificarlos, veamos ahora los métodos de clasificación.

Los métodos son empíricos, artificiales y naturales.

Los métodos de **clasificación empírica** eran aquellos en que se desdeñaban los caracteres de las plantas y sólo se tenía en cuenta su utilidad y aplicación, de donde se deduce su escaso interés. De acuerdo a esas clasificaciones, las plantas se dividían en: nocivas, útiles, alimenticias, etc.

TAXONOMIA

Las **clasificaciones artificiales** son también incompletas, puesto que se basan en los caracteres de uno o de pocos órganos, como por ejemplo si clasificáramos en un grupo a vegetales cuyos frutos son secos y en otro grupo clasificáramos a los que tienen frutos carnosos. Esta clasificación artificial nos hablaría sobre el fruto, órgano en que se basa, pero nos dejaría ignorando lo que concierne a otros caracteres de las plantas clasificadas.

Las **clasificaciones naturales**, en cambio, son las más completas, pues agrupan a las plantas mediante el estudio y comparación de los caracteres de todas las partes que las constituyen.

HISTORIA DE LAS CLASIFICACIONES: LINNEO.

Antiguamente el método empírico era el empleado en la clasificación de las plantas. Luego fué abandonado por el método artificial, del cual el primer cultor fué **Cesalpino**. Años después, el botánico **Tournefort** implantó otro método artificial más adelantado, al clasificar a los vegetales según las **dimensiones y consistencia del tallo y formas de la corola**.

Pero de todos los métodos artificiales, aunque ninguno ha perdurado por no originar una clasificación completa y racional, se recuerda en especial el de **Linneo**, naturalista que en su época marcó rumbos con la clasificación que lleva su nombre.

La importancia histórica del método de Linneo hace necesario que no se ignore en qué se basa; por eso, aunque en la actualidad no se aplica, aprenderemos los rasgos generales que lo caracterizan.

Linneo, creyó que había plantas con órganos florales visibles y otras que los ocultaban y carecían de ellos. Al primer grupo les llamó **Fanerógamas** y al segundo **Criptógamas**. Las **Fanerógamas** comprendían **23 clases** y las **Criptógamas** **1 clase**.

Las 23 clases de las **Fanerógamas** las dividió en **monoclínicas** (con flores hermafroditas) y **diclínicas** (con flores unisexuales). Las **monoclínicas** las agrupó según sus estambres fuesen **dialistémonos** o separados y **gamostémonos** o unidos.

A las de estambres separados las dividió según el **número, inserción y longitud** de los estambres, y a las de estambres unidos, según **los estambres estuviesen unidos entre sí o con los pistilos**.

Por último, a las diclinicas las separó en tres clases, según el **sexo y colocación de las flores**.

Para el estudioso que quiera completar estas nociones, va el cuadro adjunto de la clasificación de Linneo, clasificación que en su época fué acogida con general beneplácito, hasta tanto los métodos de clasificación natural fueron implantados por los **Jussieu**, perfeccionándolos, luego, muchos otros naturalistas, como De Candolle, Sachs, Plante, Engler, Van Tieghem, etc.

Clasificación de Van Tieghem. — De entre las clasificaciones modernas, adoptaremos como guía para el estudio de la Botánica Especial, la **clasificación de Van Tieghem**, por ser la más universalmente aceptada.

Esta clasificación se sintetiza en el siguiente cuadro sinpótico:

CLASIFICACION DE VAN TIEGHEM

Tipos	Grupos	Clases	Ordenes	Familias	
Criptógamas o Esporófitas	Talófitas	{ Algas Hongos			Plantas celulares
	Muscíneas	{ Hepáticas Musgos			
	Criptógamas vasculares	{ Equisetíneas Filicíneas Licopodíneas			Plantas vasculares
Fanerógamas Antófitas o Espermatófitas	Gimnos- permas	{		Coníferas Cicadáceas Gnctáceas	
	Angios- permas	{ Monocotile- dóneas Dicotiledoneas			

TAXONOMIA

CLASIFICACION DE LINNEO

Plantas con órganos reproductivos visibles: Fanerógamas	Monoclinia (flores hermafroditas)	Con estambres libres y tomando en cuenta	el número solamente	Con un estambre: Monandria I „ dos „ Diandria II „ tres „ Triandria III „ cuatro „ Tetandria IV „ cinco „ Pentandria V „ seis „ Hexandria VI „ siete „ Heptandria VII „ ocho „ Octandria VIII „ nueve „ Eneandria IX „ diez „ Decandria X De diez a diecinueve Doddecandria XI
			el número y la inserción	20 o más, insertos en el cáliz ... Icosandria XII 20 o más, insertos en el receptáculo Poliandria XIII
			el número y la longitud	Dos estambres largos y dos cortos. Didinamia XIV Cuatro estambres largos y dos cortos Tetradinamia XV
		Con estambres soldados		Por los filamentos, y en un hácecillo Monadelphía XVI „ „ „ „ dos „ Diadelphía XVII „ „ „ „ tres o más íd. Polyadelphía XVIII „ las anteras Singenesia XIX Con el pistilo Ginandria XX
	Diclinia (fl. uni- sexuales)			Flores masc. y fems., en la misma planta Monoecia XXI
				Flores masc. en una plan. y fems. en otra Dioecia XXII
				Flores masc., fems. y hermafroditas en la misma planta o en varias Poligamia XXIII

Plantas sin órganos reproductivos visibles Criptogamia XXIV

Como se ve, Van Tieghem divide el Reino Vegetal en dos grandes tipos: las **Criptógamas**, a las que también llama **Esporófitas**, por reproducirse por esporos, y las **Fanerógamas**, a las que también denomina **Antófitas**, por tener flores, y **Seminíferas** o **Espmatófitas**, por originar semillas para la reproducción.

A las **Criptógamas**, que son las plantas inferiores, las divide en tres grupos: **Talófitas**, **Muscíneas** o **Briófitas** y **Pteridófitas** o **Criptógamas Vasculares**.

Dentro de las **Talófitas** incluye dos clases: las **Algas** y los **Hongos**, vegetales que carecen de tallo, hojas y raíz desarrollados. Poseen únicamente: un tallo rudimentario denominado **talus** o **taloma** y a veces raíces rudimentarias o **rizoides**.

Dentro de las **Muscíneas** incluye también dos clases: **Musgos** y **Hepáticas**, plantas más adelantadas, con tallos donde comienzan a diferenciarse la corteza del cilindro central, con raíces todavía del tipo absorbente o rizoides y con hojitas ligeramente escamosas.

Las **Talófitas** y **Muscíneas** son plantas celulares.

En las **Pteridófitas**, son tres las clases incluidas: las **Filicíneas**, **Equisetíneas** y **Licopodíneas**, plantas con raíz, tallo y hojas más perfectamente organizadas, poseyendo en su estructura **tejido fibro vascular**.

A las **Fanerógamas**, que son las plantas más adelantadas, las divide en dos grupos: las **Gimnospermas** y las **Angiospermas**.

Dentro de las **Gimnospermas**, por estar representadas por escasas especies, las agrupa directamente en tres familias: las **Coníferas**, **Cicadáceas** y **Gnetáceas**, plantas todas caracterizadas por tener flor; pero carecen de ovario, presentando los **óvulos desnudos**.

En las **Angiospermas** incluye dos clases: las **Monocotiledóneas** y las **Dicotiledóneas**, que son las plantas más superiores del Reino Vegetal, caracterizadas, como las anteriores, por tener flores y producir semillas; pero poseyendo ovario y teniendo, por consiguiente, el **óvulo cubierto**.

Las distintas clases de plantas en que Van Tieghem ha dividido a los grupos, se subdividen a su vez en órdenes, familias,

TAXONOMIA

géneros y especies con sus variedades, que, a su vez, como sabemos, están formadas por un conjunto de individuos.

Nomenclatura botánica. — Le Maout y Decaisne confeccionaron una clave para la clasificación de las plantas, traducida al castellano por el Dr. Eduardo L. Holmberg, y cuyo uso es de gran utilidad para los estudiantes, por cuanto su manejo ejercita el hábito de la observación y tiende a fijar los conocimientos.

Está fundada en proposiciones en **dilema**, con una enumeración indicadora que, seguida eficientemente, conduce al nombre de la **familia** a que pertenece el vegetal.

Por ejemplo:

El primer dilema dice:

Planta fanerógama, es decir, provista de androceo o gineceo	2
Planta criptógama, es decir, desprovista de estambres o pistilo	811

Supongamos hallarnos en el primer caso, nos dirige al dilema número 2, que a su vez dice:

Dilema N.º 2:

Fanerógamas de flor completa, es decir, provista de cáliz, corola, androceo y gineceo	3
Fanerógama de flor incompleta, es decir, monoepiantea, o aperiantea, o diclina	516

Como se ve, en caso de ser una planta de flor completa, nos dirige al dilema número 3 y en caso contrario al número 516.

El dilema número 3 establece:

a) Corola polipétala	4
b) Corola monopétala	5

Así sucesivamente siguiendo la numeración, llegamos a una premisa que consigna un carácter distintivo de una familia.

Esta clave no se funda solamente en los caracteres florales, sino en toda la organografía vegetal.

BOTANICA ESPECIAL

SEGUNDA PARTE

CAPITULO XIV

TALOFITAS

Fitografía. Caracteres generales de las talófitas. Nutrición y reproducción.
Clasificación. Algas. Hongos. Líquenes.

Fitografía. — En la Botánica Especial iniciaremos el estudio de los vegetales clasificados en el capítulo anterior. El estudio de los caracteres de las plantas ya clasificadas, es lo que se denomina **fitografía**.

CARACTERES GENERALES DE LAS TALOFITAS.

Las **talófitas** son los vegetales de organización más simple y rudimentaria. Pueden ser **unicelulares** y **multicelulares**, pero en este último caso no existen en ellas células diferenciadas en tejidos, que den origen, como en un vegetal superior, a la distinción de tallos, de hojas, de raíces, etc.

Esta clase de vegetales en los cuales no existe diferencia intercelular, nos hace trasladar sugestivamente al reino zoológico, como los **Protozoarios** que, a semejanza de las talófitas, pueden donde también encontramos animales rudimentarios, como los **Protozoarios** que, a semejanza de las talófitas, pueden ser uni o multicelulares, careciendo de tejidos diferenciados y, por consiguiente, de órganos desarrollados.

Fluye de esto una conclusión: que en ambos reinos, vegetal y animal, los primeros individuos son rudimentarios, celulares, difíciles en algunos casos hasta de ser diferenciados entre sí; pero a medida que se estudian nuevas clases de vegetales y animales, clases con organización más adelantada, las diferencias son notables y, por lo tanto, concluyentes.

TALOFITAS

No existen, pues, en las Talófitas, ni raíz, ni hoja, ni flor; en cuanto al **tallo**, se encuentra un verdadero rudimento de él, que se denomina **talus**, **talo** o **taloma**, taloma de estructura continua que puede estar formado por una sola célula (Fig. 174, A) o

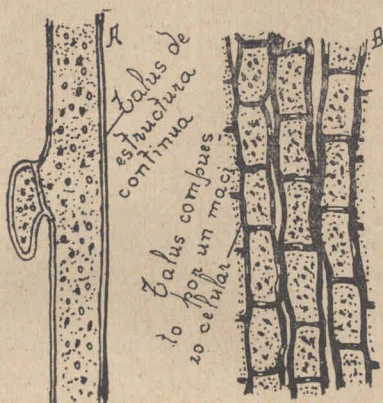


Figura 174

por varias (Fig. 174, B), caso éste en que aparentemente, según lo demuestra la figura, parece que se formara un **parénquima**, pero es en realidad un **pseudo-parénquima**, puesto que no existe entre las células que lo constituyen **división de trabajo** y por consiguiente **diferenciación de tejidos**.

Hemos dicho, más arriba, que no existe raíz en estos vegetales y debemos

hacer una salvedad: en algunas Talófitas hay pequeñas prolongaciones subterráneas, denominadas **rizoides**, que no son otra cosa que el primer rudimento de raíz que encontramos en el reino vegetal.

NUTRICION Y REPRODUCCION.

La **nutrición** de las Talófitas está regida por la existencia o no de clorófila, dando lugar esto a que se las divida en **autótrofas** y **heterótrofas** o **alótrofas**.

Autótrofas (del gr.: **auto** = mismo y **trophos** = alimento), cuando tienen clorófila y merced a la propiedad de asimilar el C, que extraen del CO², elaboran su propio alimento; **heterótrofas** o **alótrofas** (del gr.: **allos** = otro y **trophos** = alimento), cuando carentes de clorófila necesitan de otro individuo, para asegurar su existencia, extrayendo de otras plantas, de animales o de sustancias organizadas en descomposición, el C necesario para realizar sus síntesis orgánicas.

En cuanto a la reproducción, casi todas las formas que hemos estudiado en el capítulo de "Propagación de los Vegetales" pueden aplicarse a las Talófitas.

Muchas tienen reproducción asexual o **ágama** y se multiplican por **esporos**; por **bipartición**; por **brotación**, etc.; o tienen reproducción sexual y se reproducen por **conjugación**, pudiendo ser ésta "isogámica" y "heterogámica", según sean iguales o desiguales las células que intervengan en ella, y por formación de gametas diferenciadas. (Reproducción de los Fucus).

Clasificación.

La clasificación de las Talófitas se basa en el género de vida de estas plantas, considerándose dos grandes clases: las **Algas** y los **Hongos**.

Las **Algas**, cuya vida es **autótrofa**; los **Hongos**, cuya vida es **alótrofa**. En otras palabras, digamos que las Talófitas se dividen en dos clases: según posean clorófila o carezcan de ella.

Por último, antes de iniciar la descripción de cada clase citaremos a los **Líquenes**, vegetales que provienen de la **asociación de un alga y un hongo**, y entonces tendremos:

Talófitas	<div style="display: inline-block; vertical-align: middle; font-size: 4em; line-height: 1;">{</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; padding-left: 10px;"> Algas (vegetales autótrofos). Hongos (vegetales alótrofos). Líquenes (simbiosis de Algas y de Hongos). </div>
-----------	--

ALGAS

Caracteres generales. Nutrición. Reproducción. Color y clasificación. Utilidad.

Caracteres generales. — Al hablar de la estructura particular de las Algas, no hacemos sino, referir, en parte, lo expuesto al hablar de la estructura de las Talófitas en general; por consiguiente, no encontraremos en un Alga ni raíz, ni hoja, ni flor, y en cuanto a las células que componen su cuerpo vegetal, formarán unidas un rudimento de tallo, conocido con el nombre de **talus** o **taloma**. Pueden ser estos vegetales **uni** o **pluricelulares**, no encontrándose en este último caso, una diferenciación inter-

TALOFITAS

celular. Las maneras de presentarse las Algas en cuanto a su tamaño y forma, son diferentes: se encuentran algunas de tamaño infinitamente pequeño y otras de longitudes gigantes.

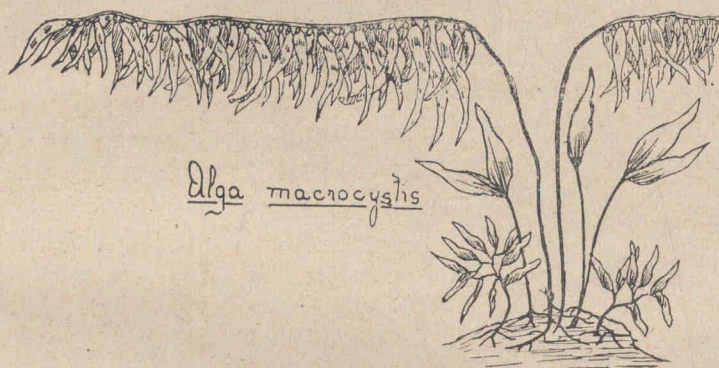


Figura 175

Entre las primeras citaremos las **Bacteriáceas**, cuyas dimensiones suelen ser de **micrones** (un micrón es la milésima parte de un milímetro); entre las segundas hay Algas que tienen un tamaño gigantesco, que puede alcanzar hasta los 200 ó 300 metros, sin que este tamaño de la planta, que indica un gran desarrollo, implique una diferenciación celular. Estas Algas (Fig. 175, A) se denominan **macrocystis**.

Resumiendo: las Algas más pequeñas son las **Bacteriáceas** y las más grandes son las **macrocystis**.

Hay Algas cuya forma de desarrollo les hace adquirir el aspecto de vegetales superiores, ramificados, pareciendo tener

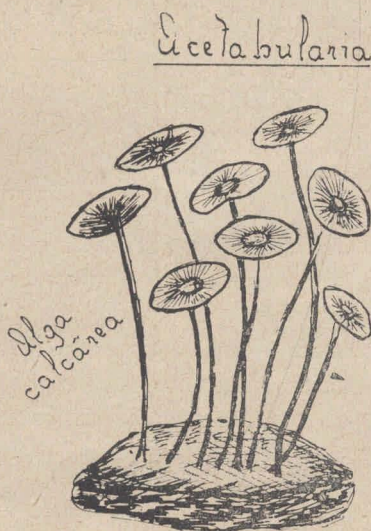


Figura 176

ramas con hojas, frutos, etc. Sin embargo, no existe diferenciación intercelular y, por consiguiente, el Alga no es nada más que un grupo de células que no forman tejidos. Estas Algas se denominan **caulerpas** (Fig. 177).

Otras Algas son filiformes, no se ramifican, como la **Spirogyra**. Suelen medir hasta más de 30 centímetros de largo, teniendo el grosor de un hilo de coser.

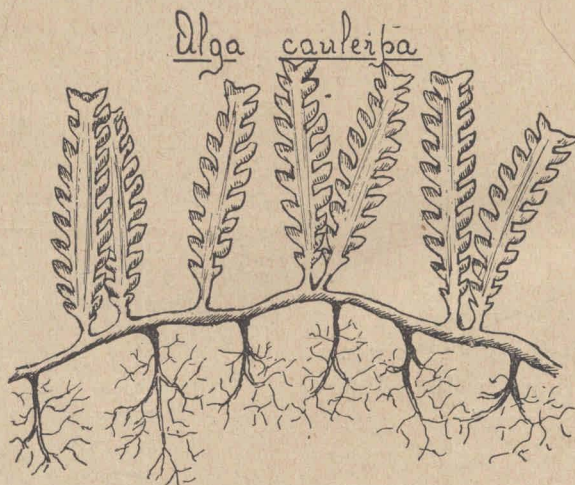


Figura 177

Finalmente, para terminar con los caracteres generales de las Algas, agreguemos que su consistencia es variada, pudiendo encontrarse desde las **mucilaginosas** (viscosas) hasta las que se han incrustado de sales minerales como las **Diatomeas**, que tienen incrustaciones de sílice y las **corallinas**, con sales de carbonato de calcio, como la *Acetabularia* (Fig. 176).

Nutrición —

Las Algas, plantas autótrofas, se nutren por sí mismas, absorbiendo elementos inorgánicos por ósmosis y fijando el carbono merced a la propiedad de la clorófila que poseen. Sólo una clase de ellas, las **Bacteriáceas**, carecen de clorófila, pero en su lugar

BRIOFITAS

tienen un pigmento, la **bacterio-purpurina**, que desempeña las mismas funciones de la clorófila, descomponiendo el CO_2 , fijando el C y exhalando O.

El CO_2 lo extraen del ambiente en que se desarrollan, ya sea en el aire o en el agua. Las Algas acuáticas viven a distintas profundidades, pudiendo hasta encontrárselas, aunque muy escasamente, a **doscientos y trescientos metros**; pero nunca a profundidades de cuatrocientos metros.

Su desarrollo abundante en los mares, puede constituir un serio y peligroso impedimento para la navegación de cierto tipo de embarcaciones.

Algunas Algas pertenecientes a las Clorofíceas, Cianofíceas, etc., no viven en el agua, haciéndolo en cambio en lugares húmedos, ya sea en el fango, en el hielo, (se las ha encontrado en los hielos de los Alpes), en la corteza húmeda de los árboles, etc.

Reproducción —

Muy poco agregaremos sobre las consideraciones generales vertidas al hablar de la reproducción de las Talófitas en general. Las reproducciones asexuales y sexuales en sus distintas formas son muy comunes. Entre las primeras citaremos:

La reproducción por esporos, que es muy frecuente en estos vegetales, pudiendo ser éstos **endógenos** o **exógenos**, según su formación sea interna o externa.

La reproducción por simple **bipartición** y por **brotación**, etc.

Entre las segundas están:

La **conjugación** que impera entre las **Conjugadas**, reproducción por conjuga-

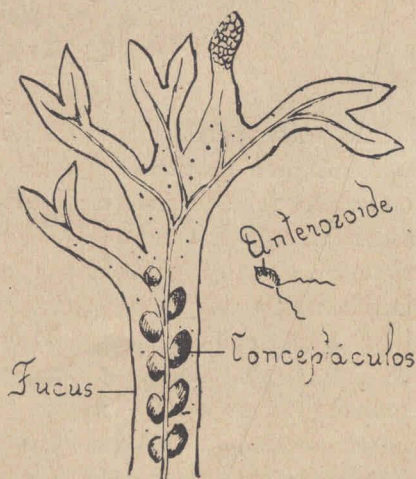


Figura 178

ción (Fig. 22), que puede ser **isogámica** o **heterogámica**, términos que ya conocemos. En la conjugación, dos filamentos unen sus células gelificándose sus membranas en el punto de contacto, originándose un canal que permite que el contenido de una célula pase a la otra, donde se forma un **huevo** o **cigota**, que engendrará una nueva planta cuando esté en condiciones propicias para su desarrollo.

A veces, la unión de los contenidos celulares de dos Algas que se conjugan, se efectúa en la mitad del canal, organizándose en ese sitio la cigota.

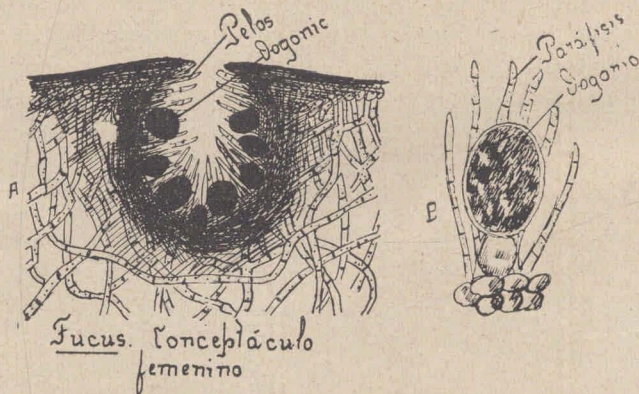


Figura 179

Otras Algas originan gérmenes masculinos y femeninos. Ejemplo de ello, son los **Fucus**, algas del orden de las **Feofíceas**.

Estas Algas se desarrollan adquiriendo el aspecto de un vegetal con tallos, hojas y frutos. En el interior de los **talos**, que son huecos, se originan unas especies de cavidades cerradas (Fig. 178), denominados **conceptáculos**, que contienen los órganos femeninos y masculinos llamados **oogonios** y **anteridios**, respectivamente.

Los **Fucus** son **dioicos**, es decir, que en una planta hay conceptáculos con oogonios y en otra planta conceptáculos con anteridios; por consiguiente, los **Fucus** no son hermafroditas.

Cuando los oogonios (Fig. 179) maduran, la célula que los constituye divide su núcleo en **ocho partes**, en cuyo torno se

TALOFITAS

agrupa el protoplasma, originando 8 células hijas, denominadas oóferas, que son las gametas femeninas.

Por su parte, la célula que constituye el anteridio se divide en 64 células hijas, que transformándose originan 64 **anterozoides** o gametas masculinas (Fig. 180).

Cuando las gametas están maduras se abren los conceptáculos y mediante unos pelos que hay en su interior, denominados **paráfisis**, expulsan los anterozoides y las oóferas, que puestas en contacto, fecundan originando el **huevo** o **cigota**, que producirá una nueva planta, siempre que el ambiente le sea propicio para germinar.

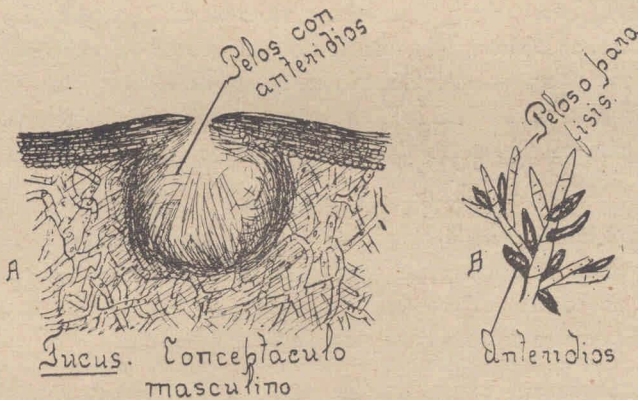


Figura 180

Color y clasificación.

No podemos hablar del color de las Algas sin referirnos a la clasificación. En efecto: las Algas que presentan coloraciones vistosísimas pueden ser **verdes**, por tener abundancia de un pigmento que ustedes ya conocen: la **clorófila**; **azules**, por tener **ficocianina**, pigmento de color azul; **pardas**, por tener **ficofoína**, pigmento de color pardo, y **rojas**, por tener **ficoeritrina**, pigmento de color rojo.

Ahora bien: las Algas que son verdes, se denominan **Clorofíceas**; las azules, **Cianofíceas**; las pardas, **Feofíceas**, y las rojas, **Rodofíceas**.

Resumiendo: las algas se clasifican en **Clorofíceas**, **Cianofíceas**, **Feofíceas** y **Rodofíceas**; pero todas tienen clorófila aunque la abundancia de otro de los pigmentos nombrados — pigmento supernumerario — haga que prime otro color.

Las **Cianofíceas**, de color azul, son las Algas más rudimentarias. Entre ellas se incluyen las **bacterias**, que, como recordaremos, en vez de clorófila tienen otro pigmento, la **bacterio purpúrea**, que también fija el C.

Las **Bacterias**, organismos de estructura sencilla, que hemos descrito en detalle en la "Botánica" para Ingreso a Medicina, son Algas microscópicas de formas diferentes. Entre las más interesantes citaremos a las Bacterias patógenas, de las que son ejemplos: el Bacilo del Cólera; el Bacilo del Tétano; el Bacilo del Tifus; el Bacilo de la Tuberculosis, etc.; cuya acción perjudicial para el organismo del hombre, es de todos ustedes conocida.

Las **Clorofíceas**, de color verde, que habitan en agua dulce, tienen abundante clorófila, que se dispone según las Algas, en forma de bandas espiraladas o tomando el aspecto de estrellas. Suelen unirse a los Hongos para originar **Líquenes**.

Las **Feofíceas**, por lo común marinas, de color pardo, cuyo ejemplo es el **Fucus Vesiculosus**, del que hemos estudiado la reproducción sexual, son Algas de unos 20 centímetros de altura que se ramifican en forma dicotómica, aparentando ser vegetales con tallos y frutos.

Las **Rodofíceas**, de color rojo, habitan en los mares cálidos. Son Algas que también semejan tener una arborescencia complicada, dando sensación de poseer tallos, hojas, frutos y hasta flores, llamándoselas por esto último **Algas floríferas**.

Utilidad de las Algas.

No todas las Algas son útiles. De acuerdo a su abundancia son pocas las que rinden beneficios. Citemos por ejemplo: la **Eucheuma Spinosum** de la que se obtiene el **Agar-Agar**, subs-

TALOFITAS

tancia gelatinosa usada en los laboratorios para hacer cultivos y aplicable por los industriales chinos en la preparación de telas de seda. Algunas tienen aplicación medicinal o industrial. Otras sirven como alimentos para las personas, como forrajes para el ganado y como abono para la tierra.

HONGOS

Caracteres generales. Nutrición. Reproducción. Color y clasificación.
Hongos comestibles y venenosos.

Caracteres generales. — Los Hongos se caracterizan por no tener clorófila. Como toda Talófitas, carecen de hojas, flores y frutos. La raíz y el tallo tampoco existen; pero tienen rudimentos de ellos. Los rudimentos de la raíz son los **rizoides** (en algunos Hongos) y el rudimento del tallo es el **taloma**.

El **talus** o **taloma** está formado por células que, uniéndose por sus extremos, constituyen largos cordones o filamentos denominados **hifas**. Estas hifas al agruparse, hacen que en el taloma se origine un **pseudo-parénquima**.

Ahora bien; según la más o menos íntima agrupación de estas hifas, tendremos en los Hongos **tres clases** de pseudos parénquimas.

Cuando las hifas no están íntimamente agrupadas, es decir, cuando hay entre ellas separaciones, se dice que es un **talus en micelio**; cuando la unión de las hifas es más íntima, se llama **talus en estroma**, y cuando al agruparse lo hacen tan intensamente que el taloma adquiere una regular consistencia, se dice que el Hongo tiene un **talus en esclerocio**, como en el caso del **Cornezuelo del Centeno** (Fig. 181).

De lo dicho se deduce: que cuanto más estrechamente se unan entre sí, mayor será la consistencia del Hongo y, por consiguiente, se encontrarán Hongos **gelatinosos y blandos**, cuando tienen un talus en micelio, o **leñosos y duros**, cuando en el talus las hifas están en esclerocio.



Figura 181

El **protoplasma** del conglomerado celular que constituye al Hongo, es granuloso y abundante en las células de las hifas jóvenes y es más escaso en las células de las hifas viejas, donde se dispone periféricamente.

La **membrana** de estas células, de composición variable, está formada según la clase de Hongos que sea, por celulosa o principios pécticos; por fungosa; por callosa; por callosa y celulosa, etc.

En cuanto al **núcleo**, puede ser uno, siendo, sin embargo, muy común encontrar varios.

Nutrición.

La **nutrición** del Hongo difiere fundamentalmente de la del Alga, en el sentido de que mientras ésta posee clorófila, por consiguiente es autótrofa, y como tal elabora sustancias orgánicas, el Hongo carece de clorófila, es alótrofo, y vive alimentándose de sustancias orgánicas que extrae de otros individuos actuando como **parásito**, o extrae su alimento de sustancias orgánicas en descomposición, actuando como **saprófito**.

El parasitismo lo efectúa: a expensas de otros vegetales, como el **Cornezuelo de Centeno** (*Claviceps purpurea*) y la **Roya** (*Puccinia graminis triticea*) que ataca a las Gramináceas, con preferencia al Centeno y al Trigo; y a expensas de los animales, como la **tiña**, que parasita en la cabeza, en la raíz del cabello.

El saprofitismo lo realiza sobre sustancias orgánicas en descomposición o que descompone, como las **levaduras** y los **mohos**; estos últimos atacando al cuero, a los artículos de consumo como ser frutas, dulces, quesos, etc.

Reproducción.

La reproducción **asexual** es la más frecuente entre los hongos, efectuándose por esporos o por multiplicación vegetativa.

Los esporos pueden ser **endógenos** o **exógenos**, originándose en el interior o exterior de células del taloma, células que se diferencian para adaptarse a la función reproductiva.

Algunos hongos originan esporos especiales, que sin alcanzar un desarrollo caen a tierra, donde, si el ambiente les es propicio, continúan creciendo y acumulando sustancias alimenticias, para luego germinar en la misma forma que los esporos comunes. A estos gérmenes o esporos especiales, se les denomina **conidios**.

En algunos casos los Hongos pueden reproducirse sexualmente mediante la formación de huevos, previa conjugación de dos células de hijas cercanas. Si las células que intervienen en esta reproducción son iguales, la reproducción se denomina **isogámica** y **heterogámica**, cuando las células son diferentes. También la reproducción sexual puede realizarla el Hongo, formando en células diferenciadas de sus hifas, gametas masculinas — **anterozoides** — y gametas femeninas — **oóferas** — que uniéndose originan el huevo, que al multiplicarse producirá un nuevo hongo.

Veamos ahora cómo se clasifican y estudiemos en particular la forma de reproducción de los hongos más importantes.

Color y clasificación.

El color de los hongos es variable: puede ser pardo, blanco, marrón, amarillento, pero nunca verde, puesto que carecen de clorófila.

Sobre la clasificación de los Hongos ha reinado y aún reina, verdadera anarquía; siendo diversas las formas en que se los ha agrupado. De entre todas estas clasificaciones, la que en la actualidad es más aceptada, es la de Van Tieghem, que divide a los hongos en los seis órdenes siguientes: **Mixomicetas**, **Oomice-**

tas, **Uredíneas**, **Ustilagíneas**, **Basidiomicetas** y **Ascomicetas**, que describiremos por separado.

Mixomicetas. — De todos los Hongos, las **mixomicetas** son las plantas más inferiores. **Saprófitas**, pues se alimentan de sustancias orgánicas en descomposición, sobre las cuales se desarrollan. Estos Hongos se reproducen por **esporos**. Los esporos al germinar producen un rudimento de talus, sin forma definible, que goza de movimientos ameboidales, como las amíbeas. Este rudimento de talus que se denomina **mixamíbea**, origina por bipartición nuevas células no diferenciadas, que dan margen al verdadero talus.

Oomicetas. — Hongos inferiores, de formas diversas y distintos modos de vida, como ser parásitos, saprófitos, etc. Su reproducción puede ser por bipartición o sexual. En este último caso, la reproducción puede ser isogámica y heterogámica.

Uredíneas y Ustilagíneas. — Hongos de vida parásita, que viven a expensas de los vegetales. Poseen **rizoides chupadores**, denominados **austorios**.

Las **Uredíneas** introducen sus austorios entre célula y célula del parénquima de la hoja en que parásitan; mientras que las **Ustilagíneas** los introducen en el interior del protoplasma de las células. Este es un carácter diferencial entre estos dos órdenes de Hongos parásitos de vegetales; pues mientras las **Uredíneas** son **intercelulares**, por extraer el alimento, mediante sus austorios, de los espacios existentes entre célula y célula, las **Ustilagíneas** son **intracelulares**, porque introducen sus austorios dentro del protoplasma de las células.

Ambos órdenes se reproducen por esporos, provistos de dos membranas, una externa denominada **exosporia** y otra interna llamada **endosporia**. Las **ustilagíneas** suelen, por su parte, originar **conidios**.

Basidiomicetas. — Pertenecen a este orden Hongos perfecta-

TALOFITAS

mente desarrollados. Las **basidiomicetas**, junto con las **ascomicetas**, son, pues, los Hongos más superiores.

En toda Basidiomiceta se diferencian las siguientes partes (Fig. 182): **rizoides**, rudimento de raíz, que introducidos en la tierra alimentan a la planta; un **talus** o **taloma** bien desarrollado, rudimento de tallo, y el extremo superior del talus ensanchado, denominado **sombrilla** o **sombrero**.

De reproducción asexual, las Basidiomicetas se multiplican comúnmente por esporos que se llaman **basidiosporos**, y en algunos casos por esporos especiales o conidios.

De vida, por lo general, **saprófita**, estos Hongos dejan caer sus esporos sobre la substancia orgánica en descomposición

donde viven. Los esporos se reproducen y dan margen a células que agrupándose constituyen **hifas**, las que unidas originan un **micelio**. Cuando el micelio — talus en formación — está formado por muchos filamentos de hifas, comienza a crecer emitiendo un **brote** que suele alcanzar, en algunos casos, hasta cerca de 10 centímetros de longitud.

Este brote desarrollado forma el **talus**, cuya parte superior se ensancha originando la **sombrilla** o **paraguas**. Terminado esto, el hongo está completo. Estudiémoslo en detalle.

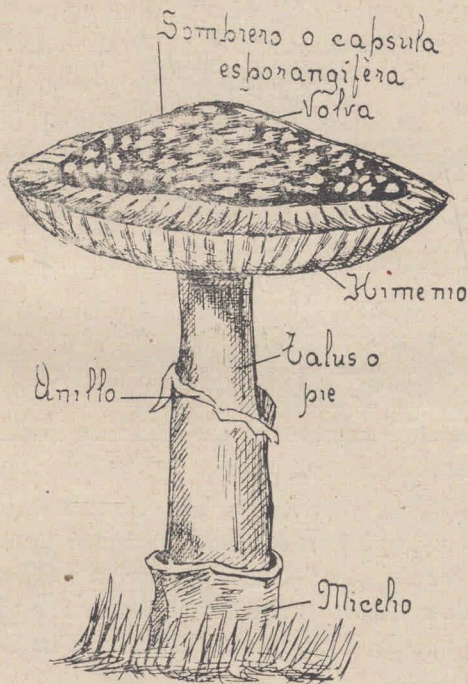


Figura 182

En la (Fig. 182) observamos el micelio, el talus y el sombrero. El **micelio** constituido por las hifas que formaron el hongo; el **talus** formado por hifas o filamentos desarrollados, cuya consistencia varía según la mayor o menor intensidad con que las hifas se agrupen entre sí, y el **sombrero**, expansión del talus, denominado también **cápsula esporangífera**, porque en su interior se producen los esporos.

Las hifas se disponen en el sombrero como laminillas radiadas. Ustedes saben que estas hifas están formadas por células. La célula última en que termina la hifa, se denomina **basidio**; esta célula divide su núcleo en cuatro partes, a veces en dos, y da origen a nuevos núcleos que se introducen en cuatro o dos prolongaciones celulares, llamadas **esterigmas**, que se convertirán en **esporos**, conocidos con el nombre de **basidiosporos**.

No todas las hifas terminan en basidios; otras son **estériles** y su última célula se llama **paráfisis**. Las paráfisis contribuyen a expulsar a los esporos a distancias distantes de la planta, cuando éstos están maduros.

El conjunto de laminillas de hifas **estériles** y **fecundantes**, constituye, pues, el sombrero o cápsula esporangífera. La parte superior de esta cápsula se denomina **volva** y la inferior **velo**. Cuando la cápsula está madura, el velo se rasga dejando visible el conjunto de hifas, que se denomina **himenio**.

Observando nuevamente la (Fig. 182), resumamos lo dicho:

En un Hongo apto, para originar nuevas plantas, pues sus esporos están maduros, vemos: El **micelio**, continuado por el **talus**, **pedúnculo** o **pie** con su extremidad ensanchada o **cápsula esporangífera**, cuya parte superior se denomina **volva** y la inferior **velo**, que en la figura referida se ha abierto para dar libertad al conjunto de hifas denominado **himenio**. En torno del talus quedan restos del velo, conocidos con el nombre de **anillo**.

En el orden de las basidiomicetas, algunos hongos son venenosos y otros comestibles. Entre los últimos el más común es el **Agaricus campestri** (Fig. 183), que se desarrolla en Europa. En América existe uno muy similar: es el **Agaricus pampaeus**.

TALOFITAS

Ascomicetas. — Las ascomicetas son Hongos superiores, en cuyos talus las hifas se agrupan, ya sea en estroma o esclerocio. Ejemplo de esta última clase de Hongos es el **Cornezuelo del Centeno** (Fig. 181), Hongo que se desarrolla en la espiga del cereal de ese nombre.

La reproducción de estos vegetales se hace por esporos denominados **ascoporos**, pero en algunos casos se multiplican sexualmente.

En cuanto a su género de vida alótrofa, los Hongos pueden ser: parásitos propiamente dichos, saprófitos, o vivir en **simbiosis**, parasitismo éste que también poseen las Basidiomicetas y que consiste en una asociación entre un Alga y un Hongo, asociación que, bajo el nombre de **líquenes**, estudiaremos más adelante.

Hongos comestibles y venenosos. —

Los Hongos en general se dividen en dos grandes grupos: los que sirven de alimento, **hongos comestibles**, y los que son nocivos, **hongos venenosos**. Entre unos y otros se han establecido caracteres diferenciales, que resumiremos teniendo en cuenta los más importantes.

Los **hongos comestibles** poseen **olor agradable**; **sabor dulce o indefinido**, pero nunca repugnante; **color pardo violáceo, blanco o ligeramente rosado**; su **aspecto externo** es más bien liso, limpio y seco, y su **estructura** permanece inalterable, si haciéndole un corte al hongo se la pone en contacto con el aire.

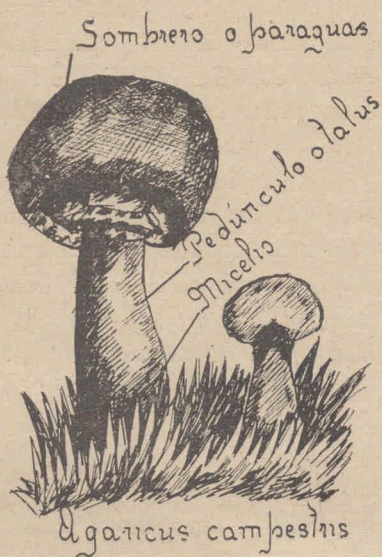


Figura 183

Los **hongos venenosos**, en cambio, poseen **olor** desagradable, fétido; **sabor** amargo y nauseabundo; **color** rojo escarlata, rojo vinoso o amarillo violáceo; su **aspecto externo** es **húmedo**, rugoso, sucio y viscoso, y su **estructura** se altera, si previo corte se la somete a la acción del aire.

Las **propiedades** de estas especies de hongos son importantes, para que las personas, en general, las tengan en cuenta y sepan diferenciar un Hongo comestible de uno venenoso.

Las **propiedades** de los **hongos venenosos** son las de: hacer **ennegrecer** a las cebollas blancas y a la plata, cuando se les hierva juntos, y la de **cortar la leche**; mientras que los **hongos comestibles** tienen como propiedades: **no ennegrecer** a la cebolla blanca y a la plata, cuando se les hierva juntos, **ni cortar la leche**.

Algunas clases de hongos tienen propiedades especiales, como las **levaduras**, que originan la **fermentación alcohólica**, transformando el azúcar en alcohol y $C O^2$.

LIQUENES

Caracteres generales. Nutrición. Reproducción. Color y clasificación. Líquenes útiles. Los líquenes en la naturaleza.

Caracteres generales. — Con anterioridad hemos dicho que los **líquenes** provienen de la asociación íntima de un **Alga** y un **Hongo**, es decir, que el Hongo se une al Alga y mutuamente se ayudan para facilitarse la vida.

Esta ayuda consiste en que el Alga tiene clorófila y fija $C O^2$ del aire y exhala **O**, en tanto el hongo no tiene clorófila y sólo respira, aprovechando el oxígeno que exhala el Alga para fijarlo al respirar. Ahora bien; el hongo al respirar fija **O** y exhala $C O^2$, que a su vez utiliza el Alga, para fijarlo mediante su asimilación clorofílica.

Esta unión del Alga con el Hongo, es una forma especial de parasitismo denominada **simbiosis**.

Si efectuamos un corte en un Lique, para estudiar su estructura, observemos que las hifas del Hongo rodean a las células del Alga, formando el Hongo una especie de corteza y el Alga,

con algunas hifas entremezcladas, constituye una especie de médula (Fig. 184).

Según los Líquenes tengan consistencia o formas variadas, se les denomina foliáceos, fruticulosos, crustáceos, gelatinosos, etc. **Foliáceos**, cuando aparentan ser plantas con hojas; **fruticulosos**, cuando se parecen a vegetales con frutos; **crustáceos**, cuando su consistencia es dura, y **gelatinosos**, cuando su consistencia blanda es parecida a la gelatina.

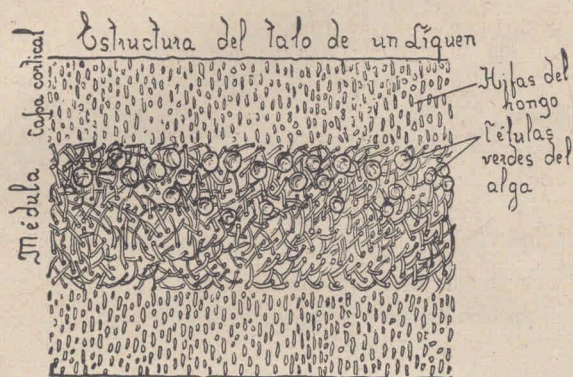


Figura 184

Nutrición.

Le **nutrición** de estos vegetales se deduce fácilmente, recordando en qué consiste la simbiosis que los caracteriza; por consiguiente, se comprenderá que el Hongo, a más de proteger al Alga, le brinda $C O_2$ que exhala al respirar y que ésta necesita para su fotosíntesis, y en compensación, el Alga le ofrece el O que desprende mediante la asimilación clorofílica.

Por otra parte, como todo vegetal con clorófila, el alga forma sustancias orgánicas que el Hongo aprovecha como alimento y procurando que el Alga forme esas sustancias con facilidad, es que le da el $C O_2$ tan necesario, para originarlas.

Reproducción.

En la simbiosis el Hongo es el que se reproduce; por consiguiente, los Líquenes poseen todas las formas de reproducción propias de esos vegetales. Tienen también la propiedad de origi-

nar esporos especiales, denominados **soredios**. En esta forma de reproducción interviene el Alga y el Hongo de la siguiente manera: El Hongo rodea con sus hifas a células del Alga (gonidios) formando corpúsculos, fáciles de transportar por el viento, que son los soredios. El soredio al reproducirse, origina otro Liquen.

Color y clasificación.

El **color** de los Líquenes es semejante al de los Hongos, pudiendo encontrarse algunos en donde prima el color verde del Alga.

En cuanto a su clasificación, si bien las opiniones difieren, se tiende a agruparlos bajo las denominaciones de **Ascolíquenes** y **Basidiolíquenes**, según en su constitución intervenga un Alga y un Hongo del orden de las Ascomicetas o un Alga y un Hongo del orden de las Basidiomicetas, respectivamente.

Agreguemos a esto que algunos Líquenes suelen formarse por la asociación de un Hongo y una **Briófita** de las más inferiores.

También se las clasifica, de acuerdo al medio en que viven, en: **Litófitos**, **Epífitos** y **Terrícolas**. Los primeros habitan sobre las rocas; los segundos sobre los árboles y los terceros sobre la tierra.

Líquenes útiles.

Algunas de estas plantas son utilizadas como alimento, con preferencia en Islandia, donde moliéndolas se obtiene una harina cuyo poder nutritivo se considera la mitad inferior que el de la harina de trigo.

Otros Líquenes se han utilizado en Medicina, reconociéndoseles propiedades para curar la bronquitis, fiebres intermitentes, etc., y otros son explotados por la industria extrayéndose de ellos sustancias colorantes.

Los líquenes en la naturaleza.

Dadas las condiciones de asociación en que viven, estos vegetales se desarrollan perfectamente sobre rocas o en ambientes poco propicios para el desarrollo de toda otra vegetación y preparan el suelo donde habitan, para que sea apto para el desarrollo de otros vegetales.

CAPITULO XV

BRIOFITAS

Caracteres generales. Nutrición y reproducción. Clasificación. Musgos y Hepáticas.

Caracteres generales.

Las Briófitas son vegetales de una organización más adelantada que las Talófitas. Muchas tienen marcada semejanza con las Talófitas; pero en otras encontramos tallo y hojas ligeramente diferenciados. En los tallos (talo) se observan dos regiones: la **corteza** y un rudimento de **cilindro central** o **médula**, en el que algunas células suelen modificarse, esclerificándose, para esbozar rudimentariamente un hacecillo fibro vascular.

El parénquima de la región de la corteza, lo mismo que el de las hojas, es **clorofílico** en algunas Briófitas y **acuífero** en otras.

Las flores que faltan en las Talófitas, tampoco existen en estos vegetales; en cuanto a las raíces, continúan siendo rudimentos unicelulares denominados **rizoides**.

Nutrición y reproducción.

La **nutrición** la efectúan directamente, merced a su condición de plantas **autótrofas**, desde que tienen clorófila, y la **reproducción**, característica especial de estas plantas y de las que estudiaremos luego con el nombre de **Pteridófitas**, es **alternante**, es decir: que consta de **dos ciclos**, uno **sexual** y otro **asexual**, imprescindibles para que una planta origine otra planta.

Clasificación.

Las Briófitas o Muscíneas se clasifican en **Musgos** y **Hepáticas**, que describiremos por separado.

MUSGOS

Caracteres generales. Reproducción.

Caracteres generales. — Los caracteres descriptos al hablar de Briófitas en general, corresponden a los **Musgos**; sin embargo, éstos tienen otros que le son propios, sirviéndoles para diferenciarlos de las **Hepáticas**.

Los Musgos (Fig. 185) son plantitas pequeñas de dimensiones milimétricas, pudiendo alcanzar hasta 20 ó 30 centímetros de longitud; por consiguiente, los tallos de estas plantas son cortos.

Estos tallos se ramifican poco; su color es verde. Están recubiertos por hojas semienvainadas, más bien rudimentarias, escamosas, insertadas aisladamente y en cuya parte media y central, se agrupan las células esbozando una nervadura. Haciéndole un corte transversal al tallo, se observa en su estructura una corteza y un cilindro central.

La **corteza** está formada por una epidermis que se diferencia de un parénquima que en muchos Musgos posee células esclerificadas (con membranas espesadas), que dan consistencia a



Figura 185

la planta.

Al **cilindro central** lo forma un conglomerado de células pequeñas, que se agrupan en la parte céntrica del cilindro, esbozando un rudimento de tejido fibro vascular.

BRIOFITAS

Las raíces no se desarrollan. Poseen únicamente prolongaciones unicelulares — los **rizoides** —, por los cuales, mediante un fenómeno de ósmosis, absorben el alimento que luego elaboran, puesto que, por tener clorófila, son plantas autótrofas.

Se les encuentra viviendo agrupados en cantidad numerosa, en los lugares pantanosos, en las tierras húmedas, en las paredes, árboles, y en lugares secos como la superficie de muchas piedras.

Reproducción.

A cargo de la reproducción, hemos dicho que está el carácter más importante de las Briófitas. Es, pues, en los **musgos**, donde por primera vez en el Reino Vegetal encontramos la **reproducción alternante**, que, como recordaremos, está constituida por dos ciclos evolutivos que se alternan: uno **sexual** y otro **asexual**. Estudiémoslos:

Llegada cierta época de la vida del Musgo, una célula superficial del tallo se diferencia modificándose, modificación que consiste en que la célula se tabica por repetidas multiplicaciones, originando un verdadero receptáculo.

Este receptáculo (Fig. 186, A y B) puede ser de forma ovoidal o parecerse a una **botella**. En el primer caso es un receptáculo **masculino** y se denomina **anteridio**; en el segundo es un receptáculo **femenino** y se llama **arquegonio**.

A las Briófitas lo mismo que a las Pteridófitas por tener arquegonios se las denomina: **arquegoniadas**.

Hay Musgos que en el extremo de su tallo tienen juntos anteridios y arquegonios, son los **Musgos hermafroditas**. Otros tienen en una rama del tallo anteridios y en otra rama arquegonios, son los **musgos monoicos**, y, por último, Musgos hay que sólo tienen órganos masculinos — anteridios — y en otras plantas sólo se encuentran órganos femeninos — arquegonios —, son los **musgos dioicos**.

Las hojas semienvuelven formándoles un **involuvro** (especie de cartucho) a los receptáculos masculinos y femeninos. Cuando semienvuelven a los anteridios, se dice que constituyen un **peri-**

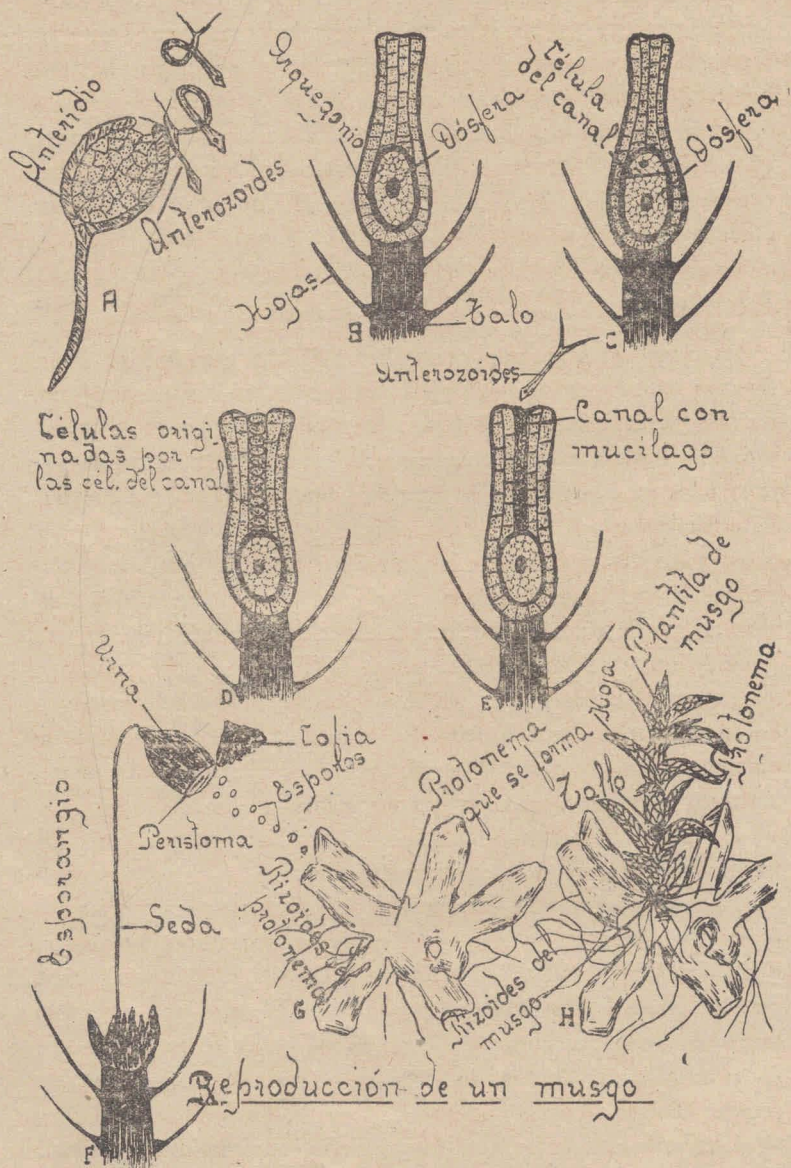


Figura 186

BRIOFITAS

gonio, y una **periquezia** cuando el semienvuelto es un arquegonio.

En el interior del **anteridio** — receptáculo masculino — se originan los **anterozoides**, gametas masculinas producidas por las células que ocupan el interior del receptáculo, denominadas **células madres del polen**.

El anterozoide es alargado, de forma filamentososa (Fig. 186, A) retorcido en espiral. Se le consideran dos partes: un **cuerpo** que contiene **protoplasma**, y una **cola** terminada en **dos pestañas**, que tienen en su interior las **substancias nucleares**.

El **arquegonio** — receptáculo femenino, también originado por el tabicamiento continuo de una célula superficial del tallo — tiene, como hemos dicho, la forma de una botella (Fig. 186, B), en la que se diferencia un **cuerpo** y un **cuello**.

El cuerpo está formado por una o dos capas de células, y el cuello está constituido por cuatro capas de células.

En el interior del cuerpo de la botella, se encuentra una **célula central**, voluminosa, que por tabicamiento se divide antes de madurar el arquegonio en dos células: la inferior es la **oósfera** u **oocélula**, y la superior es la **célula del canal** (Fig. 186, C).

Conocidos los elementos que van a intervenir en este primer ciclo de la reproducción — **ciclo sexual**, desde que intervienen gametas masculinas y femeninas — veamos cómo se efectúa la reproducción.

Al madurar los arquegonios, evolucionan de la siguiente manera: La **célula del canal** se multiplica y origina un conjunto de células que se introducen en el cuello (Fig. 186, D), separando dos a dos, las capas celulares que lo forman. Estas células absorben agua, gelifican sus membranas y se transforman en **mucilago** que ocupa el canal que establecerá comunicación entre el exterior y la oósfera (Fig. 186, E).

En la boca o poro que se forma en el cuello del arquegonio, aparece una gotita del líquido mucilaginoso que llena todo el canal. Este líquido desempeña, con respecto a los anterozoides, las mismas funciones que la substancia que segrega el **estigma** de las **flores de las Angiospermas**, para que se adhiera al **polen**.

Por su parte, los anterideos ya maduros se abren — dehiscen-

cia — y dejan en libertad a los **anterozoides** (Fig. 186, A), que se mueven, siempre que el medio sea líquido o húmedo, merced a las pestañas de su cola, y una vez alcanzada la boca del arquegonio penetran por el cuello, nadando en el líquido mucilaginoso, en procura de la **oósfera** para **fecundarla**.

Fecundada la oósfera, tenemos en el interior del arquegonio un huevo que, por multiplicación, se transforma en un **embrión** vegetal. Este embrión se desarrolla **hundiéndose**, por una extremidad, en la **base** de la botella y proyectando la otra extremidad hacia el exterior, empujando al crecer a la parte superior del arquegonio, que se rompe y queda adherida al embrión, donde la estudiaremos con el nombre de **cofia** (Fig. 186, F).

El embrión, que llamaremos **esporogonio**, crece y en él se diferencian las siguientes regiones: Un pedúnculo por el que se une al arquegonio, la **seda**; un receptáculo en la parte superior, la **urna**, o **esporangio**; una prolongación espiralada de la seda dentro de la urna, la **columela**, y sobre la urna, una adherencia, la **cofia**, que es el trozo de la pared del arquegonio que queda unido a la urna, como lo explicamos recién.

Desarrollado el embrión, ha terminado el ciclo sexual; estudiemos, pues, el otro ciclo.

Las células internas de la urna o esporangio — células madres de los esporos — originan gérmenes especiales, los **esporos**. Cuando éstos están maduros, la urna se abre por dehiscencia, dehiscencia que se efectúa por deshidratación de las células que rodean a la cofia, formando una zona denominada **opérculo**. Abierto el opérculo, salen los esporos (Fig. 186, F), que tienen dos membranas, una externa, la **exosporia**, y otra interna, la **endosporia**, y caen a tierra — a veces impulsados por células transformadas, los **eláteros**, que están dentro de la urna — donde germinan si se encuentran en ambiente propicio, para desarrollarse y originar un cuerpo vegetal rudimentario, el **protonema**, que se fija a la tierra mediante rizoides (Fig. 186, G).

El protonema aumenta de tamaño y después da margen, por su cara superior, a **yemas** que originarán una plantita nueva de Musgos, que a su vez emitirá rizoides (Fig. 186, H).

BRIOFITAS

El ciclo ha terminado y con ello la reproducción alternante que ha originado un nuevo vegetal.

Agreguemos a estos conocimientos, que los Musgos se reproducen también por multiplicación vegetativa, produciendo para ello **brotos** denominados **propágulas**, que se transforman en nuevas plantas.

HEPATICAS

Caracteres generales.

Las **Hepáticas** es un conjunto de Briófitas de organización mucho más sencilla que los Musgos.

Sus tallos son rastreros, con un parénquima poco diferenciado; sus hojas son escamosas y semienvainadoras, y sus raíces están representadas por rizoides unicelulares.

Vegetales con clorófila, son, por consiguiente, autótrofos. Están representados por pocas familias. Algunas viven en lugares húmedos y su estructura es higrófila, y otras viven en lugares secos y su estructura es xerófila.

Reproducción.

En términos generales, la reproducción alternante de las Hepáticas es similar a la de los Musgos, salvo escasas variantes.

El tallo rastrero emite ramas o tallos de dirección vertical. En cada rama de éstas se diferencian por multiplicación de una célula epidérmica, un **anteridio** o un **arquegonio**.

El anteridio tiene en las Hepáticas la forma de una **copa**, que en su interior origina los **anterozoides**; el **arquegonio**, donde está la **oófera**, tiene la forma de botella, que ya le conocemos.

Fecundadas las gametas masculina y femenina, se origina el **huevo**, que engendra el **embrión**.

Este embrión, también semejante al descrito en los Musgos, abre su urna por dehiscencia en forma de cuatro valvas y los esporos caen a tierra, siendo expulsados a cierta distancia de la planta, merced al impulso que reciben de células estériles denominadas **eláteros**, que se encuentran en el interior de la urna.

El espora continúa el ciclo **asexual**, se produce el **protonema** y éste origina la nueva planta.

CAPITULO XVI

PTERIDOFITAS

— o —

CRİPTOGAMAS VASCULARES

Caracteres generales. Nutrición. Reproducción de un Helecho y una Selaginella. Clasificación.

Caracteres generales.

El último grupo de las Criptógamas está representado por las **Pteridófitas** o **Criptógamas Vasculares**, plantas más desarrolladas que las Briófitas, puesto que no sólo poseen hojas y tallo, sino que también tienen una raíz con su correspondiente zona de la corteza y su cilindro central, provisto de un hacecillo fibro vascular. Claro está que la estructura de esa raíz no es tan perfecta, como la estructura de la raíz de un vegetal superior (Fanerógamas).

El parénquima de la corteza y cilindro central del tallo, está mejor organizado que en las Briófitas, y lo mismo pasa con el mesófilo de las hojas.

En los tallos y hojas de las Briófitas, un grupo de células se dispone bosquejando un rudimento de hacecillo fibro vascular; mientras que en los tallos y hojas de las Pteridófitas, ese rudimento se transforma en un verdadero tejido fibro leñoso, que en la hoja se llama **nervadura**. Digamos que en estos vegetales, el líber se dispone envolviendo al leño, estando el hacecillo en tallos y raíces, separado de la corteza por un **periciclo** o **zona rizógena** y una **endodermis**.

Los Helechos alcanzan alturas variables. Los hay como los Culantrillos que son plantas de pocos centímetros, y como los Helechos arborescentes, que suelen alcanzar hasta más de doce metros de altura, pareciéndose notablemente a las Palmeras.

PTERIDOFITAS

Nutrición.

Vegetales autótrofos por tener clorófila, se bastan a sí mismos, nutriéndose con los elementos simples que extraen del suelo mediante sus raíces y que luego transforman en sustancias compuestas, merced a la asimilación clorofílica.

Reproducción de un Helecho.

Conocido lo que antecede, digamos que este grupo de plantas se caracteriza, lo mismo que las Briófitas, por poseer **reproducción alternante**, y como ellas, por poseer arquegonios, son **arquegoniadas**.

La reproducción es, en su delineamiento general, similar a la ya estudiada; con la diferencia de que, mientras en las Briófitas **primero se produce el ciclo sexual** y después el ciclo asexual, en las Pteridófitas, **primero se origina el ciclo asexual** y luego el sexual.

La reproducción alternante de las Criptógamas Vasculares, vamos a estudiarla primero, en una planta de Helecho.

Los **Helechos** son Pteridófitas superiores, que poseen tallos subterráneos de la categoría de los **rizomas**, recubiertos por hojas escamosas modificadas (catáfilas).

Estos tallos crecen por su parte anterior y se marchitan por su parte posterior. Originan de trecho en trecho manojos de hojas compuestas, llamadas **frondas**, que al nacer lo hacen estando **arrolladas como una espiral**, que se desarrolla a medida que crecen.

Resumiendo: un helecho tiene raíz, tallo (rizoma) y hojas.

La raíz y el tallo, poseen una corteza y un cilindro central. En la **corteza** se diferencia una epidermis, un parénquima cortical y una endodermis, y en el **cilindro central** se observan una zona rizógena y una médula con un manojito de hacecillos líbero leñosos, concéntricos.

Vamos ahora el proceso reproductivo:

En la cara inferior de una hoja cuya estructura se asemeja a la de una Fanerógama, se observan unas elevaciones, pequeñas

y redondeadas, localizadas a los costados de las nervaduras (Fig. 187, A), producidas a expensas de modificaciones de las células de la epidermis. Estas elevaciones, denominadas **soros**, las vemos más aumentadas en la (Fig. 187, B).

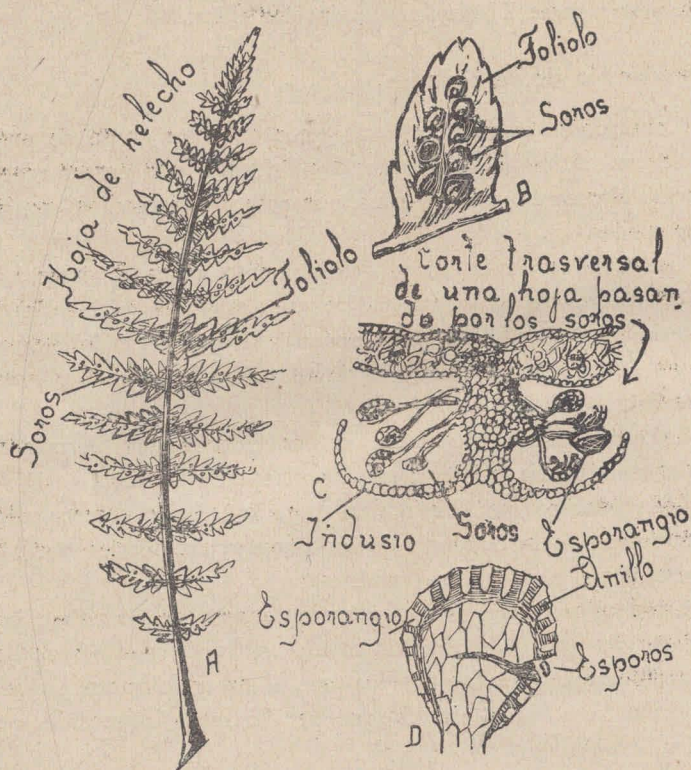


Figura 187

Supongamos ahora que le hacemos un corte transversal al foliolo de una hoja de helecho, pasando por los soros, como lo muestra la (Fig. 187, C), y observaremos en el soro, que es hueco, lo siguiente: un techo formado por el mesófilo del foliolo y una membrana, expansión de la epidermis, que lo cierra por debajo y por los costados, denominada **indusio**.

En el interior del soro se ven unos cuerpecitos, los **esporan-**

gios, rodeados por células estériles (paráfisis). Todo esporangio (Fig. 187, D) tiene dos partes: un **pedúnculo**, que lo une a la pared del soro, y una **cápsula** o **urna**, parecida a un casco romano y en cuyo interior se originan los **esporos**. En el ecuador de esta urna se diferencian unas **células cúbicas**, que, como veremos, son importantes.

Antes de madurar, el soro tiene color verde, y al madurar, se torna pardo.

Cuando el soro madura, trata de abrirse, y entonces las **células cúbicas** del esporangio, por deshidratación, provocan la apertura de la urna — fenómeno de dehiscencia —, dejando en libertad a los esporos, células diferenciadas, de forma tetraédrica, cubiertas por dos membranas: una externa, la **exosporia**, y otra interna, la **endosporia**.

En condiciones propicias el espora germina originando dos células, de las cuales la posterior nutre a la anterior y luego desaparece y la anterior sigue tabicándose, hasta producir un cuerpo vegetal denominado **prótalo**.

Queda, con esto, **terminado el ciclo asexual**. Estudiemos ahora el ciclo sexual.

El **prótalo** es cordiforme, por tener forma acorazonada (Fig. 188, A), cuyo diámetro es de un centímetro. Con abundante clorófila, es delgado en su extremidad y espeso donde forma la escotadura del corazón, espesor denominado **almohadilla**.

Por su cara inferior, el **prótalo** **emite rizoides** que lo nutren y en su cara superior se observa la formación de eminencias o elevaciones. Unas, cercanas al extremo, de forma ovoidal y pediculadas, son los **anteridios**; otras, cerca de la escotadura, en forma de botella, son los **arquegonios**, cuyo cuello emerge en el **prótalo**, mientras el cuerpo permanece introducido en el espesor de la **almohadilla**.

La constitución de anteridios y arquegonios, es semejante a la estudiada en la reproducción de las Briófitas. Dentro de los anteridios, las **células madres de los anterozoides** originan a éstos, cuya forma es espiralada; dentro del arquegonio está la **oófera** y la **célula del canal**.

Producida la dehiscencia del anteridio, los **anterozoides** llegan al arquegonio; penetran por el canal y **fecundan a la oófera**, siguiendo el mismo proceso que ya estudiamos en el capítulo anterior.

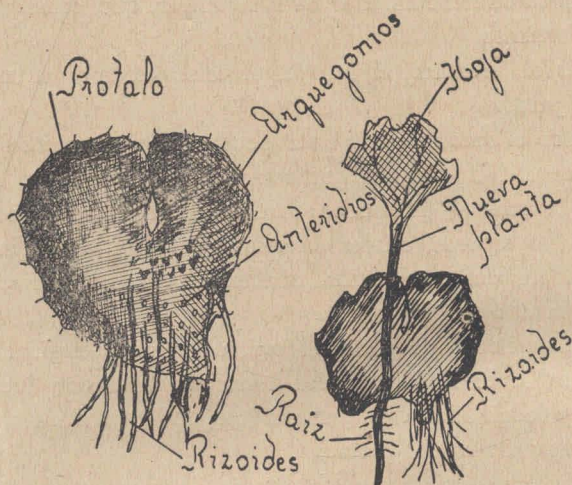


Figura 188

Al fecundarse la oófera, se forma el **huevo**; éste se multiplica constituyendo un **embrión vegetal**, formado por **cuatro células**, de las cuales las **dos superiores** originarán el **tallo** del nuevo vegetal, y de las **dos inferiores**, una constituirá la **raíz** y la **otra** la **primera fronda (hoja)**, terminando el ciclo sexual.

Agreguemos a lo dicho, que en todo **prótalo** sólo la oófera de un arquegonio se fecunda y desarrolla, atrofiándose las demás.

Reproducción de la Selaginella.

Ahora bien. Esta reproducción alternante, que hemos estudiado tomando como ejemplo al **Helecho**, en algunas Pteridófitas experimenta variaciones de detalles. Por ejemplo, en la **Selaginella Spinulosa**, (de tallos rastreros, con hojas triangulares, pequeñas, y raíces con un solo hacesillo líbero leñoso), los esporangios se desarrollan en los extremos de las ramas, denominándose

PTERIDOFITAS

macrosporangios y **microsporangios**. Los **primeros**, originan esporos que al germinar producen prótalos que **sólo forman arquegonios** y los **segundos**, originan esporos que al germinar producen prótalos que **sólo forman anteridios**.

La forma de originarse estos esporos, es la siguiente: Dentro de los macrosporangios se diferencian cuatro **macrosporos** de gran tamaño. La dehiscencia de estos macrosporangios es crucial (dos hendiduras que se cortan en cruz). En cada macrosporo se originan **dos células**; una de ellas, que no se divide, representa al prótalo y la otra, multiplicándose, forma el **arquegonio** que contendrá la oófera y la **célula del canal**. Por su parte, dentro de los microsporangios, se diferencian numerosos **microsporos**, que cuando se produce la dehiscencia, que es transversal, salen al exterior conteniendo dos células: una que no se tabica, que representa al prótalo, y otra que, multiplicándose, origina el anterideo donde se diferencian las **células madres de los anterozoides** que van a producir estas gametas.

Concluída la faz asexual, la **oófera** producida por el arquegonio es fecundada por un **anterozoide**, originado en los anteridios, organizándose el **huevo**.

Después, el huevo se divide en dos células: una se alarga y forma el suspensor; la otra origina el **embrión**, en el que se observa: una **eminencia central**, que producirá el **tallo**; opuesto a ésta, otra **eminencia**, que producirá la **raíz**, y a los costados dos **elevaciones laterales**, que se transformarán en las primeras hojas.

Clasificación.

Las Pteridófitas se dividen en **Filicíneas**, **Equisetíneas** y **Lycopodíneas**, que pueden ser isospóreas y heterospóreas.

Se dice que las Pteridófitas son **isospóreas**, cuando poseen el primer tipo de reproducción alternante estudiado; es decir, cuando sus esporos producen prótalos que dan anteridios y arquegonios.

Y a la inversa, se las denomina **heterospóreas**, cuando originan esporos de dos clases; unos que producen prótalos que dan

arquegonios y otros que se transforman en prótalos que dan anteridios.

La clase de las **Filicíneas** agrupa tres órdenes: los **Helechos** y **Maratíneas**, que son isospóreos, y las **Hidropteridíneas**, que son heterospóreas.

La clase de las **Equisetíneas** comprende una sola familia: las **Equisetáceas**, que son isospóreas; pero a pesar de esto, suele el prótalo originado, no tener anteridios y arquegonios (caso en que es **monoico**), y en cambio ser **dioico**, es decir, producir uno arquegonios y otro anteridios.

La clase de las **Licopodíneas**, por último, comprende las familias de las **Licopodiáceas**, **Isoetáceas** y **Selagineláceas**. La primera de ellas es isospórea y las otras dos heterospóreas.

CAPITULO XVII

FANEROGAMAS

GIMNOSPERMAS — ANGIOSPERMAS

Caracteres generales.

Hemos clasificado las plantas del Reino Vegetal, en **Criptógamas** o **Esporófitas** y **Fanerógamas** o **Seminíferas**. Esporófitas, las primeras, por reproducirse por esporos, y Seminíferas, las segundas, por originarse por semillas. En las **Criptógamas** hemos estudiado las Talófitas, las Briófitas y las Pteridófitas. En las **Fanerógamas**, estudiaremos las Gimnospermas y las Angiospermas. Las dos grandes divisiones del Reino Vegetal, tienen entre sí diferencias notables, no sólo en lo que se refiere a los tallos, raíces y hojas, sino también en la reproducción. En el estudio hecho de las Criptógamas, recién en las Pteridófitas encontrábamos tejidos con un grado de adelanto; y recién en ellas el rudimento de tejido fibro vascular que estudiamos en las Briófitas, comenzaba a tomar verdaderos contornos. En las Pteridófitas, también las raíces y las hojas, cruzaban por un proceso evolutivo, siempre tendientes a la mayor perfección; pero **faltaban las flores**, como faltan en todas las Criptógamas.

Las Phanerógamas en cambio, como característica principal, tienen flores y se reproducen por semillas. Estas plantas que son las más desarrolladas del Reino Vegetal comprenden, como hemos dicho, dos grandes grupos: las **Gimnospermas**, plantas con óvulos desnudos y las **Angiospermas**, plantas con óvulos alojados en un ovario. Las estudiaremos por separado.

GIMNOSPERMAS

Caracteres generales. Elementos que intervienen en la reproducción. Fecundación. Clasificación.

En las Gimnospermas, la constitución de las raíces, tallos y hojas, reafirman el progreso de la estructura vegetal. Las raíces y los tallos, nos permiten distinguir en ellos dos zonas perfectamente demarcadas: una exterior, la **corteza**, y otra interna, el **cilindro central**. En la primera encontramos los tejidos que ya conocemos: una epidermis (que puede faltar en el tallo por haberse formado una capa de suber a expensas de las células más externas del tejido parenquimático), un tejido parenquimático externo y otro interno y una endodermis, conteniendo todos los elementos ya conocidos. En el cilindro central, en el que tenemos la zona rizógena, el tejido fibro vascular adquiere un gran desarrollo, sirviendo de órgano de sostén de la planta y de órgano de nutrición de la misma.

El crecimiento en grosor de los tallos, y también de la raíz, se produce en la forma ya conocida, o sea: en la médula, una capa de células parenquimáticas que han readquirido la propiedad de reproducirse y que, con el nombre de **cambium**, se localiza entre el líber y el leño, espesa al cilindro central; respecto a la corteza, otra capa, llamada **felógeno**, dará origen al crecimiento en grosor. Las raíces y los tallos de las Gimnospermas crecen en longitud, teniendo caracteres especiales. En efecto, el crecimiento en longitud de los tallos, siempre está dado por una sola célula y son monoacrocaules; mientras que el crecimiento en longitud de las raíces siempre tiene por origen tres células meristemáticas, recibiendo, por lo tanto, el nombre triacrorrizas.

En las Gimnospermas existen plantas que oscilan alrededor de los 100 y 130 metros de longitud, alcanzando el diámetro de su circunferencia dimensiones considerables. Las hojas de estas plantas son alargadas, con un tejido parenquimático bastante compacto, que les da mayor consistencia.

Estos vegetales tienen un carácter especial, propio de las plantas Fanerógamas. Me refiero a los órganos florales, engendradores de los elementos femeninos y masculinos de estos vegetales.

GIMNOSPERMAS

Pero las flores en las Gimnospermas son rudimentarias. No poseen cáliz, ni corola, ni ovarios. Sus óvulos están situados sobre hojas carpelares abiertas, que carecen por consiguiente de partes diferenciadas como el estilo y el estigma. Por carecer de ovario que los proteja, los óvulos se llaman desnudos. En las flores masculinas — las flores en las Gimnospermas son unisexuales — se encuentran hojas modificadas (estambres u **hojas estaminales**) las que originan el polen.

Elementos que intervienen en la reproducción.

Conocidos los puntos de origen donde se desarrollan los gérmenes sexuales (polen y óvulos), entraremos a la descripción de éstos.

El polen es un organúsculo de ínfimas proporciones, que se origina en los sacos polénicos de las hojas estaminales; está formado por un tejido protoplasmático, dividido en dos por un tabique celulósico; cada división de éstas corresponde a una célula, es decir, que cada grano de polen de una Gimnosperma comprende de dos células; una más voluminosa, llamada vegetativa, y la segunda más pequeña, llamada germinativa. Estas dos células están encerradas por una envoltura doble, compuesta por dos membranas; una externa, llamada la exina, y otra interna, llamada intina.

Eso, en cuanto a los órganos masculinos.

Los órganos femeninos, están, como dijéramos anteriormente, representados por un óvulo sin estuche, es decir, **sin cápsula de envoltura u ovario**. Los óvulos tienen una forma ovoide, son **ortótropos**, cubiertos por una sola membrana; de ahí el nombre de **unitegminados**. En su parte superior se encuentra la **micrópila** y entre ésta y las paredes del óvulo existe un espacio conocido con el nombre de **cámara polénica o micropilar**. En el interior del óvulo, hay un conglomerado de células, **nucelo**, una de las cuales aumenta considerablemente de volumen, hasta ocupar una gran porción del interior del óvulo. Esa célula más grande se conoce con el nombre de **célula madre del endosperma** (Fig. 189, A), que tiene, como toda célula, un núcleo, el cual se divide en

ocho nuevos núcleos; estos continúan dividiéndose y en torno de ellos se tabica el protoplasma originándose células que, disponiéndose en capas superpuestas, llenan el interior de la célula madre del endosperma.

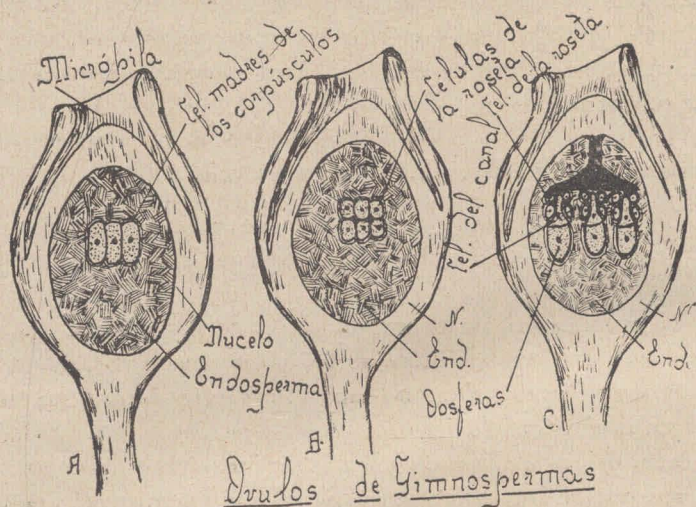


Figura 189

Este conjunto de células constituyen el **endosperma**.

De entre todas las células que llenan a la célula madre del endosperma, se diferencian, por aumentar de volumen, tres, cinco, y a veces quince células.

Supongamos, que en el caso que nos interesa, en el óvulo de Gimnosperma, se han diferenciado tres células (Fig. 189, A); estas tres células crecen un poco, luego se dividen transversalmente (Fig. 189, B), las tres superiores originan, cada una por división crucial (dos tabiques que se cortan en cruz), una especie de tapón formado de células, que va a reforzar, como queriendo obstruir la entrada por la micrópila; esas células superiores se conocen con el nombre de células de la roseta (Fig. 189, C). Las tres células inferiores también se dividen transversalmente, y llegará un momento dado, que tendremos dentro de la célula madre

GIMNOSPERMAS

del endosperma las siguientes células diferenciadas: un conjunto de células superiores — las **células de la roseta** — tres células medias y tres células inferiores.

Las **tres células medias**, son células que multiplicándose van a originar un tejido, que se introduce entre el tejido de las células de la roseta. Estas tres células se conocen con el nombre de **células del canal**. Por último, las **tres células inferiores**, son las verdaderas oósfemas o células aptas para ser fecundadas.

Entendamos bien; que **por cada oófema** que se encuentra en un óvulo de Gimnosperma, se encuentra encima **una célula del canal** y a su vez, más arriba, un **conjunto de células de la roseta**.

Fecundación.

La fecundación es directa. El grano de polen cae en la cámara polénica, sufre el proceso que ya conocemos de hipertrofia y entonces la intina rasga la exina y tendremos formado el **tubo polénico**.

La primera célula que se introduce en el tubo polénico, es la más voluminosa que encontráramos en el interior del grano de polen, o sea la **célula vegetativa**. El papel de esta célula, es el de alimentar el tubo polénico y guiarlo en sus movimientos. Atrás de la célula vegetativa, se introduce la **célula germinativa**. El tubo polénico penetra por la micrópila, atraviesa el canal que le forman las células del canal, dentro del conglomerado celular que han originado las células de la roseta, y siempre descendiendo merced al crecimiento continuo, llega la punta del tubo polénico a ponerse en contacto con una de las oósfemas. Ahora bien; mientras crece el tubo polénico, desaparece la célula vegetativa, y la germinativa se divide en dos; una de ellas desaparece, originando antes una especie de rizoide. la otra se divide en una célula estéril y en otra que produce los anterozoides, uno de los cuales se une con una de las oósfemas y la fecunda, originándose, por consiguiente, el embrión vegetal.

En todas las Gimnospermas, pueden fecundarse varios óvulos; pero sólo uno de los óvulos fecundados evoluciona; los otros se atrofian.

Clasificación.

Las Gimnospermas se clasifican en tres familias: **Coniferáceas**, **Cicadáceas** y **Gnetáceas**.

A las primeras corresponden, entre otras plantas, los **Pinos**, **Araucarias**, **Abetos**, etc.

Entre las segundas, citaremos las **Cycas**, y entre las últimas, las **Efedras**.

CAPITULO XVIII

ANGIOSPERMAS

Caracteres generales. Nutrición y reproducción. Clasificación.

Caracteres generales.

Las **Angiospermas** constituyen el último grupo de las plantas y el más importante de todos, habiendo superado a los demás vegetales en el perfeccionamiento de su desarrollo.

Raíz, tallo, hoja, flor, fruto y semilla, sintetizan el ciclo de ese adelanto.

Sus **raíces** y **tallos**, poseedores de una estructura bien definida, dividida en dos zonas: **corteza** y **cilindro central**. Sus **hojas**, con un mesófilo clorofílico en parte, amilífero en otra; pudiendo, según los casos, ser regular o irregular. Sus **flores**, provistas de los cuatro ciclos (flores completas) o careciendo de alguno de ellos (flores incompletas); pero caracterizadas por la existencia de **ovario**, en las que tienen gineceo; mientras que las Gimnospermas, como ha de recordarse, carecían de él. Sus **frutos**, numerosos, muy utilizables en la alimentación, lo mismo que gran parte de sus **semillas**, de las que se extraen sustancias alimenticias, básicas en la nutrición del hombre.

Nutrición y reproducción.

La nutrición se efectúa por absorción de elementos simples al nivel de la raíz, que, como son vegetales autótrofos, elaboran transformándolos en sustancias compuestas, aptas para alimentarse.

Sobre la reproducción no insistiremos, pues ya la hemos es-

tudiado al hablar de "Flor" y de "Polenización y Fecundación" en los Capítulos VII y VIII.

Clasificación.

Las Angiospermas se clasifican en **Monocotiledóneas** y **Dicotiledóneas**, según posea al nacer la planta **un cotiledón** (hoja modificada) o **dos cotiledones**.

MONOCOTILEDONEAS

Las **Monocotiledóneas** son plantas cuyas **raíces** pertenecen a las clasificadas con el nombre de **raíces en cabellera** o **atípicas**, o sea raíces donde no existe un eje principal, sino que hay varios de igual calibre, extensión, etc.

La estructura de estas raíces está dada por una corteza y un cilindro central, en los cuales se disponen varias capas de células: epidérmicas, parenquimáticas, etc.

En el cilindro central de los tallos y raíces, los **hacecillos** líbero leñosos se distribuyen más o menos arbitrariamente; pero conservando, sin embargo, una disposición de círculos concéntricos. Como se recordará, son **hacecillos cerrados**.

Las raíces y tallos de estas plantas, **carecen de formaciones secundarias**; por consiguiente, en ellos falta el **felógeno** y el **cam-bium**, que originan el crecimiento secundario en la corteza y el cilindro central, respectivamente, de las **Dicotiledóneas**.

Las **hojas** son alargadas, envainadoras, y sus nervaduras entran dentro de la clasificación de las **simplicinervadas**.

Las **flores** de las **Monocotiledóneas** ofrecen las siguientes características: escasa diferenciación entre **cáliz** y **corola** que son petaloides (perigonio); **androceo** formado por seis estambres, distribuidos en dos ciclos; **gineceo** constituido por tres carpelos, en cuyo interior se originan **semillas** con albumen caroso y embrión carente de sustancias nutritivas de reserva.

La fórmula de estas flores es: $Pc\ 3+3, A\ 3+3, G\ 3$.

De esta fórmula se deduce que son flores **pentacíclicas trimeras**.

ANGIOSPERMAS

Estos vegetales se clasifican a su vez en cuatro órdenes: **Gramináneas**, **Juncúneas**, **Iridíneas** y **Lilíneas**, encontrándose entre ellas plantas útiles como el Trigo, Maíz, Avena, Cebada, Sorgo, Zarzaparrilla, Centeno, Arroz, etc., etc.

DICOTILEDONEAS

Las **Dicotiledóneas** son plantas de raíces por lo común típicas, teniendo un eje central más desarrollado de forma cónica.

Los **tallos** son de formas irregulares. Su estructura, ya explicada al hablar de "Tallos", varía anualmente en las plantas que viven más de un año, variación dada por la producción en la corteza y cilindro central, de formaciones secundarias a cargo del **felógeno** y del **cambium**.

Las **hojas** son pequeñas, de formas múltiples, retinervadas, a veces simples y otras veces compuestas.

Sus **flores** son por lo común pentámeras o tetrámeras y están constituidas, generalmente, por cuatro ciclos, siendo, por consiguiente, hermafroditas. Otras veces, puede carecer de algunos de los ciclos.

Las fórmulas de estas flores son:

Flor pentámera = $K\ 5, C\ 5, A\ 5 + 5, G\ 5$.

Flor tetrámera = $K\ 4, C\ 4, A\ 4 + 4, G\ 4$.

Las **semillas**, originadas en el interior de ovarios (después frutos), son albuminadas o carentes de albumen, con los cotiledones repletos de sustancias alimenticias de reserva.

La descripción de las raíces, tallos, hojas, flores, frutos y semillas de las Dicotiledóneas, es la que se ha dicho en la primera parte de este libro.

Las Dicotiledóneas se dividen de acuerdo a sus caracteres florales, en una forma un tanto artificial, en: **Apétalas superováricas**, **Apétalas inferováricas**, **Dialipétalas superováricas**, **Dialipétalas inferováricas**, **Gamopétalas superováricas** y **Gamopétalas inferováricas**.

Entre ellas citemos algunas útiles, como las Lentejas, los Durazneros, los Porotos, Arvejas, Ciruelos, Damascos, Peras, etc., etc.

CAPITULO XIX

FITOGEOGRAFIA

Generalidades. Factores que influyen en la distribución de los vegetales. Caracteres de las formaciones de vegetación. Distribución geográfica de la flora argentina.

Generalidades. — En los comienzos de este libro, dividimos a la Botánica en general, especial y geográfica. Conocidas las dos primeras, damos algunas nociones sobre la última.

La **Geografía Botánica**, denominada también **Fitogeografía**, estudia los caracteres de las plantas según las zonas que habitan en la corteza terrestre. Esto es hablando en términos generales; pero también dentro de cada país existe una Geografía Botánica propia, es decir, se estudian los caracteres de los vegetales según las zonas en que están distribuídos en ese país.

Por consiguiente, la **Argentina** tiene su **Fitogeografía** especial, y sobre ella intensificaremos las nociones correspondientes.

Factores que influyen en la distribución de los vegetales.

Toda planta nace y se desarrolla, siempre que una serie de factores le sean propicios. Esos factores también influyen en la distribución geográfica, pues, como es fácil comprender, no todos los climas, alturas y composición de la tierra son aptos para el desarrollo de todos los vegetales.

Este conjunto de factores o agentes que influyen en el desarrollo de la vegetación, distintos según las regiones en que se los estudie, son los que dan margen a que la tierra se divida en **zonas**. Una **zona**, por consiguiente, es una región de la tierra donde la acción de ciertos factores, da caracteres especiales a las plantas que en ella se desarrollan.

FITOGEOGRAFIA

Esos agentes a que nos referimos, son Climatológicos, Edáficos, Geológicos y Geográficos.

Climatológicos, son los derivados del clima, como el calor, la humedad, la luz, el viento, las lluvias, etc.

El **calor** es de capital importancia en el desarrollo de la vegetación, mucho más exuberante en los climas tórridos, abundante en los templados y escasa en los fríos.

Esta diferencia de calor está dada por la **altura** o **altitud** de la tierra sobre el nivel del mar y por la **latitud**.

Cuanto mayor es la altitud, menor es la vegetación. De esto se deduce, por que en las praderas la vegetación es abundante y escasa o nula en las altas montañas.

En términos generales, puede establecerse que partiendo del nivel del mar hasta una altura de 1.300 a 1.900 metros, la vegetación se desarrolla bien y es abundante. A partir de este límite hasta los 2.200 ó 2.300 metros, la vegetación disminuye. Pasada esta altura, hasta los 2.700 metros, la vegetación que se encuentra, está constituida por arbustos pequeños, escasamente desarrollados. Por último, desde los 2.700 metros en adelante, las plantas se tornan raquíticas, encontrándose a ciertas alturas, únicamente líquenes.

La latitud también influye, como ya lo dijimos. **Cuanto mayor es la latitud, mayor es la vegetación.** De ahí que, acercándonos al ecuador, la vegetación sea más abundante y lujuriosa; mientras que si nos alejamos, va disminuyendo en exuberancia hasta llegar a las latitudes árticas, donde desaparece por completo.

Una ojeada sobre la República Argentina, comprobará lo dicho: En los altos picos de los Andes, la vegetación va raleando hasta desaparecer; mientras que en las pendientes y valles, las plantas se desarrollan en abundancia. **Demuestra esto la influencia de la altitud.**

En la **parte norte** de la República, la vegetación es lujuriosa; pero a medida que nos acercamos al **sur**, ralea hasta estar únicamente representada por arbustos raquíticos, que luego también desaparecen. **Demuestra esto la influencia de la latitud.**

Los vegetales, según el grado de temperatura en que pueden vivir, se clasifican en:

Megatermos, vegetales que toleran temperaturas medias superiores a 20° (Plantas de climas tropicales y subtropicales).

Mesatermos, vegetales que toleran temperaturas medias entre 15° y 20° (Plantas de climas templados).

Microtermos, vegetales que toleran temperaturas medias entre 0° y 15° (Plantas de climas fríos).

Hequistatermos, vegetales que toleran temperaturas medias de 0° (Plantas de climas muy fríos).

La **humedad**, otro de los factores climatológicos, influye también sobre el desarrollo de los vegetales. Plantas hay que viven en el agua, otras que prefieren los terrenos húmedos y otras que se desarrollan mejor en climas más bien secos. (Plantas higrófilas, higrófitas y xerófitas).

La **luz**, cuya importancia ya conocemos, puesto que permite la vida autótrofa de los vegetales que poseen clorófila, es innegablemente importante en el desarrollo de la flora.

La distribución de la luz, no está repartida sobre la tierra en forma equitativa, puesto que hay regiones que la reciben con mayor intensidad que otras; fenómeno motivado, según los rayos solares la iluminen perpendicular u oblicuamente.

En el ecuador, donde el sol cae a plomo, la vegetación es exuberante; en las regiones polares, donde la noche dura meses, porque los rayos solares han alcanzado el máximo de su oblicuidad, la vegetación no se produce.

También esto es demostrable en la Argentina: El norte, más cerca del ecuador que el sur, es mucho más pródigo en vegetación, puesto que la oblicuidad de los rayos solares que iluminan a Santiago del Estero, Formosa, Misiones, etc., es menor que la de los rayos solares que iluminan a Santa Cruz o Tierra del Fuego.

Como excepción a la regla, diremos que hay plantas sin clorófila (hongos), que pueden vivir en la obscuridad.

El **viento**, si no es muy intenso, caso en que estropea al vegetal, es útil; pues no sólo renueva el aire que las plantas respi-

ran, sino que actúa como agente propicio para la propagación de los vegetales, trasladando, de un sitio a otro, al polen y a las semillas.

En cuanto a las **lluvias**, influyen poderosamente en el desarrollo de la vegetación. A mayor frecuencia de lluvias, mayor aptitud de la tierra para el desarrollo de las plantas. Existen, sin embargo, plantas a las que perjudica mucha lluvia, son las **Ombrofobas**; mientras que las que necesitan mucha lluvia, son las **Ombrófilas**.

Estudiados los factores climatológicos más importantes, y conocidos los **geográficos**, puesto que hemos hablado de altitud y latitud, y que completaremos citando a las **montañas** y a la acción de los ríos, que activan la vegetación en las zonas que limitan sus márgenes, veamos los **factores edáficos y geológicos**.

Los factores edáficos son los concernientes a la composición del suelo.

Se deduce de ello, que en los suelos ricos en substancias nutritivas, los vegetales se desarrollan mejor. Los nitratos, fosfatos, carbonatos y sulfatos de hierro, calcio, sodio, potasio, etc., son los más favorables para nutrir la planta; claro está que estos elementos no están en todos los suelos; de ahí que muchas veces se recurra al método del abono, que ya estudiamos, para enriquecer a la tierra.

Estas diferentes composiciones químicas de la corteza terrestre, hace que existan zonas propicias para el desarrollo de ciertas clases de plantas y no aptas para el cultivo de otras.

Los factores **geológicos** se refieren a cómo se distribuyeron en otras épocas las plantas sobre la tierra; pudiendo así deducirse de acuerdo a los caracteres de los vegetales estudiados, los factores climatológicos, geográficos y edáficos de una misma región pero en épocas distintas.

Caracteres de las formaciones de vegetación.

A los efectos de la distribución de las plantas, en la corteza terrestre, se consideran **nueve zonas o formaciones de vegetación**, que describiremos en forma resumida.

La **primer** zona es la **Región tropical húmeda**, región de temperatura elevada, donde llueve abundantemente, factores que provocan el desarrollo de una vegetación variada y lujuriosa.

Los árboles forman bosques impenetrables, selvas hermosísimas, donde abundan plantas como las Acacias, Palmeras, Bananeros, etc., y otras como ser: Helechos, Líquenes, Musgos, Lianas, Cactus, etc.

Esta zona abarca en **Asia** y **Oceanía**, el Indostán, Indochina, Nueva Guinea, Filipinas, Malasia e islas Marquesas; en **Africa**, la región comprendida entre el paralelo 20° de latitud sur y el límite del Sahara, y en **América**, la región del Amazonas y sus afluentes.

La **segunda** zona es la **Región tropical de los bosques secos y de las sábanas**, región donde llueve menos y la temperatura pasa de los 25° C., pudiendo llegar a 50° C., poblada por bosques y praderas, denominadas, estas últimas, **sábanas**.

Esta zona abarca el **Africa** en su casi totalidad y la parte central del **Brasil**, caracterizándose la vegetación en que las plantas poseen hojas **áfilas** y caducas; siéndoles esto de utilidad para defenderse de lo seco y caluroso del clima, evitando una abundante evaporación de agua.

En la **tercera** zona, **Región de las selvas subtropicales**, las lluvias abundan y la temperatura media oscila en los 20° C. La vegetación es exuberante, pareciéndose en esto a la Región húmeda.

Comprende el sur de **Brasil**, **Bolivia**, **Méjico**, norte argentino, **Paraguay**, **Australia**, **Nueva Zelandia** y **Japón**.

La **cuarta** zona, **Región de los bosques espinosos y praderas templadas**, tiene una vegetación formada por **bosques** de árboles poco desarrollados y por **llanuras** sin árboles, donde abunda el pasto mezclado con plantas espinosas, como los Cardos, Cepacaballo, Abrojos, etc.

Constituye esta región, en la **Argentina**, las pampas; en **Rusia**, las estepas y Siberia; en **América del Norte**, las praderas centrales.

FITOGEOGRAFÍA

La temperatura media es de 15° C.; las lluvias son escasas y los fríos son crueles.

La quinta zona, **Región mediterránea y californica**, posee vegetación variada, donde en hermosa comunión crecen Robles, Laureles, Pinos, Naranjos, Cipreses, Granados, Tulipanes, Narcisos, etc.

El clima es agradable y las lluvias son frecuentes. Esta región abarca los **litorales de California, Mediterráneo, Chile** y el **sur** y parte del **oeste de Austria**.

La **Región de los desiertos**, constituye la sexta zona. Allí las lluvias faltan, el clima es seco y el viento suele soplar con intensidad arrastrando grandes cantidades de arena. Comprende esa zona el **Sahara, Arizona, Arabia** y el **Tíber**, donde se producen las palmeras y algunas clases de gramíneas.

La **Región de los bosques templados de hojas caducas**, representada por el norte de **Europa, Asia septentrional, centro de Norte América** y de la **patagonia**, origina la séptima zona. Tiene una temperatura que puede bajar a 0° C. y subir a 10° C., término medio, y lluvias de relativa importancia.

Grandes bosques se encuentran en esa región, donde abundan los Alamos, Pinos, Nogales, Fresnos, Olmos, Cipreses, Avellanos, etc.

La octava zona, **Región de las altas montañas**, abarca las montañas en general, entre ellas la **Cordillera de los Andes, los Alpes, los Pirineos, los Apeninos, los Montes Cáucagos, el Himalaya**, etc.

Región que acusa, según los sitios de una misma montaña en que se la estudie, variaciones de altitud, temperatura, humedad, composición y presión de la atmósfera, etc.

La vegetación en esta zona, debido a esos mismos cambios, es variable; de ahí que, si ascendemos por una montaña, encontramos que la vegetación abundante de su falda decrece hasta reducirse a la aridez de sus picos cubiertos de hielo.

La novena y última zona, **Región circumpolar**, posee una vegetación inferior, raquíticamente desarrollada, formada por líquenes y musgos en su casi totalidad.

Comprende esta región a las tierras que rodean al polo, como ser **Groenlandia, Islandia, Siberia, Alaska, norte de América del Norte**, que circundan al Polo Norte, y el conjunto de **islas** que rodean al Polo Sur.

Distribución geográfica de la flora argentina.

La República Argentina, comprendida entre los paralelos 22° y 56° de latitud sur, ha sido dividida por el naturalista Eduardo L. Holmberg, en nueve regiones geográficas (Fig. 190), donde la flora argentina es variada, hermosa y abundante.

Las nueve zonas fitogeográficas poseen esa vegetación variada, pues son distintos los factores que en ese sentido intervienen, como ser lluvias abundantes en algunas regiones y escasas en otras; temperatura subtropical al norte, fría al sur y templada en el resto del territorio; fertilidad en el suelo y numerosos ríos y lagos diseminados proporcionalmente.

El siguiente cuadro sinpótico nos dará idea de las zonas referidas, a las que desglosaremos después:

Zonas Fitogeográficas argentinas	{	1 = Formación de la Pampa.
		2 = „ del Monte.
		3 = „ Patagónica.
		4 = „ de los Bosques Antárticos.
		5 = „ de la Puna.
		6 = „ Subtropical.
		7 = „ Chaqueña.
		8 = „ Misionera.
		9 = „ Mesopotámica.

La **Formación de la Pampa** (Fig. 190, 1) abarca, como lo indica el mapa, la casi totalidad de la Provincia de Buenos Aires, el sur de Santa Fe, el sudeste de Córdoba y el este de San Luis.

Llanura vasta con árboles escasos, fértil y productiva, goza de una temperatura media de 20° C. y de lluvias abundantes. Crecen en ellas pastos aptos para la alimentación del ganado. Estos pastos, según su consistencia, hacen que a esta región se

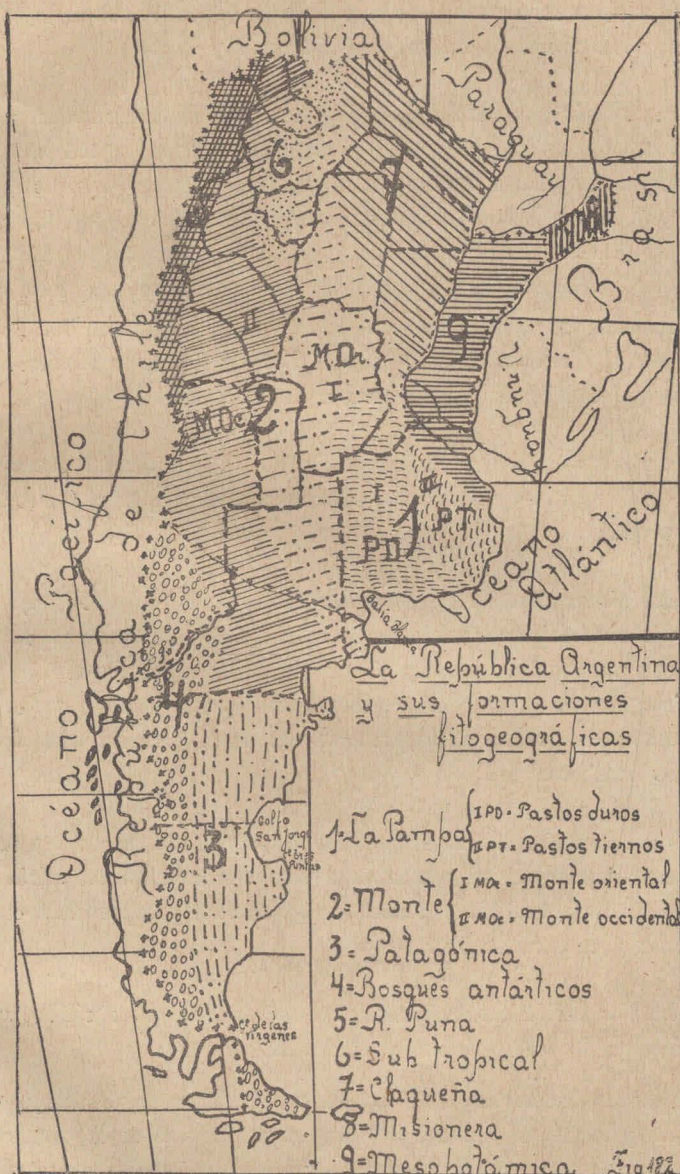


Figura 190

la divide en **subzona de los pastos duros** (Fig. 190, P. D.) y **subzona de los pastos tiernos** (Fig. 190, P. T.).

La **Formación del Monte** (Fig. 190, 2), de temperatura poco estable, de suelo poco fértil y de lluvias poco abundantes, se subdivide en dos subzonas: la del **Monte oriental** (Fig. 190, M. Or.) y la del **Monte occidental** (Fig. 190, M. Oc.), abundando en la primera talas, quebrachos, algarrobos, espinillos, claveles del aire, caldenes, etc., y en la segunda la retama, la jarilla, etc.

Abarca esta zona a la Pampa, San Luis, Mendoza, San Juan, La Rioja, Catamarca, el oeste de Jujuy y Salta, el sudoeste de Santiago del Estero y el noroeste de Córdoba.

La **Formación Patagónica** (Fig. 190, 3), de lluvias escasas y vegetación poco desarrollada, está representada por el Chubut y Santa Cruz.

La **Formación de los Bosques Antárticos** (Fig. 190, 4), de lluvias abundantes, abarca las pendientes de la Cordillera de los Andes, comprendidas entre Tierra del Fuego y Neuquén.

Región de gran belleza natural, está poblada de bosques de Cipreses, Araucarias y Hayas, a cuya sombra se desarrollan frondosos helechos.

La **Formación de la Puna** (Fig. 190, 5), zona de clima seco, de escasísimas lluvias, sin árboles pero con abundantes arbustos.

Abarca la cumbre y flanco de los Andes comprendida entre Bolivia y el paralelo 34°.

La **Formación Subtropical** (Fig. 190, 6), de clima cálido, suelo fértil y lluvias variables y abundantes.

Abarca Tucumán, este de Salta, nordeste de Santiago del Estero y norte de Santa Fe, y por su vegetación se la divide en cuatro subzonas: la del **parque**, región llana donde se produce el Algarrobo, Clavel del aire, Arrayán, Tipa, Quebracho, Azucenas, etc.; la de los **bosques subtropicales**, región de bosques que

FITOGEOGRAFIA

comprende las faldas de las sierras, abras y quebradas, abundando en ellas el Palo Borracho, los Talas, el Lapacho, los Laureles, los Nogales, los Cedros, etc.; la del **aliso**, que comprende las alturas, produciéndose en ellas el aliso, el sauco, etc.; la de los **prados alpinos**, región a 1.600 ó 2.000 metros de altura, donde abunda una vegetación abundante de gramíneas y compuestas.

La **Formación Chaqueña** (Fig. 190, 7), formada por el Chaco y Formosa, donde se alternan los bosques de árboles enormes y las praderas de vegetación exuberante.

En los bosques, impenetrables algunos, se producen árboles que dan madera útil, como el Lapacho, Algarrobo, Quebracho, etc.

La **Formación Misionera** (Fig. 190, 8), representada por Misiones, de lluvias abundantes, clima cálido y vegetación lujuriosa, destacándose en ella la Yerba-mate, Palmeras, Bambú, Helechos, Lianas, Tacuaras, Quebrachos, Araucarias, Acacias, Orquídeas, etc.

La **Formación Mesopotámica** (Fig. 190, 9), está formada por Corrientes y Entre Ríos, bordeadas por los ríos Uruguay y Paraná.

Lugar hermosísimo, de vegetación exuberante, de suelo fértil, de lluvias abundantes y clima agradable, produce en sus praderas pastos nutritivos y en sus bosques se desarrollan árboles, como los Ceibos, los Naranjos, Limoneros, Talas, Sauces, Alamos, Laureles, etc.

BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS

FE DE ERRATAS

Página 42.—En la línea 27 dice: "ferrocianuro de potasio" debe leerse: ferrocianuro de cobre.

INDICE

CAPITULO I

GENERALIDADES. —Cuerpos brutos o inorgánicos y seres vivos. Ciencias naturales: Mineralogía y Biología. Animales y Vegetales: caracteres propios y diferenciales. Su composición química. Protistas. Botánica: su división. El microscopio	13
---	----

CAPITULO II

CELULA. —Generalidades, definición y partes de la célula. Membranas. Protoplasma. Inclusiones o productos protoplasmáticos. Núcleo. Funciones fisiológicas de las células; ósmosis, turgescencia, plasmólisis. Diferentes formas de reproducción celular. Protoplasma funcional. Vida y muerte celular	24
---	----

CAPITULO III

TEJIDOS. —División del trabajo y formación de tejidos. Diferentes clases de células vegetales. Generalidades y clasificación de tejidos. Tejido meristemático: sus funciones y localización. Tejido epidérmico: sus funciones, modificaciones y localización. Tejido parenquimático: sus funciones, modificaciones y localización; tejidos: suberoso, colenquimático y esclerenquimático. Estereomas. Tejido fibro vascular: sus funciones, modificaciones y localización	57
--	----

CAPITULO IV

RAIZ. —Origen y generalidades de la raíz. Modificaciones en el desarrollo. Modificaciones según el ambiente. La raíz considerada exteriormente: sus zonas. Crecimiento en longitud. Estructura de la raíz. Crecimiento en grosor. Modo de ramificarse la raíz. La raíz y la gravedad. La raíz y la luz. La raíz y la humedad. La raíz y la temperatura. La raíz y los traumatropismos. Duración y usos	80
---	----

INDICE

CAPITULO V

- TALLO.**—Origen y generalidades del tallo. Clasificación, Yemas; crecimiento en longitud. Modos de ramificarse. Modificaciones y adaptaciones. Vida de las plantas con tallos modificados. Estructura del tallo. Crecimiento en grosor. El tallo y la gravedad. El tallo y la luz, la humedad, la temperatura y los traumatopismos. Injertos. Duración y usos 101

CAPITULO VI

- HOJA.**—Origen y generalidades de la hoja. Partes de una hoja: el peciolo, la vagina y el limbo. Nervaduras. Hojas simples y compuestas. Hojas modificadas. Filotaxis. Estructura de la hoja. Forma de obtener clorófila. Plantas áfilas. Prefoliación. Duración y usos 127

CAPITULO VII

- FLOR.**—Origen y generalidades de la flor. Partes de una flor. Ciclos florales. Cáliz: sépalos. Corola: pétalos. Prefloración. Androceo: estambres; polen. Gineceo: carpelos; óvulos. Diagramas y fórmulas. Inflorescencia. Polinias. Duración y usos 149

CAPITULO VIII

- POLENIZACION Y FECUNDACION.**—Polenización: sus clases. Agentes que intervienen. El óvulo y el polen al iniciarse la fecundación. Fecundación. Formación del embrión y del albumen. Semilla y fruto 180

CAPITULO IX

- FRUTO.**—Origen y generalidades del fruto. Partes y funciones del fruto. Estructura y dehiscencia de los frutos. Clasificación: caracteres en que se basa. Frutos secos indehiscentes y dehiscentes. Frutos carnosos indehiscentes y dehiscentes. Usos 189

CAPITULO X

- SEMILLA Y GERMINACION.**—Origen y generalidades de la semilla. Las partes de una semilla y su procedencia. Maneras de dispersarse. Usos. Vida latente de la semilla; su duración. Desarrollo del embrión: germinación. Condiciones intrínsecas y extrínsecas de la germinación. Distintos modos de germinación. Duración de las plantas. Resumen del ciclo evolutivo de los vegetales superiores 202

INDICE

CAPITULO XI

- FISIOLOGIA VEGETAL.**—Fenómenos vitales de las plantas. Funciones de nutrición. La planta y sus alimentos. La tierra y su abono. Absorción. Circulación. Transpiración. Clorovaporización. Asimilación clorofilica. Respiración. Nutrición propiamente dicha. Secreción. Fijación. Defensa. Movimientos. Movimientos: sensitivos, taxismos, atracción ... 213

CAPITULO XII

- PROPAGACION DE LOS VEGETALES.**—Generalidades. Reproducción asexual. Multiplicación vegetativa: injertos. Reproducción sexual. Generación alternante. Hibridez 252

CAPITULO XIII

- TAXONOMIA.**—Nociones de clasificación. Taxonomía y Fito-
grafía: generalidades. Maneras de agruparse las plantas. Di-
versos métodos de clasificación. Historia de las clasificacio-
nes; Linneo. Clasificación de Van Tieghem. Nomenclatura
botánica 259

CAPITULO XIV

- TALOFITAS.**—Fitografía. Caracteres generales de las taló-
fitas. Nutrición y reproducción. Clasificación. Algas. Hon-
gos. Líquenes 266

CAPITULO XV

- BRIOFITAS.**—Caracteres generales. Nutrición y reproducción.
Clasificación. Musgos y Hepáticas 285

CAPITULO XVI

- PTERIDOFITAS o CRIPTOGAMAS VASCULARES.**—Ca-
racteres generales. Nutrición. Reproducción de un Helecho
y de una Selaginella. Clasificación 292

CAPITULO XVII

- GIMNOSPERMAS.**—Caracteres generales. Elementos que in-
tervienen en la reproducción. Fecundación. Clasificación .. 299

CAPITULO XVIII

- ANGIOSPERMAS.**—Caracteres generales. Nutrición y repro-
ducción. Clasificación: Monocotiledóneas y Dicotiledóneas 305

CAPITULO XIX

- FITOGEOGRAFIA.**—Generalidades. Factores que influyen en
la distribución de los vegetales. Caracteres de las formacio-
nes de vegetación. Distribución geográfica de la flora ar-
gentina 308

INDICE PROGRAMA

SEGUNDO AÑO

BOLILLA I.—La estructura celular del cuerpo de la planta, 24. La célula vegetal, 24. Membrana celular, 25. Protoplasma, 31. Nociones breves sobre las funciones celulares, 40.

BOLILLA II.—La semilla como primer estado de la planta, 202. Tegumentos: sus funciones, 203. Embrión: sus partes 204. Substancias de reserva: lugares en que se deposita, 204. Tamaño y número de semillas, 202 y 203. Diseminación: agentes que intervienen, 205. Vida latente: su duración e importancia, 206. Fijación y germinación, 207. Distintos modos de germinación, 210. Aplicaciones, 206.

BOLILLA III.—La raíz: su origen, 80. Partes de la raíz, 86. Funciones, 81. Ramificaciones, 98. Geotropismo e Hidrotropismo, 98 y 99. Distintas clases de raíces, 82. Raíces adventicias: su importancia, 85. Aplicaciones, 100. Modificaciones de las raíces, 83. La vida de las plantas con raíces almacenadoras, acuáticas, trepadoras, epífitas y parásitas, 83 a 86.

BOLILLA IV.—El tallo: su origen, 101. Funciones, 101. Yemas, 103 y 109. Ramificaciones, 102. Forma, altura, grosor y edad de algunos árboles, 102, 104 y 126. Clasificación según su consistencia, duración y ambiente en que viven, 103. Injertos, 126 y 254. Aplicaciones, 126. Modificaciones de los tallos, 115. La vida de las plantas con tallos almacenadores subterráneos, 117. Tallos trepadores: modos como trepan, 118. Tallos volubles: modo como ascienden, 115. La vida del voluble y la del huésped, 119. Lianas 119. La vida de las plantas flotadoras y sumergidas, 117. Tallos suculentos, 118.

BOLILLA V.—La hoja: su origen, 127. Pecíolo: su importancia y función, 129. Hojas sentadas y envainadoras, 130 y 131. Lámina: formas principales, borde, nervaduras, 131. Hojas simples, lobuladas y compuestas, 134. Filotaxia: su importancia, 137. Breves nociones sobre las funciones de las hojas, 127. Plantas de hojas caducas y persistentes: su importancia para la vida de la planta.

INDICE — PROGRAMA

147. Planta áfilas, 147. Aplicaciones, 148. Modificaciones de las hojas, 135. Cotiledones, 136. Catáfilas, 107 y 136. Estípulas, 131. Zarcillos, 136. Espinas, 136. Brácteas, 136. Las hojas de las plantas insectívoras, 137. Antófilas, 137.

BOLILLA VI.—La flor: su origen, 149. Partes de la flor, 150. Flores incompletas, 151. Cáliz y corola, 152 y 153. Perianto y perigonio, 150 y 152. Simetría floral, 149. Los órganos de la reproducción: su distribución, 151. Androceo, 159. Estambres: sus partes, 159. El polen, 166. Gineceo: sus partes, 167. Carpelos: su unión, 160; óvulos, 171. Placentación, 169. Posición del ovario, 172. Aplicaciones, 179.

BOLILLA VII.—Polenización y fecundación, 180. Polenización entomáfila, 181 y 182. Los insectos y las flores: nutrición y protección, 181. Caracteres de las flores: vistosidad, 181. Inflorescencias, 175. Color y aroma, 181. Nectarios, 154 y 181. Apertura de las flores y series: período de floración, 180. Polenización anemófila, 181. Caracteres de las flores, 149. Polenización directa, 181. Fecundación: el polen en el estigma, germinación, tubo polínico, 183. El óvulo en el momento de la fecundación, 180. Oófera, 182. Embrión, 186.

BOLILLA VIII.—El fruto y la semilla, 189. La flor después de la fecundación, 186. El fruto: su origen, 189. Partes del fruto y funciones, 190. Dispersión y fijación de la semilla por el fruto, 205. Origen de la semilla, 202. Origen del embrión y de la sustancia almacenada, 203. El ovario y el fruto, 188 y 189. El óvulo y la semilla, 188 y 202. Aplicaciones, 201.

BOLILLA IX.—Breves nociones de clasificación. 259. Las fanérogamas: gimnospermas, angiospermas, monocotiledóneas y dicotiledóneas, 264.

TERCER AÑO

BOLILLA I.—La célula (repaso del 2º. año), 24. Nutrición celular, 40. Osmosis, 42. Turgescencia, 44. Plasmólisis, 44. Espacio intercelular, 62. Tejidos esclerenquimáticos y colenquimáticos, 59, 60 y 74.

BOLILLA II.—Tejido epidérmico. Forma, disposición y membranas de las células epidérmicas, Funciones. Epidermis simple y estratificada, 65. Estomas: su disposición y función, 69 y 144. La epidermis y los estomas en los vegetales xerófilos e higrófilos, 70.

ÍNDICE — PROGRAMA

BOLILLA III.—Los tejidos del mesófilo: su disposición general 71 y 142. La clorófila: sus funciones, 146. Las nervaduras: sus funciones, 132.

BOLILLA IV.—Los tejidos de conducción y sostén, 75. Los haces: sus partes y funciones, 75 y 79. Los haces en las mono y dicotiledóneas: su disposición general y su estructura en particular, 94 y 119 a 122. Los haces en la raíz, 94.

BOLILLA V.—Absorción y circulación. Los pelos radicales y la absorción, 216, 219 y 223. Osmosis, 216. El agua y los elementos que entran por la raíz, 214. Conducción, 223. Transporte del agua y sales nutritivas, 225. Presión osmótica del conjunto de los pelos radicales, 226. Capilaridad, 227. Corriente transpiradora, 228.

BOLILLA VI.—Transpiración. Causas de la transpiración y su importancia en la conducción de la savia, 229. Los estomas y la transpiración, 233. La regularización de la transpiración, 234. La transpiración en los vegetales xerófilos e higrófilos, 234. Defensas contra una transpiración excesiva, 234.

BOLILLA VII.—Asimilación del carbono, 234. El intercambio gaseoso por los estomas, 237. La foto-síntesis: condiciones necesarias, 235. La clorófila, la luz y la temperatura, 238. Asimilación del nitrógeno, 240. Productos orgánicos, 239 y 240.

BOLILLA VIII.—Respiración. La respiración en las distintas partes de la planta, 241. Comparación de la respiración con la foto-síntesis, 237. Importancia de la respiración: las sustancias orgánicas y la respiración, 245. Conducción, consumo o almacenamiento de las sustancias orgánicas, 245.

BOLILLA IX.—Helechos y musgos. Vida, reproducción y aplicaciones, 285 a 298.

BOLILLA X.—Líquenes, hongos, algas, Vida, reproducción y aplicaciones, 263 a 284.

BOLILLA XI.—Fitogeografía. Factores que influyen en la distribución de las plantas: Climatológicos, Edáficos, Geográficos y Geológicos. Formaciones de vegetación: sus caracteres más importantes. Fitogeografía argentina, 308 a 317.

BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS

LIBROS DEL AUTOR

BOTANICA, *adaptada al programa de los
Colegios Nacionales* 2. edición

BOTANICA, *adaptada al programa de in-
greso a las Escuelas de la
Facultad de Ciencias Médi-
cas* 1. edición





