

G. M. BRUÑO

BOTÁNICA
EXPERIMENTAL



LIBRERÍA DE LA V^{DA} DE CH. BOURET

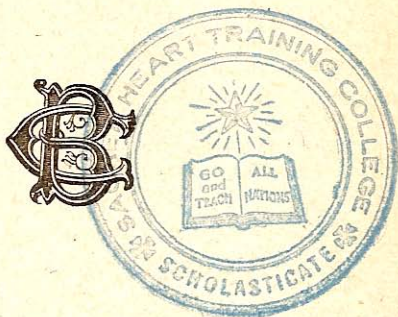
PARÍS | MÉXICO
23, RUE VISCONTI | 45, CINCO DE MAYO

COLECCIÓN G. M. BRUÑO

ESTUDIOS BIOLÓGICOS ELEMENTALES

BOTANICA EXPERIMENTAL

Por el Profesor B. M.



LIBRERÍA DE LA V^{DA} DE C. BOURET

PARÍS

23, RUE VISCONTI, 23

MÉXICO

45, AVENIDA CINCO DE MAYO, 45

1922

BOTANICA EXPERIMENTAL

NOCIONES PRELIMINARES

1. Caracteres de los seres vivos. — Las nociones adquiridas en la observación de las cosas de la naturaleza permiten desde luego dividir en tres grandes categorías los cuerpos que cubren la superficie de la tierra : — 1^a los **animales**, que viven, crecen, se mueven, y están dotados de cierta sensibilidad, comparable con la del hombre; — 2^a los **vegetales**, que viven y crecen como los animales, pero, de un modo general, no se mueven y no son sensibles; — 3^a los **minerales**, que, no solamente están desprovistos de movimiento y de sensibilidad, sino que además están privados de vida.

Contentándose con un examen superficial, esta división parece fácil de establecer, pero se presentan algunas dificultades cuando se trata de dar más precisión a las diferencias observadas entre estas tres categorías de cuerpos.

Una observación más detenida nos mostrará que los animales y los vegetales presentan muchos *caracteres comunes*, aplicables a todos los **seres vivos** : el *desarrollo* y la *reproducción*, la *nutrición*, la *respiración*, la *organización celular*; la coexistencia de todos estos caracteres

define netamente un ser vivo, y lo diferencia de una manera absoluta del ser inanimado o mineral.

1º Desarrollo y reproducción. Un ser vivo nace, se desarrolla, adquiere nuevos órganos, alcanza un tamaño determinado; luego se va debilitando, y tarde o temprano se le acaban las fuerzas vitales y muere. El ser vivo, una o varias veces en su vida, engendra seres semejantes a sí mismo : dicese que se reproduce. *No hay ningún organismo vivo que no nazca de otro semejante a él.*

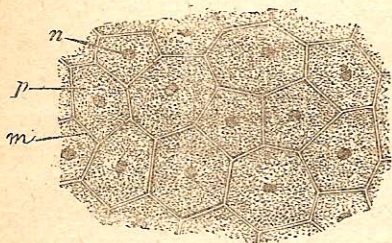


Fig. 1. — Estructura celular.

p, protoplasma; *n*, núcleo; *m*, membrana de celulosa.

2º Nutrición. Un ser vivo absorbe alimentos, elimina parte de ellos y se asimila lo demás; lo que se expresa diciendo que se nutre. Aun cuando no cambia de forma o

de tamaño, una corriente perpetua de materias renueva sin cesar su organismo.

3º Respiración. Todo ser vivo y aun toda parte viva de un ser, por más pequeña que sea; respira, es decir, absorbe oxígeno y arroja gas carbónico. Hacen excepción solamente unos seres inferiores, en los cuales el fenómeno químico de la respiración está reemplazado por otro fenómeno químico, la *fermentación*.

4º Organización celular. De una manera general, un animal, o un vegetal, está compuesto de *células*, es decir que está dividido en masas muy pequeñas, separadas generalmente unas de otras por una *membrana*; estas masas están formadas de una substancia particular

llamada *protoplasma*, y contienen cada una un organito especial, el *núcleo*. El protoplasma y el núcleo se caracterizan por la organización; el protoplasma es irritable y está dotado de movimientos propios.

Toda célula proviene de otra célula preexistente, como también todo ser proviene de una sola célula.

2. Caracteres de los Vegetales. — Los vegetales están desprovistos de movimiento espontáneo y de sensibilidad, caracteres propios de los animales. Los movimientos, cambios de posición, que se observan a veces en unos vegetales acuáticos (*algas microscópicas*, *esporas*, etc.) o en las plantas llamadas *sensitivas*, lo mismo que los efectos producidos por la acción de la *luz*, de la *gravedad*, y las posiciones llamadas de *sueño* o de *vigilia*, son fenómenos, no de verdadera sensibilidad, sino de simple **irritabilidad**. Dichos fenómenos no son verdaderas sensaciones, porque no son conscientes, es decir conocidos del organismo.

La mejor *característica de los vegetales* es la presencia, a lo menos en un momento dado de su desarrollo, de la substancia llamada **celulosa** en las membranas de las células. La celulosa hace los tejidos de los vegetales más rígidos que la mayor parte de los tejidos animales. Esta substancia se opone casi siempre a la coordinación de los movimientos del protoplasma de las diversas células, para originar movimientos de conjunto : lo que explica por qué las plantas, aunque tengan un protoplasma irritable y dotado de movimiento, no pueden manifestar ni sensibilidad general, ni movimiento de conjunto. En ciertos animales (tunicados) existe una substancia análoga a la celulosa (la *tunicina*), pero esto es un hecho excepcional entre los animales, y la tunicina no tiene exactamente las mismas propiedades que la celulosa.

En fin, la mayor parte de los vegetales contienen una substancia especial, verde, la **clorofila**, que desempeña un papel importantísimo en la nutrición de las plantas. No se ha observado nunca verdadera clorofila como substancia constitutiva en ningún animal; algunas plantas (hongos) carecen de clorofila.

3. Botánica. — Los vegetales pueden estudiarse desde distintos puntos de vista; de ahí varias partes en la Botánica o *ciencia de los Vegetales*. La **Morfología** es el estudio de la forma y de la estructura de los vegetales y de su desarrollo, sin tener en cuenta las funciones de los órganos. El estudio de las formas puede limitarse a examinar el aspecto exterior del vegetal o las modificaciones producidas durante el período de desarrollo : es la *Morfología externa*. El examen de la estructura íntima de las plantas y de sus diferentes órganos, y las modificaciones de los mismos en las fases sucesivas, constituye la *Morfología interna* o **Anatomía**.

Si el estudio de la Botánica no se limita a describir la forma del vegetal y de sus órganos, sino que investiga los diferentes fenómenos que se producen en el organismo de la planta, las funciones propias de cada órgano, es la **Fisiología vegetal**.

La *Morfología experimental* es el estudio de las modificaciones en la forma y la estructura de los seres vivos, bajo la influencia de diferentes causas : participa de la Morfología y de la Fisiología.

La Botánica no limita su estudio a la morfología y la fisiología de cada planta considerada aisladamente, busca también las relaciones que existen entre las formas, las estructuras, las propiedades de todos los vegetales, y une en grupos determinados las plantas que ofrecen

mayores semejanzas : esto es la *Clasificación de los vegetales*, objeto de la **Botánica descriptiva**.

La **Geografía botánica** considera el modo de distribución de las plantas en la superficie del globo, en las regiones cálidas, templadas o frías, secas o húmedas, y la naturaleza del medio físico (terrenos...).

La **Paleontología vegetal**, por medio de los datos suministrados por los fósiles, trata de reconstituir las plantas que vivieron antes de la era actual, comparándolas con las plantas vivientes, y procura establecer la sucesión de las diferentes floras que se desarrollaron en las épocas sucesivas de la historia de la tierra.

4. Los tres miembros de la planta. —

Llámase **órgano** de la planta *una parte del vegetal destinada a cumplir una función determinada*, cualquiera que sea su forma. Un **miembro** de la planta

es *una parte del vegetal, definida por su forma y su estructura*, sea cual fuere su función. Desde el punto de vista

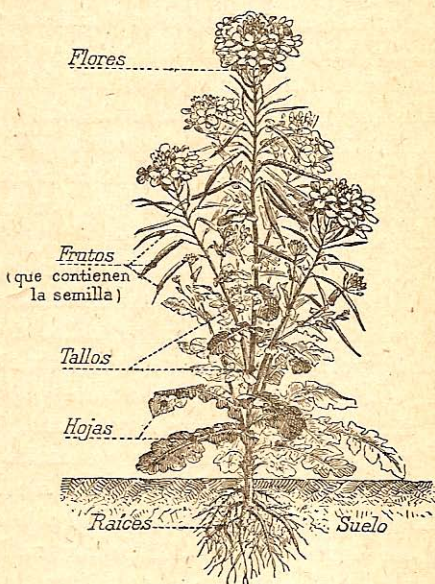


Fig. 2. — Pie adulto de colza, con los tres miembros de la planta.

morfológico, todas las partes de una planta pueden reducirse a tres **miembros** diferentes : el *tallo*, la *hoja* y la *raíz*.

El **tallo** lleva hojas, es simétrico con relación a un eje, y, generalmente, crece de una manera indefinida.

La **hoja** nace en el tallo, es simétrica con relación a un solo plano, y las más veces crece de una manera limitada, tomando una forma determinada.

La **raíz** no lleva hojas, es simétrica con relación a un eje, y crece de una manera indefinida.

Los tallos y las hojas se desarrollan generalmente en el aire, pero hay también hojas y tallos subterráneos o acuáticos. Las raíces crecen de ordinario en el suelo, pero hay también raíces acuáticas o aéreas. Ordinariamente, los tallos principales se dirigen de abajo hacia arriba, y las raíces principales o nacidas del tallo se dirigen de arriba hacia abajo, aunque haya numerosas excepciones.

Hay plantas en las cuales no se puede distinguir sino el *tallo* y las *hojas*, como las **Muscíneas**, y otras en que no se reconoce netamente ni *tallo*, ni *hoja*, ni *raíz*, como los **hongos**, las **algas**, los **líquenes**; el cuerpo vegetativo de estos vegetales se llama **talo**.

Excepto en los musgos y en las plantas de talo, las células reproductoras son generalmente llevadas por hojas más o menos modificadas. En los vegetales superiores, estas hojas que llevan las células de reproducción y las demás hojas modificadas que las rodean, constituyen, en la extremidad de algunos tallos, lo que se llama la **flor**, la cual producirá el **fruto** y las **semillas**.

5. Clasificación de las plantas. — La división más general del reino vegetal estriba en el modo de reproducción de las plantas. Unas *se multiplican por*

medio de semillas, producidas en las flores : se llaman **fanerógamas**.

Las que no tienen flores y no producen semillas encerrando una plántula, se reproducen por medio de unos corpúsculos apenas visibles, llamados *esporas* : son las **criptógamas**.

Las criptógamas a su vez han sido divididas en tres grupos, según la naturaleza del cuerpo vegetativo. Así es que el **Reino Vegetal** queda dividido en **cuatro tipos** :



Fig. 3. — Ejemplo de alga (coralina oficial).

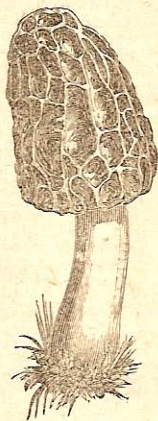


Fig. 4. — Ejemplo de hongo (morilla).

talofitas, *muscineas*, *criptógamas vasculares*, *fanerógamas*.

Las **talofitas** son los más simples entre los vegetales; no tienen raíces, ni tallo, ni hojas; constan únicamente de una masa vegetal de forma variable, llamada *talo*. Comprenden tres grupos de plantas : las *algas*, los *hongos* y los *líquenes*.

Las **muscineas** son plantas con tallos y hojas, pero sin raíces; se fijan al suelo por medio de unos pelos llamados

rizoides. Se dividen en dos grupos: los *musgos* y las *hepáticas*.

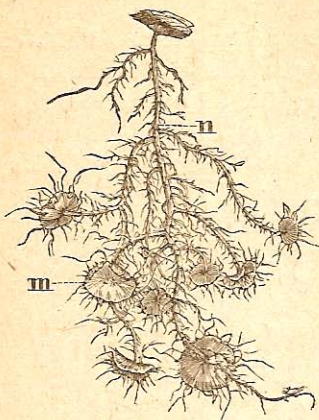


Fig. 5. — Ejemplo de líquen (usnea).



Fig. 6. — Ejemplo de muscinea (funaria).

Las **criptógamas vasculares** comprenden los *helechos*,

los *equisetos* o *colas de caballo*, y las *licopodiáceas*. Estas plantas tienen raíz, tallo y hojas, pero nunca flores. Se llaman *vasculares*, porque la savia circula en unos vasos o tubos, que recorren las diferentes partes del vegetal.



Fig. 7. — Ejemplo de criptógama vascular (helecho).

Las **fanerógamas**, o *plantas superiores*, son las que tienen flores, produciendo las semillas necesarias a la reproducción del vegetal. En algunas, las semillas están encerradas en una cajita u ovario: son las *angiospermas*. En

En algunas, las semillas están encerradas en una cajita u ovario: son las *angiospermas*. En

otras, no hay ovario, las semillas están meramente fija-



Fig. 8. — Ejemplo de gimnosperma (ahuehuete).

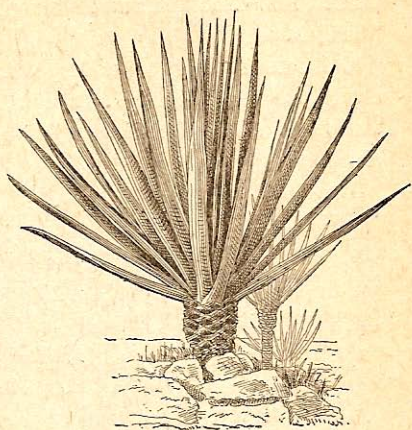


Fig. 9. — Ejemplo de monocotiledónea (henequén).

das en una escama : son las *gimnospermas* (pinos y otras coníferas).

Las **gimnospermas**, de especies poco numerosas, no forman grandes subdivisiones. Las **angiospermas** se dividen en *monocotiledóneas* y *dicotiledóneas*. En las dicotiledóneas, el tallito contenido en la semilla está rodeado

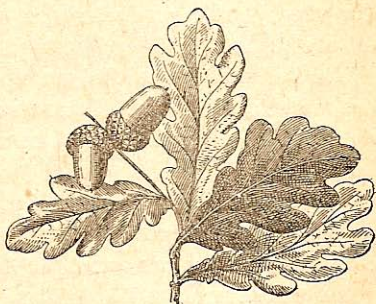


Fig. 10. — Ejemplo de dicotiledónea (roble).

de *dos* hojas o *cotiledones*; en las monocotiledóneas, hay *un solo* *cotiledón*. Las **monocotiledóneas** comprenden

las palmeras, las gramíneas, las liliáceas y otras semejantes. Las **dicotiledóneas** comprenden todas las demás familias.

Cada uno de los grupos importantes de plantas encierra cierto número de familias, que, a su vez, comprenden varios géneros, formados por la reunión de especies distintas.

Las plantas que constituyen una especie se parecen

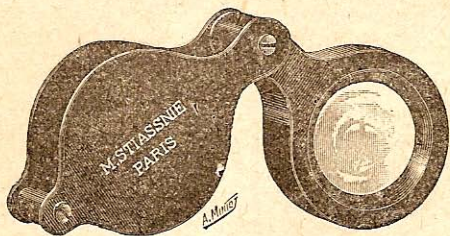


Fig. 11. — Lente.

tanto entre sí, como a las plantas de las cuales provienen. Un vegetal al reproducirse da origen a vegetales de la misma especie.

Por convención se designa una planta por medio de dos palabras latinas : el nombre del *género* seguido del nombre de la *especie*; es lo que se llama la *nomenclatura binaria*.

6. Manipulaciones. — El estudio de la Botánica ha de ser esencialmente práctico; debe uno ver, examinar con atención las muestras de las plantas, los órganos y su estructura, valiéndose para este estudio de los aparatos de aumento : *lentes* y *microscopios*. (Véanse las *indicaciones prácticas para principiantes en nuestra obra Primer Año de Biología, Iniciación en las ciencias biológicas*.) La *lente* sirve, por ejemplo, para contar los estambres

y otras partes diminutas de una flor de pequeñas dimensiones, para verificar la presencia de pelitos en la superficie de un tallo o de una hoja, etc. El **microscopio de disección** es muy a propósito cuando el órgano que se quiere estudiar está más o menos cubierto o disimulado por otros órganos, que hacen la observación difícil o imposible. Teniendo las

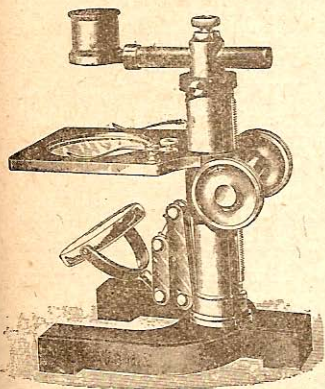


Fig. 12. — Microscopio de disección.

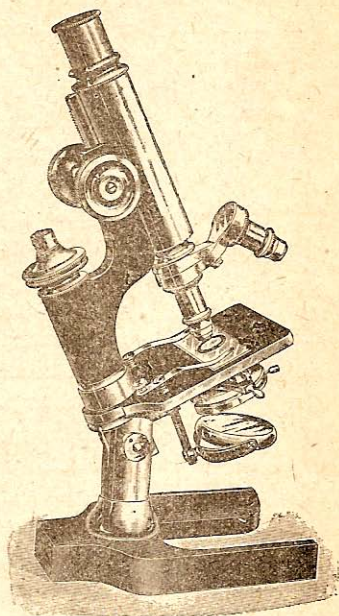


Fig. 13. — Microscopio compuesto.

dos manos libres, el operador puede, con agujas o la punta del escalpelo, separar dichos órganos al mismo tiempo que está aplicando el ojo a la lente fija del aparato.

El **microscopio compuesto** sirve, principalmente, para el estudio de los cortes, preparaciones montadas, órganos pequeños, objetos todos que han de ser transpa-

rentes y colocados en un líquido adecuado : agua, glicerina...

7. Práctica de las secciones. — Los cortes y secciones de los órganos vegetales se obtienen por medio de un **escalpelo** o de una buena **navaja**, plana de un lado y siempre bien afilada, la cara plana apoyando sobre la parte superior del objeto que se corta. El objeto en que se han de practicar las secciones (pecíolo, hoja, antera, tallito...) se sujeta entre dos medio cilindros de **medula de saúco** (o de otra planta) o también de alguna substancia no muy dura y fácil de cortar (trozos de zanahoria, por ejemplo). La medula se mantiene entre el pulgar y el índice de la mano izquierda, o se fija en un **micrótopo**.

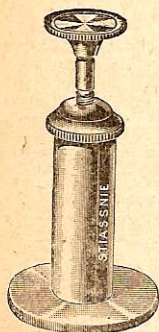


Fig. 14.
Micrótopo de mano
(Ranvier).

Entre los modelos más simples, de uso cómodo, y dando resultados suficientes para los trabajos de este curso, indicaremos el micrótopo de *Ranvier* y el de *Lelong*.

El **micrótopo de mano, de Ranvier**, consta de un cilindro hueco de metal, con una plataforma en su parte superior, y en el cual se mueve un pistón provisto de un tornillo micrométrico; el instrumento se mantiene en la mano.

El **micrótopo de Lelong** lleva en su parte superior dos láminas de vidrio, en las cuales resbala la navaja; los objetos por cortar se sujetan entre las dos mandíbulas de la pinza metálica colocada en medio del aparato; un tornillo micrométrico comunica a la pinza un movimiento regular de ascensión sobre un plano inclinado.

La medula de saúco, el objeto, la navaja, han de

mojarse en el momento de practicar los cortes. La navaja se mueve oblicuamente, el filo hacia adelante. En caso de no usar micrótopo, la hoja de la navaja descansa sobre el índice de la mano izquierda, el cual, por ligeros movimientos ascendentes o descendentes, regula el grueso de los cortes. No cometer nunca la imprudencia

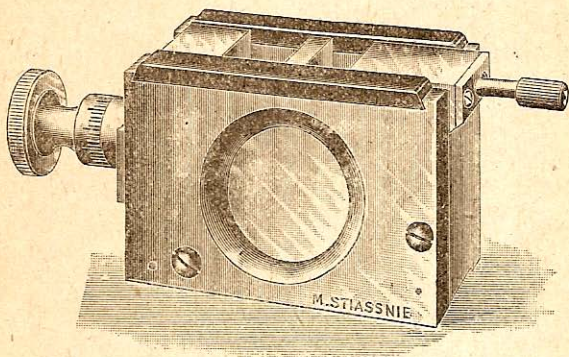


Fig. 15. — Micrótopo de Lelong.

de practicar un corte dirigiendo el filo de la navaja hacia sí, y manteniendo el objeto de tal modo que el pulgar sobresalga.

Se han de practicar siempre muchas secciones y echarlas en el agua en un vidrio de reloj, donde se separan después con agujas, escogiendo las más delgadas para la observación. Cuando los órganos por cortar son de poco diámetro, como, por ejemplo, las raicillas tiernas, es fácil obtener una sección entera en un solo golpe de navaja; pero, si el diámetro es algo grande, el resultado puede ser difícil de conseguir; en muchos casos, no es necesario tampoco; un fragmento de la sección, muy delgado en

sus bordes o en algún punto, puede ser un excelente objeto de estudio, y es preferible a una sección entera, pero menos delgada. Si las plantas, objeto del estudio, son plantas secas (de herbario), las partes que han de

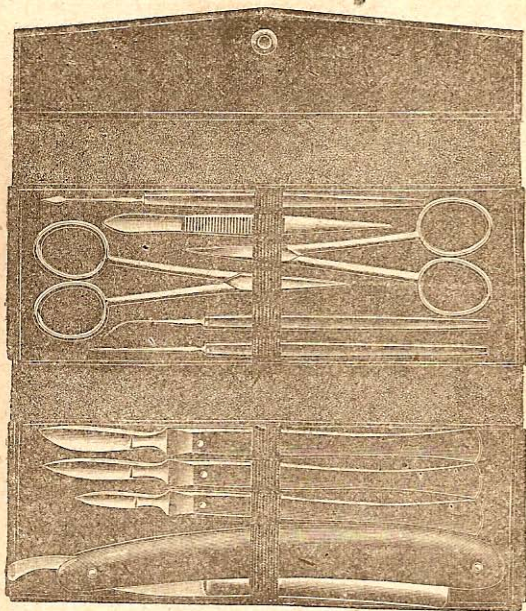


Fig. 16. — Estuche.

cortarse se remojarán durante algunas horas en agua tibia, con un poco de sosa o de potasa; los objetos se hinchan y se vuelven bastante blandos para dar buenas muestras.

8. Empleo de los reactivos. — Para facilitar el estudio de una sección, aclarar la preparación, y hacer más aparentes ciertos elementos, o investigar la presencia

de algunas sustancias químicas, se utilizan varios líquidos o disoluciones, los reactivos. Éstos tienen por efecto : **endurecer y fijar** los tejidos : *ácido crómico, ácido pícrico, alcohol*; — **aislar** alguna sustancia : *agua, ácido sulfúrico, ácido acético, alcohol*; — **alterar, disolver o destruir** una materia cuya presencia estorba el estudio : *ácidos, bases, agua*; — principalmente **colorear** y hacer más aparentes los tejidos, tal o cual compuesto químico; los **reactivos colorantes** son de varias clases : *hematoxilina, carmín, colores de anilina, materias minerales*.

Las **preparaciones permanentes** requieren procedimientos especiales y se montan en medios conservadores apropiados : *glicerina, bálsamo de Canadá, etc.*

Las observaciones con el microscopio han de acompañarse siempre con **dibujos** del órgano o de los tejidos que hacen el objeto del estudio; estos dibujos son fáciles de ejecutar, usando la **cámara clara**, la cual se fija encima del ocular del microscopio. El papel se coloca sobre algún soporte a unos 25 centímetros del ocular. En estos dibujos usar un lápiz duro, de punta fina; limitarse a los rasgos esenciales y líneas principales.

CAPÍTULO I

LA CÉLULA VEGETAL

§ I. — TRABAJO PRÁCTICO

9. Estructura celular. — La estructura celular de los vegetales puede observarse fácilmente examinando, con el microscopio, una sección delgada, practicada en la región tierna de un tallo joven o de una raicilla. Montar en agua y observar; notar las cajitas poliédricas, que son

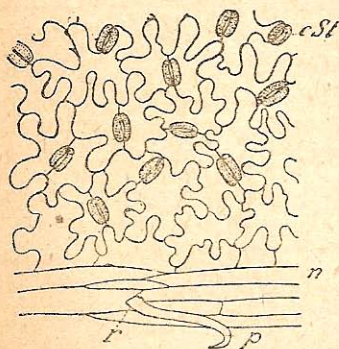


Fig. 17. — Células de la epidermis de una hoja de frijol (cara inferior).

las células; se harán más visibles mojando la sección con una gota de materia colorante (*verde de metilo, fucsina, etc.*). Dibujar unas cuantas células, tales como se ven en la sección observada. Repetir las observaciones con una sección fina en medula de *saúco*, tallo de *junco*, semilla de *haba*, una tira de epidermis de *lirio*

(*iris*), de *tulipán*, de *jacinto*, una película de *cebolla*, una hoja de *musgo*, filamento de alga (*espiro-gira...*), pelos tomados de la superficie de algún tallo u

hoja, etc.; comparar las diferentes formas de células, dibujar.

10. Partes de una célula. — Montar en el agua pura un pedacito de película delgada de cebolla; agregar una gota de *verde de metilo* y observar: la membrana alrededor, el núcleo, cuerpo redondo generalmente en el medio de la célula, y la masa de protoplasma que llena la cavidad celular. Dibujar.

Repetir con un pelo estaminal de *tradescantia* (base de los estambres), o con un pelo de otra planta: *celidonia*, *cucúrbita*, *altea*, varias crucíferas, etc. Observar con atención hasta darse cuenta de las diferentes partes: membrana, protoplasma, núcleo, y también, en ciertos casos, espacios

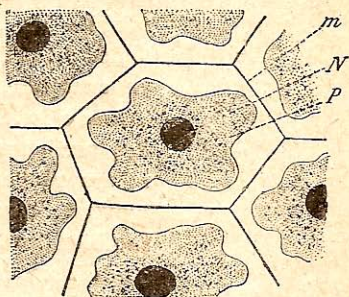


Fig. 18. — Células de protoplasma contraído por el alcohol.

que aparecen vacíos y contienen un líquido, el jugo celular. Fijar la atención de una manera especial en el núcleo: hacerlo más visible por medio de la *safranina*, del *verde de metilo*, del *moreno de Bismarck*, de la solución de *yodo*, etc. (véase nº 21). El estudio de la célula puede hacerse con mucho provecho sobre organismos unicelulares: *desmidias*, *protococos* (algas que forman una capa verde en la corteza de los árboles), *granos de polen*, *esporas* de varias clases, etc.

Para descubrir la membrana albuminoidea que envuelve la masa del protoplasma, contraer éste por medio del agua azucarada, del alcohol o de la glicerina, y observar

con objetivo de mucho aumento. El protoplasma se colorea de rojo por el nitrato ácido de mercurio (*reactivo de Millon*) (véase nº 18).

11. Movimientos del protoplasma. — Las corrientes protoplásmicas se podrán ver, observando cuida-

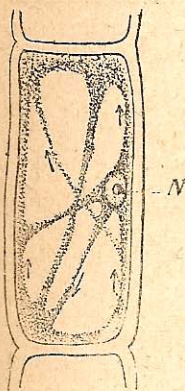


Fig. 19. — Corrientes protoplásmicas (pelo del cáliz de calabaza).

dosamente, fijando la atención sobre algunos granitos, y notando la marcha que siguen : hojas de *elodea*, pelos estaminales de *tradescantia*, pelos estrellados del cáliz de *altea* (flor no abierta), de *cucúrbita*, de *celidonia*, tallito de *nitella* o de *chara* (parte del tallo entre dos verticilos de hojas). Una temperatura suave (unos 30° C) favorece los movimientos; el frío los paraliza, como también los ácidos, los álcalis. Notar cuidadosamente, la dirección, la velocidad de los movimientos, dibujar, indicando las direcciones por medio de flechas. Algunos hongos que forman masas viscosas desprovistas de membrana celulósica (*filamentos de micomicetos*),

evidencian también los movimientos del protoplasma.

12. Leucitos o plástidos : cuerpos en forma de granitos, unos incoloros, los leucoplástidos (o leucoplastos), otros coloreados, los cromoplástidos (o cromoplastos). Observar los cloroplástidos o **granos de clorofila** en filamentos de *espirogira*, *desmidias*, o cualquier parte verde de un tejido vivo; notar formas diferentes, tamaño, abundancia relativa, etc.

13. Substancias diversas contenidas en las células. — **Aceite :** un corte delgado en una semilla de *ricino*, de *cacahuete*, de *colza*, de *algodón*, de *almendra*, u

otra semilla oleaginosa, la pulpa de la *aceituna*, etc., dejará ver gotitas de aceite diseminadas en el protoplasma. *Extracción del aceite por disolución* (véase 1^{er} año de *Biología*, nº 255).

Almidón. Hacer un corte delgado en un tubérculo de *patata*, y montar en agua pura; examinar, ver los granos redondeados de almidón. Hacer pasar una gota de *disolución de yodo*: se deposita la gota de reactivo en el borde de la laminilla cubre objeto, y, al lado opuesto, se aproxima una tirita de papel secante; éste absorbe el agua, y produce una corriente que atrae la disolución de yodo. Observar cómo los granos de almidón toman el color azul, a medida que les alcanza el reactivo. La estructura de los granos se estudiará con el objetivo de mayor aumento: investigar hilo, estrías... Estudiar sucesivamente almidón de *trigo*, de *maíz*, de *arroz*, de *avena*, de leguminosas (*frijol*...), etc.; dibujar, comparar las diferentes clases.

Aleurona. La aleurona se observa fácilmente en el albumen de la semilla de *ricino*, montando en glicerina, porque la aleurona es soluble en el agua; los granos se presentan bajo la forma de cuerpos

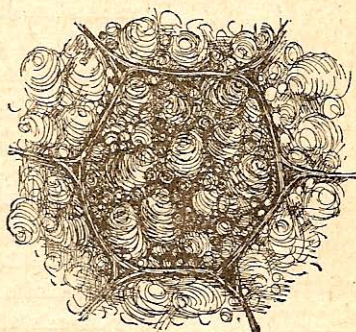


Fig. 20. — Célula de un tubérculo de patata, llena de granos de almidón.

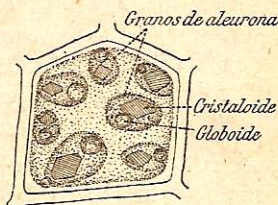


Fig. 21. — Granos de aleurona en una célula de la semilla de ricino.

ovoideos grisáceos; a veces se descubre en dichos granos un cuerpo esférico, el *globoide*, o una masa cristalina, el *cristaloide*.

Inulina. La inulina existe en disolución en el jugo celular; no se puede observar en preparaciones montadas en el agua. Para hacerla visible, se remojan durante largo tiempo en el alcohol absoluto o en la glicerina pura, los tejidos que la contienen: rizoma de *inula*, tubérculos de *cotufa*, o raíces tuberosas de *dalia*. Practicar un corte en una raíz de *dalia*, por ejemplo, y montar en glicerina; podrán verse agrupaciones de *esferocristales* de inulina, formadas por agujas cristalinas.

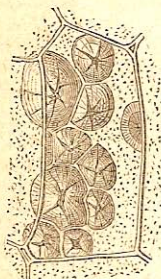


Fig. 22. — Cristales de inulina (raíz de inula).

Otras sustancias. Montando en glicerina, se podrán observar cristales de **oxalato de calcio** en una sección del peciolo de la *begonia*, del tallo del *castaño de Indias*, de la *acedera*, de la *cebolla*; **rafidios** (o *ráfides*) en el *ajo*, la *vid*, el *áloe*, el *agave* y muchas monocotiledóneas. El **carbonato de calcio** podrá encontrarse en las urticáceas: *ortiga*, *lúpulo*, *cáñamo*; **cistolitos** en el *ficus elastica*. El **tanino** (reactivo: sal de hierro) se encontrará en tejidos de la *encina*.

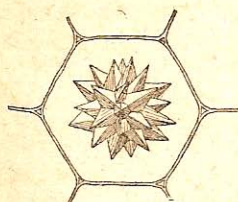


Fig. 23. — Cristales de oxalato de calcio (begonia).

Materias colorantes diversas podrán verse en los pétalos de las flores, en varias hojas (*coleus*...).

14. Reactivos de la celulosa. — Para mejor estudiar la celulosa, se aclaran primero los objetos, disolviendo

el contenido de las células (protoplasma, núcleo). Con este fin, se meten las secciones durante algunos minutos en una disolución acuosa de *hipoclorito de sodio*, o en una disolución alcohólica concentrada de *sosa* o de *potasa*. Las preparaciones así aclaradas se lavan cuidadosamente para quitar todo el hipoclorito o el álcali; luego se aplica el reactivo colorante: — el *cloroyoduro de cinc* comunica a la celulosa un color azul intenso; — el *cloruro de calcio-yodado*, un color rosáceo que pasa a violado; — el *rojo Congo*, un color de rosa; — la *hematoxilina*, un color violado; — el *carmín aluminado*, un color rosáceo vivo. Ensayar los diferentes reactivos sobre pelitos de algodón (celulosa pura), secciones en el tallo del girasol, diferentes cortes en cualquier parte de un vegetal. La reacción característica de la celulosa es la del *ácido sulfúrico* y del *yodo*. Prácticamente, se obra del modo siguiente: la sección se coloca sobre la lámina de vidrio y se cubre con una gota de tintura de yodo; después de un momento, se absorbe con papel secante el exceso de yodo; luego se depositan unas gotas de ácido sulfúrico (1/2 agua), y se observa inmediatamente con el microscopio; el ácido transforma la celulosa en almidón, el cual toma un color azul con el yodo.

15. Modificaciones químicas en la membrana celular. — **Cutinización** o *cuticularización* (formación de *cutina*): observar células epidérmicas de las hojas del *muérdago*, del *acebo*, del *hule*, de la *hiedra*, o de cualquier planta de hojas coriáceas (véase n° 24, reactivos de la cutina).

Tejido lagunar: hoja de *adelfa*, tallo de *juncó*.

Fibras: tallo de *pino*.

Pliegues en la membrana: hojas de *pino*.

Lignificación (transformación de la celulosa en

lignina). Como reactivos especiales de la lignina, pueden usarse la *floroglucina clorhídrica* y el *sulfato de anilina*; — **floroglucina** : la sección se coloca en la lámina portaobjeto en una gota de la disolución alcohólica del reactivo; al cabo de algún tiempo, se deposita sobre la preparación una gota de ácido clorhídrico concentrado : las membranas lignificadas toman un color rojo violáceo; — **sulfato de anilina** (disolución acuosa concentrada con unas gotas de ácido sulfúrico); se coloca la sección en una gota del reactivo : la madera adquiere coloración amarilla (véase nº 24).

Empleo de la **fucsina amoniaca**l : los cortes tratados por el hipoclorito de sodio y bien lavados, se dejan durante cinco minutos en el reactivo, y se lavan con agua hasta que aparezca el color rojo (*lignina* y *cutina*).

Verde de yodo acético : las secciones tratadas por el hipoclorito de sodio y lavadas, se mojan en el reactivo (3 a 4 segundos), y se dejan algún tiempo en el alcohol; la lignina y la cutina toman un color verde brillante : montar en glicerina o en bálsamo de Canadá.

Coloraciones combinadas de la celulosa y de las membranas lignificadas : — 1º **carmín aluminado** y **verde de yodo**.

Los diferentes reactivos se vierten en unos vidrios de reloj, colocados por orden uno al lado del otro : los objetos se transportan sucesivamente de uno a otro por medio de agujas.

- 1º Hipoclorito de sodio : 5 a 10 minutos,
- 2º Agua destilada : 5 minutos,
- 3º Agua destilada : 5 minutos,
- 4º Verde de yodo acético : 1 a 5 segundos,
- 5º Alcohol a 90º : 5 a 10 minutos,

- 6° Agua destilada : 2 a 5 minutos,
- 7° Carmín aluminado : 5 a 10 minutos,
- 8° Agua destilada : 5 minutos,
- 9° Alcohol absoluto : 5 minutos,
- 10° Alcohol absoluto : 5 minutos,
- 11° Xilol : 2 minutos.

Montar en el bálsamo de Canadá.

La celulosa tendrá un color rojo violáceo; la madera y la cutina, un color verde o verde azulado.

2° Verde de yodo y rojo Congo.

- 1° Hipoclorito : 5 minutos,
- 2° y 3° Agua destilada : 5 minutos en cada uno,
- 4° Verde de yodo acético : 1 a 5 segundos,
- 5° Alcohol a 90° : 5 a 10 minutos,
- 6° Agua destilada : 5 minutos,
- 7° Rojo Congo : 5 a 10 minutos,
- 8° Agua destilada : 5 minutos.

Montar en glicerina. La celulosa aparece roja, la lignina y la cutina, verdes.

El examen práctico de los **vasos leñosos y liberianos**, y el de los diferentes tejidos se hará más tarde al estudiar los tallos, las hojas, etc.

Desde ahora pueden hacerse secciones delgadas en los tallos de la *vid*, de las *cucurbitáceas*, del *girasol*, de la *madreselva*, etc., haciendo los cortes en la región liberiana (muy cerca de la corteza) y luego un poco más adentro. Pasar las secciones por el hipoclorito para aclararlas; lavarlas y examinar con el microscopio para descubrir los **vasos** buscados : **acribillados** (*vid*), **espirales**, **escaleriformes** (rizoma de helecho), etc.; aplicar luego los reactivos propios de la celulosa, de la lignina, etc.; montar algunas preparaciones con coloraciones combinadas.

§ II. — ESTRUCTURA DE LA CÉLULA

16. Diferentes partes de la célula. — Todos los seres vivos y, por consiguiente, los vegetales, estando compuestos de células, se comprende desde luego que el conocimiento de la célula es la base necesaria de la Morfología, de la Anatomía y de la Fisiología. La *parte de las ciencias biológicas que estudia* de un modo especial

la vida en la célula, se llama **Citología**; el estudio de los diversos tejidos constituye el objeto de la **Histología**.

Los elementos esenciales de una célula tienen los mismos caracteres en todos los vegetales; luego las observaciones pueden hacerse sin haber visto previamente la parte descriptiva de la Botánica.

Una **célula vegetal** joven está limitada por una *membrana* formada principal-

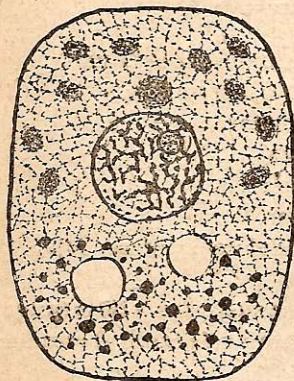


Fig. 24. — Diagrama de una célula.

mente de **celulosa**. Adentro de la membrana está el *protoplasma*, en forma de una masa semiflúida, de apariencia granular. Hacia el centro, se encuentra el *núcleo*, que se distingue por su refringencia, mayor que la del protoplasma ambiente. En este momento, la célula está formada pues, de tres elementos principales: el protoplasma, el núcleo y la membrana.

A medida que la célula envejece, sus dimensiones aumentan, el protoplasma adquiere mayor volumen,

y se producen en su masa unas cavidades pequeñas que, poco a poco, crecen en tamaño : son las *vacuolas*, llenas de un líquido claro, el *jugo celular*. Una vez formadas, las vacuolas aumentan, se dividen, y, por fin, se juntan, acabando por llenar la mayor parte de la célula; el protoplasma no forma entonces más que una capa delgada aplicada a la membrana, y en comunicación con la parte que rodea el núcleo, por medio de unos filamentos

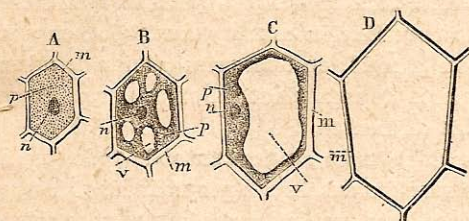


Fig. 25. — Células de edad diferente.

más o menos delgados (*trabéculas*). Un poco más tarde, el núcleo también es rechazado hacia la pared de la célula, y toda la cavidad central está ocupada por el jugo celular. Por fin, el protoplasma y el núcleo desaparecen : la célula está muerta.

Una célula puede entonces constar de cuatro elementos : el protoplasma, el núcleo, la membrana y el jugo celular; la membrana y el jugo celular pueden faltar, luego no son esenciales; el *protoplasma* y el *núcleo* son los **elementos esenciales**.

17. Protoplasma. — Examinado con un objetivo de mucho aumento, el protoplasma parece formado de una materia transparente, homogénea, en la cual flotan numerosas granulaciones finas. En la periferia, en la región en contacto con la pared celular y alrededor de

las vacuolas, el protoplasma forma una capa delgadísima, homogénea, desprovista de granulaciones : es la *capa membranosa* del protoplasma. Esta membrana, aplicada a la pared celulósica, es difícil de descubrir; pero, si se mete la célula en agua azucarada, el protoplasma se contrae, se encoge, desprendiéndose de la pared, y la capa membranosa puede observarse netamente.

Aunque no se conozca de una manera precisa la **constitución íntima** del protoplasma, está comprobado que dicha constitución es **muy variable** : en una misma célula, con la edad; en diferentes células de misma edad, de una parte de una planta a otra, y con mayor razón en plantas diferentes.

El **carácter más importante** de todo protoplasma, sean cualesquiera sus demás propiedades físicas, químicas o fisiológicas, es que *el protoplasma no puede provenir sino de un protoplasma preexistente*.

18. Propiedades del protoplasma. — La materia protoplásmica es incolora, y más refringente que el agua; es una substancia blanda, más o menos viscosa, a veces gelatinosa o casi líquida; es insoluble en el agua, y se coagula por la acción del calor.

La **composición química** del protoplasma es muy variable y cambia constantemente bajo la influencia de la actividad vital, y de los fenómenos que se verifican sin interrupción en la célula. Sin embargo, se puede decir que el protoplasma celular es *un conjunto de materias proteicas*; es decir, de substancias nitrogenadas de composición química análoga a la de la albúmina (clara de huevo). Los elementos siempre presentes en estas substancias son el *carbono*, el *oxígeno*, el *hidrógeno*, el *nitrógeno*, y, en menor proporción, el *azufre* y el *fósforo*. La constitución química del protoplasma no puede expresarse por

una fórmula, sea porque hay varias clases de protoplasma, sea porque cada especie es variable en extremo.

Para conocer la naturaleza íntima del protoplasma, sería preciso descubrir, además de sus propiedades sensibles, la causa que produce la vida. Pero, los químicos que investigan la composición del protoplasma no pueden estudiar la materia viva, ya que el primer efecto de los reactivos es a menudo matar el organismo celular.

El protoplasma muerto se vuelve amarillo por la acción del yodo, y toma un color rojo con el nitrato ácido de mercurio (reactivo de Millon); se colorea de morado cuando es tratado por la potasa concentrada y luego por trazas de sulfato de cobre; un corte fresco de un tejido vegetal mojado en una disolución de azúcar de caña, toma un color rosáceo al contacto de una gota de ácido sulfúrico concentrado. El protoplasma muerto es soluble en el ácido acético cristalizante, y en los álcalis diluidos.

Las reacciones anteriores desagregan el protoplasma; para conservarle su forma y su estructura, hay que colorearlo por la eosina, que le comunica un color de rosa, o tratarlo por el moreno de anilina que lo colorea de moreno; la hematoxilina, de violado; la fucsina o el carmín, de rojo. Además, ciertas sustancias (reactivos fijadores) coagulan y endurecen el protoplasma sin alterar notablemente su estructura : alcohol absoluto, ácido crómico, ácido ósmico, ácido pícrico. Cuando el estudio de los tejidos tiene por objeto exclusivo la observación de las membranas, la preparación de estos esqueletos celulares se hace por medio de los reactivos aclarantes, que disuelven el contenido de las células : hipoclorito de sodio, solución de sosa o de potasa al 10 0/0.

19. Propiedades fisiológicas del protoplasma vivo. — La materia viva es irritable, es decir responde a influencias exteriores o estímulos : luz, calor, electricidad, etc. El protoplasma se contrae, se mueve en el interior de la célula, originando a veces corrientes que

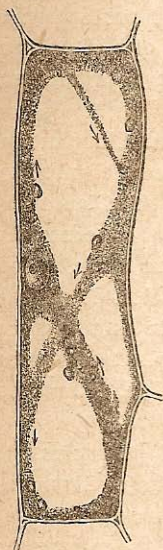


Fig. 26. — Movimiento del protoplasma (pelo de celidonia).

pueden observarse con un microscopio de mucho aumento : hojas de *elodea*, pelos estaminales de *tradescantia*, pelos de las hojas de *altea*, pelos de *cucúrbita*, de *celidonia*, tallito de *nitella*, filamentos de *mico-micetos*, etc. Estos movimientos varían de intensidad o cesan totalmente bajo influencias externas : temperatura, luz, choque, anestésicos, etc.

El protoplasma **se nutre**; tiene el poder de tomar alimento, de escoger los materiales utilizables y de no admitir los demás; una doble corriente de líquidos se establece al través de la membrana : los elementos nutritivos penetran en el protoplasma, y los desechos pasan afuera. La cesación de este movimiento produce la muerte, o, a lo menos, la suspensión de la actividad vital. La película membranosa regula la entrada y la salida de las substancias por un proceso de selección, que no se explica por las leyes físicas. Unas células, por ejemplo, toman una clase de alimento; las que se desarrollan a su lado toman otras substancias que, a veces, serían dañosas para las primeras; las plantas diferentes que crecen en un mismo terreno (o en un mismo líquido nutritivo) no absorben exactamente la misma proporción de los diferentes principios

nutritivos. Esta selección es un efecto del principio organizador, o **principio vital**, el cual rige los fenómenos extraordinarios y admirables, que se verifican en la célula viva.

El protoplasma **crece**, no como los objetos inorgánicos, sino cambiando el alimento en materia viva (asimilación).

El protoplasma **toma oxígeno** (*respiración*); tiene el poder de expulsar o eliminar los materiales inútiles o dañinos (*excreción*); por fin, el protoplasma tiene la facultad de **reproducción**.

20. Leucitos o plástidos. — Cuando se examina una célula joven y en plena actividad, se descubren, en el



Fig. 27. — Espirogira (cloroplastos en espiral).

interior del protoplasma, unos corpúsculos igualmente protoplásmicos, pero individualizados, unos muy pequeños, otros de tamaño relativamente considerable; éstos colorados, aquéllos incoloros, y que han recibido el nombre de *plástidos* o *leucitos*. Estos organismos tienen mucha importancia en la vida de la célula, ya que constituyen los **cuerpos clorofílicos**, y dan origen al almidón y a la aleurona. Los *plástidos coloreados* se llaman **cromoplástidos** (o cromoplastos), y los *incoloros*, **leucoplástidos** (o leucoplastos). Los cromoplástidos más importantes son los *cloroplástidos*, más comúnmente designados con el nombre de **granos de clorofila**. En algunas algas, los cromoplástidos pueden contener, además de la clorofila, otro pigmento coloreado, rojo o

moreno : llevan entonces el nombre de *cromatóforos*. En la espirogira, el cuerpo clorofílico forma una banda única, enrollada en espiral.

Los leucoplástidos son de observación más difícil. No tienen nada de particular; son, por lo regular, cuerpos redondeados, ovoideos o alargados, cuya importancia está en las formaciones a las cuales dan origen.

Los leucitos, incoloros o coloreados, se multiplican por bipartición directa.

21. Núcleo. — El núcleo es como otra célula alojada en la primera. Está envuelta en una película finísima, la

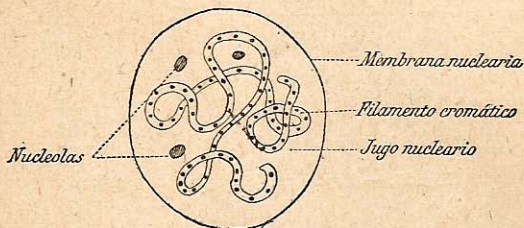


Fig. 28. — El núcleo.

membrana nuclear, y contiene : el **jugo nuclear**, substancia gelatinosa muy parecida al protoplasma por su aspecto y sus propiedades; — el **filamento nuclear**, cordoncito medio sólido, enrollado sobre sí mismo, que ocupa la cavidad nuclear casi entera y está formado de una substancia llamada *cromatina*; — los **nucléolos**, corpúsculos de un diámetro un poco superior al del filamento.

Como dependencia del núcleo hay una o dos esferitas, colocadas afuera de él, pero muy cerca; se conocen con el nombre de **esferas directrices** o *centrosomas*, y desempeñan un papel importante en la división y multiplicación de las células.

La **composición química** del núcleo es parecida a la del protoplasma; la **nucleína**, substancia propia del núcleo, es más rica en fósforo que el protoplasma ordinario.

El núcleo es la parte más importante de las células, y parece ser el centro más activo de los fenómenos vitales.

No es siempre muy fácil descubrir el núcleo en el estudio de las células; es preciso emplear alguna materia colorante convenientemente escogida, que tiñe el núcleo entero o algunos de sus elementos : verde de metilo, violado de genciana, safranina, carmín, fucsina....

22. Membrana celular. — La membrana celular de los vegetales está generalmente formada de **celulosa**, la cual constituye la substancia esencial de las paredes de las células, pero está asociada con frecuencia con un poco de **pectosa** y a veces de **callosa**, substancias de composición mal definida, pero que se diferencian de la celulosa por su acción sobre los reactivos.

La membrana celulósica es rígida y da a la célula una forma determinada. Algunas células vegetales, sin embargo, no tienen membrana de celulosa (zoosporas); su protoplasma está envuelto en una membrana flexible, que puede considerarse como resultando de una condensación del protoplasma.

La celulosa pura es incolora; una sección delgada examinada al microscopio presenta estrías dispuestas en bandas. La celulosa es resistente y elástica; se deja atravesar por los gases, por el agua y muchas soluciones. Resiste a la mayor parte de los agentes químicos; es insoluble en los álcalis; se disuelve en el líquido cuproamoniacal de Schweitzer (disolución del hidrato cúprico en el amoníaco). El ácido sulfúrico ataca a la celulosa, y la transforma primero en almidón (reactivo, el yodo) y

luego en glucosa. El cloroyoduro de cinc la colorea de azul, por producir también la transformación en almidón. La celulosa fija ciertas materias colorantes, principalmente después de haber sido tratada previamente por una solución de sosa (o de potasa) al 10 0/0 : el carmín aluminado le da color de rosa, la hematoxilina la colorea de violado, el moreno de anilina, de moreno, el rojo Congo, de rosa, etc.

§ III. — EVOLUCIÓN DE LAS CÉLULAS

23. División celular. — Las células crecen, asimilándose su alimento, es decir, transformándolo en materia viva. Cuando alcanzan un tamaño dado, y que continúa la actividad de la vida, cada célula se divide; resultan dos *células hijas*, semejantes a la célula madre en cuanto a su constitución y a sus facultades; difieren tan sólo en el tamaño.

Esta *división*, o **cariocinesis**, comprende los fenómenos siguientes : 1º Afuera del núcleo, en el protoplasma, existen dos pequeñas esferas brillantes, o *esferas directrices*, colocadas una al lado de la otra, en el centro de las cuales está un corpúsculo obscuro, el *centrosoma*. Cuando la célula está a punto de dividirse, las dos esferas directrices se alejan una de otra y se colocan en dos puntos opuestos del núcleo. Luego el protoplasma forma alrededor de ellas pequeños filamentos radiantes que les da el aspecto de estrellas, de ahí el nombre de *asterés* dado a las esferas. El filamento nuclear se hace más neto, desaparecen sus mallas, y aparece como un filamento único, bien delimitado, al cual se aplica entonces el nombre de *espirema*.

2º Durante este tiempo, la membrana nuclear y los

nucléolos desaparecen; el protoplasma se mezcla con el jugo nuclear, y, poco a poco, se dispone en forma de filamentos granulosos (*filamentos acromáticos*) que se extienden de un aster a otro; el conjunto adquiere la forma de un huso, cuyos polos están ocupados por los asteres.

El filamento nuclear (*filamento cromático*) se corta en

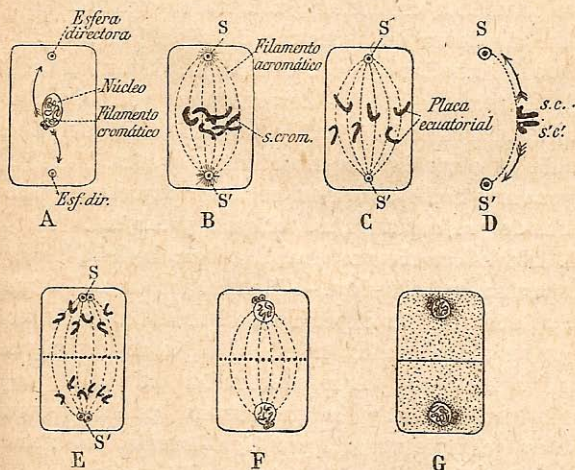


Fig. 29. — Cariocinesis, o división celular.

cierto número de trozos alargados, número constante en todas las células de una misma especie vegetal, y variable con las especies. Todos los segmentos se reúnen en la región ecuatorial del huso, a igual distancia de cada aster, y forman lo que se llama la *placa ecuatorial*.

3º Los trozos toman la forma de una V o de una U, y cada uno se divide longitudinalmente en dos partes rigurosamente iguales, estando dividida cada granulación en partes iguales.

4º Los trozos cromáticos, cuyo número queda así

doblado, se disponen en dos series paralelas en la región ecuatorial, y se orientan, dirigiendo su punta hacia el aster correspondiente, hacia el cual emigran, siguiendo los filamentos acromáticos del protoplasma (*filamentos directores*). Llegados cerca del aster, los trozos de un mismo grupo se sueldan por sus extremidades, y constituyen un nuevo filamento cromático; una nueva película nuclear aparece alrededor de cada uno de ellos. Finalmente, en el plano del ecuador aparece un tabique albuminoideo que divide el protoplasma en dos mitades; poco a poco se forma la pared celulósica, y la célula primitiva está dividida en otras dos, rigurosamente iguales.

Las cuatro fases sucesivas reciben respectivamente el nombre de *profase*, *metafase*, *anafase* y *telofase*.

24. Modificaciones en la composición de la membrana celulósica. — En muchos casos, las membranas de las células experimentan modificaciones notables en sus propiedades; la celulosa puede impregnarse de varias materias (*ceras*, *substancias minerales*), o la materia primitiva de la membrana puede transformarse casi completamente por *lignificación*, *cutinización* (cuticularización), *suberificación*, o *gelificación*.

Las **substancias cerosas** cuando impregnan la epidermis de los tallos o de las hojas, las vuelven casi completamente impermeables. Calentando en el agua una hoja de col, se ve la cera, rechazada por el agua, formar gotitas en la superficie de la hoja.

Las **materias minerales** que incrustan la celulosa son principalmente la *silice* (gramíneas, equisetos, diatomeáceas), y a veces el *carbonato* y el *fosfato de calcio*, que pueden encontrarse en las cenizas.

La **lignificación** consiste en la transformación de la celulosa en *lignina* o madera. Las paredes de las células de

madera son insolubles en el líquido cuproamoniacal, y se colorean de amarillo de oro por el cloroyoduro de cinc. La celulosa lignificada se distingue también de la celulosa pura, porque se colorea de rojo por la fucsina amoniacal, de rosa por la floroglucina clorhídrica, de amarillo por el sulfato de anilina, de verde por el verde de yodo, y de rojo cereza por la safranina; estos diferentes reactivos no tienen acción sobre la celulosa pura.

Por la **cutinización** o *cuticularización*, la parte externa de la superficie de las hojas y del tallo se transforma en *cutina*; la capa de cutina que se extiende sobre la planta constituye la *cutícula*, envoltura impermeable que protege los órganos situados debajo. La cutina se colorea de amarillo por el cloroyoduro de cinc y de rojo por la fucsina amoniacal, lo que la distingue de la celulosa pura; no se colorea ni por el sulfato de anilina, ni por la floroglucina clorhídrica, ni por el verde de yodo, en que se diferencia de la lignina. El mejor reactivo de la cutina es la tintura de alcana, que le comunica un color de rosa.

La **suberificación** es la transformación de la celulosa en *suberina* o corcho. El corcho cubre los tallos de casi todos los árboles; está formado de células de paredes más o menos delgadas, de sección rectangular, y dispuestas regularmente; estas células pierden muy temprano su núcleo y su protoplasma. La tintura de alcana, y el rojo sudán III, comunican a la suberina un color rojo vivo.

La **gelificación** es la transformación de la celulosa en una substancia de aspecto córneo, que se hincha al contacto del agua, dando una *materia gelatinosa* como jalea. Se encuentra celulosa gelificada en los tegumentos de las semillas de lino, en el albumen de la semilla del algarrobo. La celulosa así transformada no se colorea por los reactivos de la lignina, de la cutina, o de la suberina. De

una manera general, los productos de la gelificación de la membrana se llaman *mucílagos*; a veces las gomas segregadas por algunos vegetales (el cerezo, por ejemplo) provienen de una transformación de la membrana.

25. Modificaciones en la forma de las células.

— En un principio, las células de un órgano cualquiera son generalmente poliédricas, irregulares y apretadas, pero, poco a poco, su forma se va modificando: unas se alargan y originan **fibras**, pequeños filamentos afilados en sus extremidades, cuyas paredes pueden lignificarse; las fibras lignificadas comunican gran resistencia a la planta y forman la madera. Cuando las fibras son celulósicas o solamente un poco lignificadas, poseen alguna flexibilidad que permite tejerlas (plantas textiles); cada fibra (célula) puede alcanzar una longitud notable.

Otras células colocadas en filas, unas a continuación de otras, se alargan, y su conjunto constituye **tubos** que se extienden a lo largo de la raíz, del tallo, y en las nervaduras de las hojas, para conducir la savia: se llaman **vasos**.

Si la membrana de separación permanece entre las células consecutivas, el vaso se llama *cerrado* o *imperfecto*; la savia atraviesa por osmosis los tabiques transversales. Hay numerosos vasos en que estos tabiques se gelifican y desaparecen totalmente, de lo cual resulta un vaso *abierto* o *perfecto*, en que la savia circula con toda facilidad. Se consideran **dos clases de vasos**: los vasos *liberianos* y los vasos *leñosos*.

26. Los **vasos liberianos** son tubos muy angostos, de paredes de celulosa; los tabiques transversales están perforados con pequeños agujeros que se forman por gelificación, y que facilitan la circulación de la savia (savia elaborada espesa que viene de las hojas); de ahí el nombre de *vasos acribillados* o *cribosos* que se da a estos

tubos. Los poros de los tabiques se cierran durante el invierno, cuando se interrumpe la circulación de la savia; los bordes del agujero se engruesan y forman una especie de tapón que cierra completamente el orificio, y al cual se da el nombre de *callo* (por estar formado principalmente de callosa). A la primavera siguiente, el callo se disuelve y la circulación se restablece.

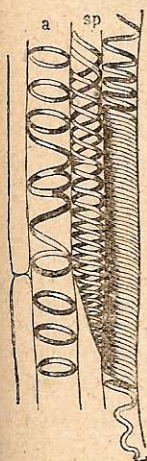


Fig. 31. — Corte longitudinal en un haz leñoso.

a, vasos anillados; sp, vasos espirales.

Los vasos liberianos están siempre agrupados en manojos, los **haces liberianos**, que se extienden sin interrupción a lo largo de la raíz, del tallo y de las nervaduras de la hoja para asegurar la nutrición del vegetal. Estos vasos son *tejidos vivos* que contienen siempre algo de protoplasma.

27. Los **vasos leñosos** se llaman así porque sus paredes están incrustadas de lignina en una extensión variable de su superficie. Se diferencian de los vasos liberianos porque no contienen ni núcleo ni protoplasma, y son, por consiguiente, *elementos muertos*. Conducen de abajo arriba hasta en las hojas un líquido claro, la savia ascendente, formada únicamente de agua y de materias minerales disueltas, que las raíces sacan del suelo.

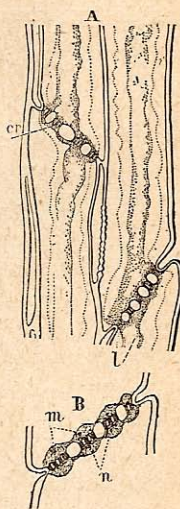


Fig. 30. — Vasos acribillados (vid).

Los vasos se agrupan en manojos o cordones, los **haces leñosos**, que se extienden sin interrupción no lejos de los vasos liberianos, desde la punta de la raíz

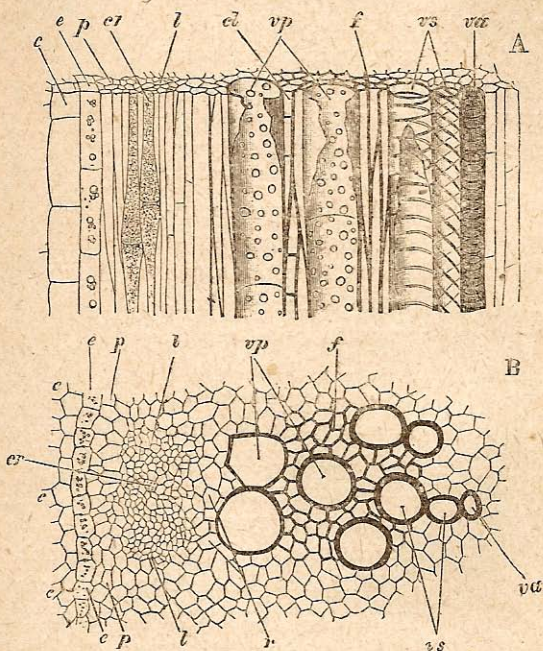


Fig. 32. — Corte en un haz liberoleñoso.

hasta las nervaduras de las hojas. Forman, por su lignina, los elementos constitutivos de la madera de los vegetales.

La lignina no se deposita de una manera uniforme sobre toda la pared interna de los vasos, sino en unos puntos más o menos regulares, determinando así ornamentaciones particulares, cuya forma permite clasificar

los vasos leñosos en : *anillados, espirales, rayados, puntuados, escaleriformes, areolados.*

En los **vasos anillados**, las capas de lignina forman anillos más o menos anchos, y colocados a distancias variables unos de otros.

En los **vasos espirales**, la lignina forma una cinta

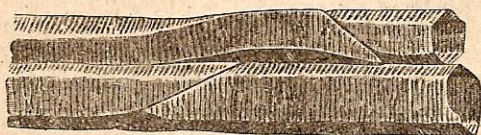


Fig. 33. — Vasos escaleriformes.

espiral de vueltas más o menos apretadas; se llaman a veces *tráqueas*, por su semejanza con los tubos respiratorios de los insectos.

Los **vasos rayados** presentan pequeñas bandas de lignina, de longitud desigual, paralelas entre sí; estas bandas pueden anastomosarse y originar *vasos reticulados*.

En los **vasos puntuados**, la lignina se deposita de una manera uniforme, excepto en numerosos puntitos que conservan su estructura primitiva (celulosa) y aparecen como círculos brillantes.

Los **vasos escaleriformes** tienen forma prismática, se encuentran más comúnmente en los

helechos. Las aristas están fuertemente lignificadas, y, en las caras laterales, la lignina forma bandas paralelas a los lados de la base (aparencia de escalera).

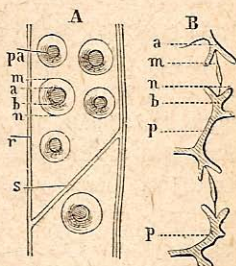


Fig. 34. — Vasos areolados.

Los **vasos areolados** son esencialmente característicos de la madera de las coníferas; obsérvanse en sus paredes hileras de pequeños círculos brillantes, rodeados de una especie de aureola.

Los vasos *anillados* y *espirales* son **vasos cerrados**, así como los *escaleriformes* de los helechos, y los *areolados* de las coníferas.

Los vasos *puntuados* y los *rayados* son **vasos abiertos**, de diámetro mayor que los anillados y espirales.

28. Tejidos. — A medida que se multiplican las células, se produce otro cambio importante, conocido con el nombre de diferenciación de las células y formación de los tejidos. Un **tejido** es el *resultado de la aglomeración de células que se modificaron del mismo modo y se adaptaron a funciones especiales*. Los **principales tejidos** son : la *epidermis*, los *parénquimas*, el *corcho*, los *tejidos conductores*, y los *tejidos de sostén*.

1º Con el nombre de **epidermis** se designa la capa más externa de las células que cubren los órganos : tallos tiernos, hojas, flores, frutos; están generalmente alargadas en el sentido transversal y poseen todavía su núcleo y un poco de protoplasma con muchas vacuolas. Lo que caracteriza esencialmente estas células es que su pared externa, expuesta al aire, se transforma siempre en una capa más o menos espesa de cutina (cutícula de las hojas persistentes, coriáceas). Los pelos y las espinas pequeñas que existen en la superficie de las hojas o del tallo de muchas plantas, están formados por las células epidérmicas que se alargan hacia afuera. Para permitir la entrada del aire en los órganos así cubiertos de cutina impermeable, la epidermis lleva numerosos poros o estomas.

2º Los **parénquimas** son tejidos formados por aglome-

raciones de células vivas, con un protoplasma esencialmente activo, en cuyo seno se verifican todos los fenómenos de la vida; para ellos, los vasos leñosos y liberianos conducen la savia, y, para protegerlos, se forma la cutina de la epidermis. Hay varias clases de parénquima : cuando las células están rellenas de granos de clorofila, es el *parénquima clorofílico* : hojas, tallos tiernos. En los órganos subterráneos desprovistos de clorofila (raíces, rizomas, bulbos...), el parénquima es *inoloro*. En las

extremidades de los tallos y de las raíces, hay únicamente células jóvenes de paredes delgadas, muy apretadas, llenas de un protoplasma abundante, que se multiplican de una manera constante y muy activa; estas células, de vida particularmente intensa, forman un parénquima conocido con el nombre de *meristema*. En numerosas plantas existen células que tienen la propiedad de segregar algunos productos particulares, que se consideran como

los desechos de la vida celular : resina, esencias, látex, etc.; todas estas células forman el *parénquima secretorio* o *tejido secretorio* : glándulas y pelos, vasos laticíferos, canales secretorios, bolsas secretorias, etc.

3º El **corcho** o *tejido suberoso* está formado de células un poco aplastadas, dispuestas en capas concéntricas o radiales, y que se encuentran alrededor de las raíces y de los tallos viejos. Sus paredes están transformadas en *suberina*, substancia casi impermeable a los gases y a los líquidos. Es un *tejido protector*.

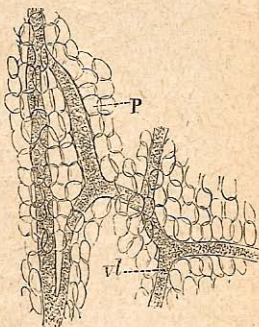


Fig. 35. — Vasos laticíferos (higo).

4º Con el nombre de **tejidos conductores** se designan los *haces leñosos* y los *haces liberianos*.

5º Los **tejidos de sostén** son aquellos cuyos elementos tienen paredes engrosadas y a menudo lignificadas : el *esclerenquima*, el *tejido escleroso*, y el *colénquima*.

El **esclerenquima** comprende dos clases de elementos :

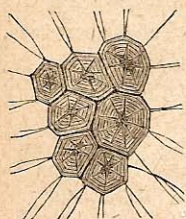


Fig. 36. — Células de esclerenquima.

1º células cortas de paredes lignificadas muy espesas, de suerte que la cavidad interna desaparece totalmente, y han perdido toda su materia viva; se encuentran en los huesos de las frutas, en ciertos nudos pétreos de las frutas, en las espinas, la envoltura de las semillas...; 2º elementos alargados que son las fibras.

El **tejido escleroso** está formado de células vivas, cuyas paredes se han engrosado y parcialmente lignificado; la madera tierna contiene numerosas células esclerosas mezcladas con fibras y vasos leñosos.

El **colénquima** está formado de células vivas alargadas, de protoplasma poco abundante; sus paredes aunque espesas quedan blandas y flexibles; tienen aspecto brillante, y conservan su naturaleza celulósica.

El **prosénquima** es un tejido formado de fibras de paredes recias (haces fibrovasculares).

CAPÍTULO II

SEMILLA. — GERMINACIÓN

§ I. — TRABAJO PRÁCTICO

29. Examinar semillas de varias clases, compararlas en cuanto al tamaño, a la forma; investigar las diferentes partes : *tegumentos, almendra, plántula.*

a) **Semilla de frijol** (*alubia, judía, haba*); unas semillas secas, y otras remojadas en agua (unas 24 horas). Examinar la superficie cuidadosamente : color, tamaño, forma, señales particulares. ¿Son iguales en todas las semillas? Ver la cicatriz (*hilo*); ¿qué representa? Buscar el *micrópilo* (lente), en el fondo de una depresión pequeña como la marca hecha con un lápiz puntiagudo. ¿Hay alguna sutura (*rafe*) del lado del hilo, opuesto al micrópilo? Dibujar : 1º vista de la cara ancha; 2º de la cara angosta; indicar partes observadas. Quitar los tegumentos (envolturas) de la semilla; ¿cuántos son? ¿en qué se diferencian? ¿Hay puntos en que se adhieran más a la almendra? Separar delicadamente las dos mitades (*cotiledones*) del frijol. Describir su forma; notar lo que hay entre los dos. Poner a un lado el que se quedó con la plántula. Depositar sobre el otro una gota de la disolución de yodo, y notar el efecto. Examinar una sección delgada con el microscopio, observar la acción de una gota de yodo; dibujar, indicando los granos de almidón. —

Examinar detalladamente la *plántula* o *embrión*. ¿Cómo está unida a los cotiledones? Partes abajo del punto de inserción : *tallito hipocotíleo*, *rejo* o *radícula*; parte arriba de dicho punto : *gémula* (*plúmula*); estudiar con lente o microscopio de disección. ¿Qué representa cada parte? Dibujar la *plántula* : indicar partes observadas.

b) **Semilla de ricino.** — Usar semillas remojadas : tamaño, color, manchas, forma; diferencias con las del frijol; tegumentos; *carúncula* (protuberancia en un

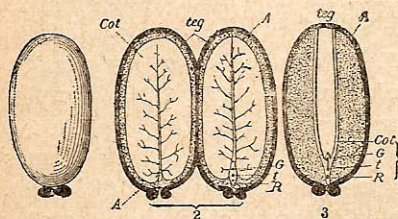


Fig. 37. — Semilla de ricino.

extremo). Quitar tegumento; forma, color de la almenra, (*albumen*), tacto. Para abrirla, introducir el escalpelo en la región opuesta a la *carúncula*, la hoja del instrumento en direc-

ción paralela a la cara más ancha; se abrirá regularmente en dos partes. Notar cara interna de la parte separada; examinar la pequeña hoja amarilla, sus nervaduras; comparar con la que se ve en la otra mitad (son los *cotiledones*). Examinar con lente en la base de la hoja; el cilindro pequeño que se descubre es el *tallito*, fijado a la hoja; la cara opuesta lleva la cicatriz de la hoja separada; en la región inferior del *tallito* se ve un cono pequeño, el *rejo* o *raicilla*. Examinar con la lente la parte arriba del punto de inserción de los cotiledones : *gémula*. Dibujar el embrión. Practicar cortes en el *albumen*; investigar la presencia del aceite; buscar granos de aleurona.

c) **Semilla de maíz** (granos remojados); notar forma,

color, tamaño, aspecto de la semilla. Notar un área de color claro (como escudo) en un lado de la semilla : posición del embrión. Practicar un corte paralelo a la cara más ancha, y buscar el embrión. Examinar tegumentos. Hacer secciones en varias direcciones, usando otros tantos granos. Acción del yodo sobre las partes cortadas. Examen detenido de la plántula : *cotiledón único, raicilla, gémula (plúmula)*. ¿Hacia qué parte del grano está la raicilla? Dibujar indicando partes diferentes.

Repetir el mismo trabajo con diversas semillas : calabaza, cebada, chícharo (guisante), enredadera de campanillas, rabanito, café, bellota, castaño, etc. Comparar tegumentos, forma; clasificar semillas con albumen o sin él, dicotiledóneas, monocotiledóneas. Examinar semillas de pino y otras coníferas; ¿qué particularidad presenta el embrión?

30. La presencia de las *materias proteicas* (albúminas) en las semillas puede conocerse por la acción del ácido nítrico, que da un color amarillo; la mancha lavada con agua y tratada por una gota de amoníaco pasa a anaranjado.

Examinar el **efecto del agua** sobre las semillas secas : investigar por donde penetra el agua, la región en que la semilla comienza a hincharse y a ablandarse. Al cabo de 24 horas, secar exteriormente con un trapito o papel secante, notar el aumento de peso; apretar alguna semilla entre los dedos; si sale agua, ¿por dónde es?

Presión producida por el aumento de volumen de las semillas remojadas : llenar un frasco enteramente con frijoles (maíz u otra semilla); echar agua hasta llenar el vaso, tapar herméticamente. Notar algún efecto al día siguiente. Se puede usar una maceta o un cazo cualquiera enteramente lleno y cubierto con un ladrillo pesado; éste se alzarán por efecto de la presión.

31. Germinación. — Hacer germinar semillas de varias clases en la arena húmeda o en el aserrín; observar cada día y notar los pasos sucesivos en el desarrollo del embrión. ¿Qué parte sale la primera, hacia

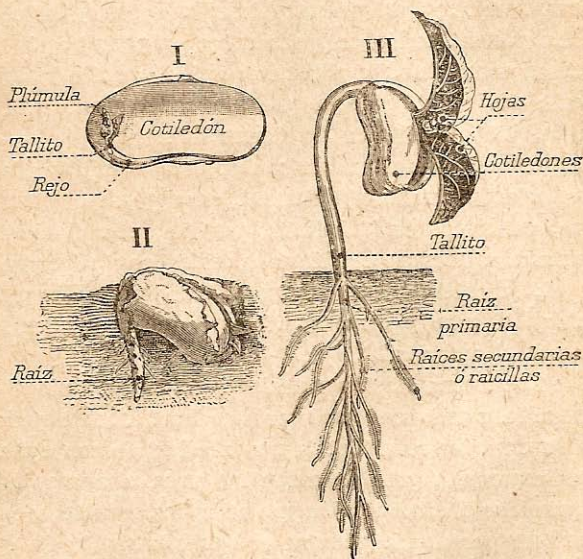


Fig. 38. — Germinación de una semilla de frijol.

dónde se dirige? ¿Qué modificaciones se notan en la semilla, en los cotiledones? Estudiar de una manera especial la germinación del frijol, del guisante (chícharo), del maíz, de la calabaza, del ricino. Comparar los diferentes casos : en cuáles semillas salen de la tierra los cotiledones, en cuáles no; lo que sucede con los tegumentos, los cotiledones. Dibujar los estadios sucesivos.

Acción del **agua** en la germinación : colocar unas

semillas en arena seca, en arena húmeda, y en arena sumergida completamente debajo de un exceso de agua.

Acción del calor : semillas en un lugar muy frío (nevera, refrigerador); en un lugar con temperatura de 25 a 35° C, y, si se puede, en alguna estufa de aire caliente a más de 50-60° C.

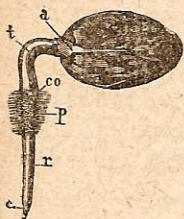


Fig. 39. — Germinación de una semilla de ricino.

Necesidad de oxígeno : Colocar semillas remojadas, en un frasco grande lleno de hidrógeno, de gas del alumbrado, de nitrógeno, o de gas carbónico; observar durante algunos días. **Efecto de la luz :** semillas en un lugar lleno de luz, y otras en la

obscuridad absoluta, siendo iguales las demás condiciones de temperatura, humedad, etc.

Efecto de la profundidad en el suelo : sembrar semillas,

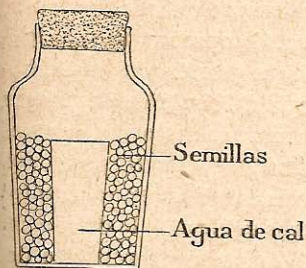


Fig. 40. — Producción de gas carbónico en la germinación.



Fig. 41. — Un fósforo se apaga en un frasco donde germinan semillas.

unas encima del suelo, otras a uno, dos, tres... centímetros, y por fin otras a más de veinte centímetros; observar los resultados, periódicamente, y apuntar.

Producción de gas carbónico durante la germinación :

en un frasco grande, colocar un vasito con agua de cal, y, alrededor, una buena cantidad de semillas húmedas; cerrar el recipiente; observar el agua de cal al cabo de algunos días, cuando hayan germinado las semillas. En el momento de destapar el frasco, introducir en él un cerillo encendido. ¿Qué sucede?

La **temperatura** se eleva durante la germinación; disponer un termómetro en el centro de un montón de semillas germinando, en un frasco cerrado; la temperatura del termómetro interior será superior a la del cuarto.

En una serie de semillas de frijol germinando, quitar a algunas plantas uno o dos cotiledones; observar el efecto, comparando con las plantas no mutiladas.

32. Fenómenos químicos durante la germinación. — Transformación del almidón en glucosa por acción de la diastasa que se desarrolla durante la germinación. El reactivo de la glucosa es el *líquido de Fehling*; esta disolución es azul, y pasa a rojo cuando se hace hervir con una pequeña cantidad de glucosa. Comprobar primero que no hay glucosa en la semilla seca, no germinada: maíz, frijol, etc.; el yodo indica la presencia del almidón. Investigar luego dónde comienza la transformación: escoger unos granos de maíz que ya están brotando; separar tres o cuatro plántulas con una pequeña porción del albumen adherente; hacer hervir con unos centímetros cúbicos de la disolución de Fehling; repetir en otro tubo usando un pedacito del albumen tomado de la parte periférica. Mismo experimento con partículas de los cotiledones del frijol germinando.

La *diastasa* que obra la transformación del almidón en glucosa es una substancia análoga a la ptialina de la saliva; masticar un trocito de pan durante un momento; cuando comience a tener sabor dulce, calentarlo con el líquido de Fehling.

§ II. — PARTES DE UNA SEMILLA

33. En una semilla se distinguen : 1º los *tegumentos*, que protegen las partes internas, y 2º la *almendra*, que está en el interior y contiene la parte esencial de la semilla. La *almendra* se compone, en ciertos casos, de dos partes : 1º el *embrión* o *plántula*, que se desarrolla durante la germinación; 2º el *albumen*, tejido lleno de materias de reserva, que alimentará la plántula durante las primeras fases de su desarrollo.

En muchas semillas no hay albumen; en este caso, la misma plántula encierra las materias de reserva necesarias.

Hay pues que distinguir las *semillas con albumen* y las *semillas sin albumen*.

34. **Estructura de los tegumentos.** — En la superficie de los tegumentos, se observa una cicatriz, el *hilo*, que indica el punto donde la semilla estaba fijada al *funículo* (*ombliigo*). El *micrópilo* aparece a veces como una ligera depresión, más visible cuando la planta se ha remojado en agua durante algún tiempo.

Los tegumentos son delgados y no lignificados, cuando la semilla está envuelta en un pericarpio indehisciente, que la protege; al contrario, son espesos y lignificados en parte, cuando la semilla se forma en un fruto dehiscente o carnoso, que la deja completamente descubierta. Los tegumentos de ciertas semillas, la de ricino por ejemplo, se dividen en dos capas : una exterior, dura y lignificada : la *testa*; otra, interna, más blanda, que se llama *tegmen*; pero, esta disposición no es general en todas las semillas.

El tegumento exterior de la semilla es a menudo terso, pero puede presentar varias particularidades, cuyo efecto

es facilitar la diseminación de las semillas : puede ser rugoso, cubierto de numerosas excrescencias, o formar alas membranosas, pelillos o penachos, etc. Algunas semillas tienen un tegumento suplementario, el *arilo*; en la semilla de ricino y otras euforbiáceas, se ve, en los bordes del micrópilo, una envoltura incompleta que se forma únicamente en una extremidad de la semilla : es la *carúncula* (arilo incompleto).

33. Ejemplo de una semilla con albumen. — *Ricino*. — Al interior de los tegumentos de la semilla de

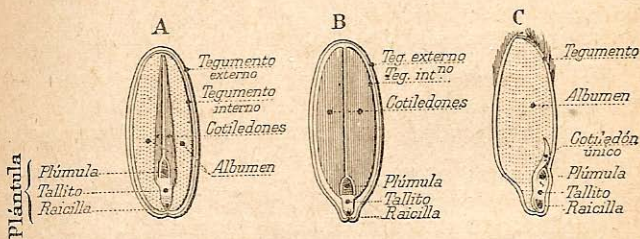


Fig. 42. — Corte teórico de una semilla : A, ricino; B, frijol; C, trigo.

ricino, se encuentra una almendra blanquecina, de forma elipsoide; el albumen rodea completamente la plántula, y constituye la mayor parte de la almendra. Abriendo el albumen se descubre la **plántula** o *embrión*, que comprende :

1º El **rejo** o *radícula*, que, al desarrollarse, formará la raíz principal y las raicillas.

2º El **tallito hipocotíleo**, parte del tallo situada abajo de los cotiledones, que producirá el eje hipocotíleo.

3º Los **cotiledones**, dos hojas pequeñas, recorridas por nervaduras, insertas una frente a la otra, en la extremidad del tallito; su función principal es transmitir al resto de la planta las sustancias nutritivas durante la germinación.

4º La **gémula** (*plúmula*), prolongación del tallito arriba de los cotiledones, constituye la yema terminal que dará origen a las partes aéreas de la planta : tallo principal, ramas, hojas y flores.

El albumen del ricino es un tejido homogéneo, formado de células de paredes delgadas, cuyo protoplasma contiene abundancia de materias de reserva : aleurona, gotas de aceite, etc.

En las plantas monocotiledóneas, hay un cotiledón único, y la plántula se parece muy poco a una hoja ordinaria; en el maíz, tiene la forma de un escudo aplicado contra el albumen o *endospermo*.

36. Ejemplo de semilla sin albumen. — Frijol. —

La semilla del frijol se compone únicamente de los tegumentos y de la plántula; no hay albumen en la semilla madura. En la plántula se distinguen las mismas partes y la misma disposición que en el ricino : *rejo* o *radícula*, *tallito*, *cotiledones* y *gémula*; esta última está muy desarrollada y lleva dos hojas pequeñas. La gran diferencia entre el embrión de las dos especies de semillas está en las dimensiones de los cotiledones, los cuales son muy espesos en el frijol y en casi todas las semillas sin albumen; la razón de ello es que las materias de reserva se acumularon en los cotiledones, los cuales contienen granos de aleurona y almidón en abundancia.

§ III. — GERMINACIÓN DE LA SEMILLA

37. El embrión encerrado en la semilla se encuentra en estado de *vida latente*, es decir, que ha dejado de crecer; lo que prueba que la semilla está viva, es que respira; el embrión toma oxígeno y desprende gas carbónico,

aunque la respiración es poco intensa, y el fenómeno químico no se nota fácilmente. Otra prueba es que si se encierran semillas húmedas en un frasco lleno de un gas irrespirable, anhídrido sulfuroso, anhídrido carbónico, etc., las semillas se asfixian y pierden su facultad germinativa.

Tan pronto como la semilla se encuentra en condiciones convenientes la plántula se despierta, reanuda su crecimiento interrumpido, y produce una nueva planta semejante a la que produjo la semilla.

38. Condiciones necesarias para la germinación. — Distínguese las *condiciones internas*, que conciernen las cualidades de la semilla madura, y las *condiciones externas*, relativas al medio exterior.

Las **condiciones internas** son tres : — 1^a la semilla debe estar bien formada y no haber sufrido *ninguna alteración* mecánica o química; — 2^a la semilla debe estar *enteramente madura*; — 3^a la semilla debe haber conservado su *facultad germinativa*.



Fig. 43. — Germinación de un grano de trigo.

La mayor parte de las semillas mueren al cabo de algunos años; las que más resisten son las harinosas (cereales...). Las semillas del cafeto, de las Umbelíferas, y, en general, las semillas oleaginosas, pierden rápidamente su poder germinativo.

Las **condiciones externas** son igualmente tres : la *humedad*, el *aire* y el *calor*.

1^a La **humedad** hincha la semilla, disuelve las reservas nutritivas y permite al embrión alimentarse con ellas y desarrollarse. Sin agua, no puede germinar la plántula,

por esto se riegan las semillas que se acaban de sembrar. — 2ª El **aire** es necesario, porque las semillas respiran, y es preciso que dicha función esencial de la vida esté alimentada; la experiencia enseña que las semillas sembradas en gas carbónico, nitrógeno o gas del alumbrado no germinan, cualesquiera que sean las condiciones de calor y de humedad; lo mismo sucede con las que se hallan enterradas a demasiada profundidad; no germinan por falta de aire. — 3ª El **calor** es indispensable para despertar la vida latente de la semilla, pero es preciso que sea moderado; en general, la temperatura más favorable para las semillas de los países templados oscila entre 16° y 30° C; la germinación de las semillas que provienen de los climas cálidos exige una temperatura algo superior. Existe, para cada planta, una temperatura *mínima*, bajo la cual no germina (9° C para el maíz), una temperatura *máxima*, arriba de la cual no hay germinación (42° C para el maíz), y una temperatura *óptima*, o más favorable (33° C para el maíz).

39. Desarrollo de la plántula. — Hemos visto que la plántula, o embrión, comprende cuatro partes: raicilla, tallito, gémula y cotiledones. Colocada en tierra húmeda, una semilla de frijol se hincha, rasga su envoltura, y hunde en el suelo su raicilla, que ha de formar la raíz primaria o principal. El tallito se desarrolla en sentido inverso de la radícula, arrastrando consigo los cotiledones y la gémula. Por último, crece la gémula, produciendo las dos primeras hojas.

Llámase *tallo hipocotíleo* la parte del tallo joven situada debajo de los cotiledones, y *tallo epicotíleo*, la parte situada encima.

Después de haber alimentado la plántula, se secan los cotiledones; desde aquel momento la plántula saca su

alimento del suelo por medio de sus raíces, y del aire, por medio de sus hojas verdes.

Si, en lugar de sembrar una semilla de frijol, tomamos una bellota de encina, son idénticos los fenómenos,

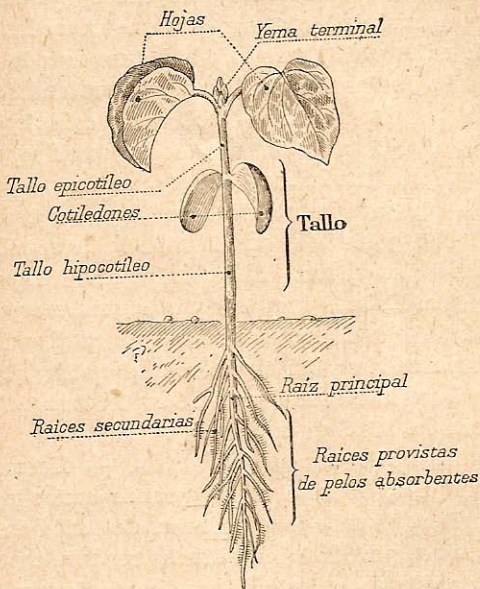


Fig. 44 — Desarrollo de la plántula.

aunque los dos cotiledones permanecen enterrados, en lugar de ser arrastrados por el tallito.

Cuando los cotiledones son arrastrados por el tallo y se levantan sobre el suelo, se llaman *epigeos* (frijol, haya, alerce, ricino, enredadera...); cuando quedan enterrados, se llaman *hipogeos* (encina, castaño, guisante...); en este caso, el tallo carece de eje epicotileo.

40. Fenómenos químicos de la germinación. —

Los fenómenos químicos que acompañan la germinación pueden ser *exteriores*, como la respiración, el desprendimiento de calor, y la pérdida de peso que resulta de quemarse el carbono para dar gas carbónico, que se desprende. Los fenómenos *internos*, los más importantes, se refieren a la **digestión** de las reservas nutritivas y la **alimentación** de la

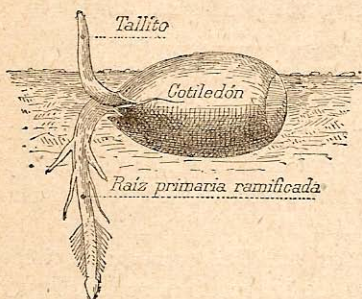


Fig. 46. — Germinación de una bellota de encina.



Fig. 45. — Germinación de una semilla de guisante.

plántula; estas materias acumuladas en el albumen o en los cotiledones son digeridas por la acción de diversos **fermentos** o *diastasas* que las transforman en sustancias solubles y absorbibles. Estos fermentos son : — las *amilasas*, que transforman el almidón (y la celulosa) en glucosa soluble; — una *pepsina*, análoga a la del jugo gástrico, que obra sobre la aleurona, transformándola en una peptona asimilable; — una *saponasa*, fermento que descompone las grasas (aceites) en glicerina absorbible y ácidos grasos, que se transforman ulterior-

mente en almidón y glucosa; — una *invertina* que transforma el azúcar ordinario o sacarosa (guisantes) en glucosa y levulosa asimilables.

En el ricino, los fermentos (diastasas) están diseminados en todo el albumen. Para comprobarlo, basta aislar el albumen y colocarlo en las condiciones favorables para la germinación; se nota que el albumen es digerido exactamente como si estuviese en contacto con la plántula.

En el maíz y demás gramíneas, las diastasas del albumen se localizan en la parte periférica, desprovista de almidón. Al penetrar en la semilla, el agua disuelve las diastasas y las arrastra en las partes centrales del albumen; el fermento disuelve las paredes celulósicas de las células y llega a ponerse en contacto con los granos de almidón. La plántula contiene también diastasas que pasan al albumen durante la germinación, y contribuyen a la digestión del almidón.

El albumen de ciertas semillas está desprovisto de diastasas, y la digestión de las reservas no puede verificarse, sino por la acción de los fermentos de la plántula.

En las semillas sin albumen, la plántula contiene las diastasas necesarias para digerir las reservas acumuladas en los cotiledones.

CAPÍTULO III

LA RAÍZ

§ I. — TRABAJO PRÁCTICO

41. Examinar tipos de raíces : *fibrosas, tuberosas, acuáticas, aéreas, adventicias* (garfios de trepadoras : hiedra...).

Hacer germinar en musgo húmedo, arena, o aserrín mojado, unas semillas de varias clases : examinar la raíz primaria, sus ramificaciones, la cofia, los pelos. *Dirección de la raíz* : por medio del *jardín de bolsillo* (véase nuestro 1^{er} Año de Biología, n^o 267).

Influencia de la *humedad* sobre la dirección de las raíces : en una esponja húmeda colgada de algún soporte, hacer germinar rabanitos

u otras semillas; las raíces tomarán la dirección vertical, pero luego se encorvarán en busca de humedad. El mismo experimento puede hacerse con una cajita,

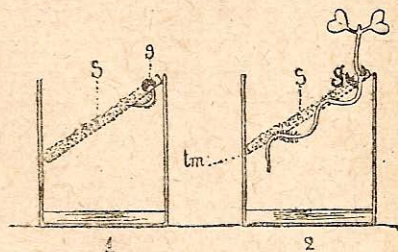


Fig. 47. — Acción de la humedad sobre la dirección de la raíz.

cuyo fondo está formado por una tela de alambre; se siembra en musgo o aserrín; las raíces se saldrán en dirección vertical, pero se encorvarán hacia arriba y volverán a penetrar en el medio húmedo. Observación de los *pelos absorbentes* : lugar exacto en que son más abundantes, más largos; granos de maíz u otros, germinados en papel húmedo en un vaso grande o debajo de una campana de vidrio. Examinar su estructura con el microscopio : dibujar.

La *cofia* es muy visible en la *lemna* o lenteja de agua; la *cebolla* germinando es un material excelente para este estudio : teñir con algún colorante.

42. Experimentos de osmosis (véase nuestro **Curso de química**, nº 909). — Hacer un *endosmómetro* con un tubo de embudo y una hoja de pergamino, o bien con la membrana que cubre el interior de la cáscara de un huevo : vaciar el huevo, meter en un vaso con ácido clorhídrico diluído, que disuelve la cáscara; sacar la membrana con cuidado, y fijarla en la extremidad de un tubo. Echar en el tubo una disolución concentrada de sal o de glucosa, e introducir el aparato en un vaso de agua pura, de manera que los líquidos queden en el mismo

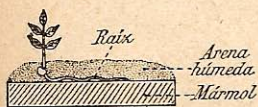


Fig. 48. — Ácido segregado por las raíces.

nivel : observar cómo sube el nivel en el tubo. Comprobar también que parte del líquido del tubo pasó al vaso exterior : unas gotas del líquido darán, con el nitrato de plata, un precipitado blanco si hay cloruro de sodio; el líquido de Fehling indicará la presencia de la glucosa.

Dializador (véase **Curso de química**, nº 910).

Ácido segregado por las raíces. En el jardín de bolsillo,

poner una tira de papel de tornasol : la raicilla dejará una línea roja. — Colocar una capa de arena, de aserrín o de musgo húmedo en una tablita de mármol, de superficie muy tersa; hacer germinar frijoles; cuando las plantas alcancen como 15 a 20 centímetros de alto, desmontar, lavar el mármol : las raíces habrán dejado huellas en la piedra. Arrancar delicadamente plantas crecidas en arena húmeda; examinar todo el sistema de raíces, los pelos, las partículas terrosas adheridas a éstos.

43. Practicar un *corte transversal* delgado en una raíz gruesa : chirivía, por ejemplo; observar las partes : corteza, cilindro central; teñir, observar con microscopio. Hacer asimismo un *corte longitudinal* : aplicar reactivos de *celulosa*, *lignina*, *suberina*. Buscar *vasos* de diferentes clases. Meter alguna raíz en una disolución de carmín; al cabo de una hora, practicar un corte longitudinal, y seguir cuidadosamente el trayecto

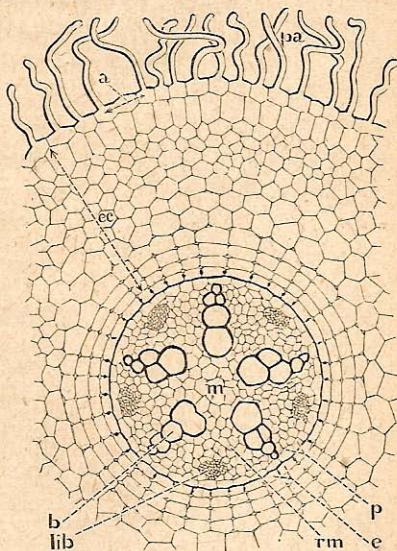


Fig. 49. — Corte transversal de una raíz joven en la región pilifera.

del líquido ascendente. Buscar *parénquima leñoso* en la remolacha, *parénquima liberiano* en la zanahoria.

Investigar la naturaleza de las *materias de reserva* acumuladas en varias raíces : almidón, aleurona, aceite, inulina.

Estructura de la raíz primaria. Hacer cortes transversales de la raíz primaria : frijol, ranúnculo, iris, calabaza, plantas de diferentes familias : región pilífera, corteza, cilindro central, haces; aplicar reactivos de celulosa, lignina, suberina; dibujar, comparar secciones hechas en plantas diferentes. Repetir, usando raíces un poco más viejas. Observar nuevas formaciones. Practicar asimismo cortes longitudinales en raíces jóvenes y otras: observar vasos, aplicar reactivos; dibujar.

44. *Origen endógeno* de las raíces secundarias : rabanitos, cebollas, etc., germi-

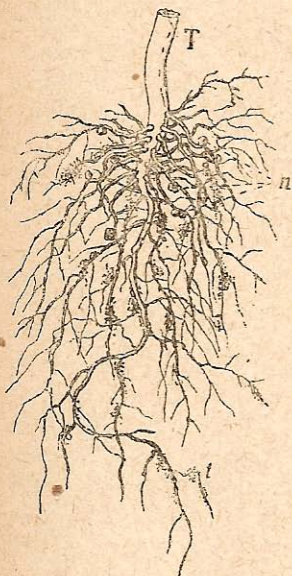


Fig. 50. — Raíz de frijol con nudosidades.

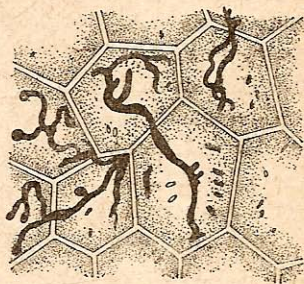


Fig. 51. — Corte en una nudosidad con bacterias.

nando en una laminilla de vidrio delgado; examinar con microscopio, teñir, dibujar.

Región de crecimiento : hacer, si se puede, el experimento descrito abajo nº 50.

Bacterias en raíces de leguminosas : trébol, alfalfa...; arrancar con cuidado, investigar nudosidades, practicar cortes delgados, examinar con el objetivo de mayor aumento.

Estudiar la formación de *raíces adventicias* : estacas de geranio, sauce, álamo, adelfa, etc. Buscar muestras de *cuscuta*, parásita en alguna planta : estudiar los *chupadores* (raíces modificadas). Mismo estudio con el *muérdago*, la *orobanca*. Practicar un corte

en la parte donde el parásito está fijado en el huésped : examinar con una lente.

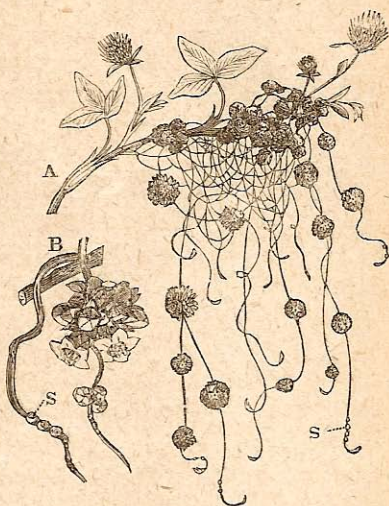


Fig. 52. — *Cuscuta* parásita en el trébol. S, chupador.

§ II. — CARACTERES EXTERIORES

43. Definición. — La **raíz** es un miembro de la planta que se desarrolla hacia abajo, según la vertical; no produce nunca hojas, y su extremidad está provista de un aparato protector, llamado **cofia**.

Las muscíneas y las talofitas no tienen raíces; este

órgano es propio de las Fanerógamas y de las Criptógamas vasculares.

46. Cofia. — La **cofia** es una especie de *estuche* o *contera* situada en la extremidad de la raíz; distínguese fácilmente por su color más obscuro o amarillento, y por su tejido más resistente que el del vértice de la raíz. La función de la cofia consiste en proteger la extremidad delicada del órgano durante el crecimiento; de suerte que la raíz pueda prolongarse por la tierra sin que la desgarran las piedrecillas que encuentre. La existencia de esta cofia es uno de los caracteres distintivos de la raíz; existe aun en las raíces acuáticas y aéreas.

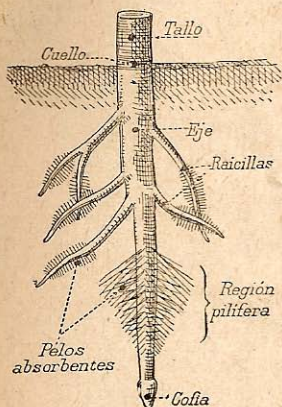


Fig. 53. — Diferentes partes de una raíz.

47. Pelos absorbentes. — Tan pronto como penetra la raicilla en el suelo para formar la raíz principal, ésta se cubre de pelos absorbentes muy numerosos, tanto más largos cuanto más lejos están de la cofia. La parte de la raíz provista de dichos pelos se llama **región pilífera**. Los pelos absorbentes se renuevan a medida que se alarga la raíz, lo que explica por qué la región pilífera presenta siempre la misma longitud, cualquiera que sea la edad de la planta. El papel de los pelos es aumentar la superficie de absorción, demasiado reducida si se limitara a las paredes exteriores de las células superficiales de la raíz.

Cuando se arranca bruscamente una raíz joven, se rompen los pelos, quedando éstos en el suelo; pero si se

arranca con precaución una mata de trigo, por ejemplo, se ve que la región pilífera está rodeada de un manguito de partículas de tierra, a las cuales los pelitos se adhieren

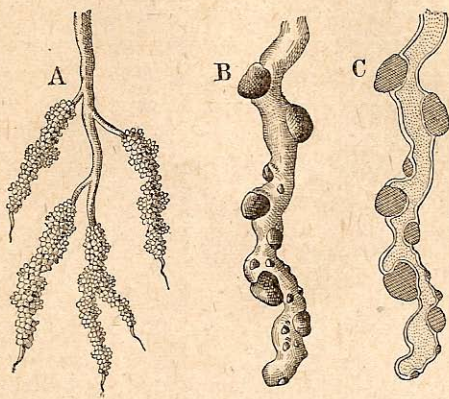


Fig. 54. — Pelos absorbentes, adherentes a los granos de arena.

estrechamente; este contacto es necesario para la absorción de los líquidos del suelo.

48. Raicillas. — La raíz principal o *primaria* no suele permanecer sencilla; cúbrese casi siempre de ramificaciones o *raíces secundarias*, que, a su vez, se ramifican en raíces *ternarias*, *cuaternarias*, etc.

49. Dirección de la raíz. — La raíz se dirige siempre de arriba abajo y verticalmente. Si se da a una raíz joven una posición horizontal, no se tarda en observar que se inclina verticalmente; el mismo fenómeno se produce con una raíz colocada con la cofia hacia arriba. Si, manteniendo la tierra con un enrejado, se vuelve boca abajo un tiesto en el que se ha sembrado una semilla, el tallo subirá hacia el fondo de la maceta y la raíz bajará en dirección **I**opuesta.

50. Crecimiento de la raíz. — Cuando una semilla germina, el primer miembro que aparece es la **raíz principal**, producida por el *rejo* o *radícula* de la plántula.

La raíz crece de un modo particular. Para demostrarlo, se señalan en una raíz que está creciendo, diez rayas equidistantes de un centímetro; se observa, al cabo de algunos días, que sólo se ha desarrollado considerablemente el último

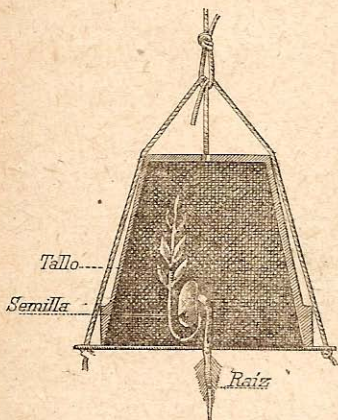


Fig. 55.
Dirección de la raíz y del tallo.

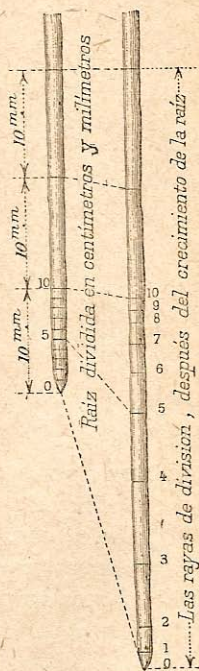


Fig. 56. — Crecimiento longitudinal de la raíz (figura teórica)

centímetro, es decir, el más próximo a la punta, al paso que los demás apenas han cambiado. El crecimiento de la raíz se efectúa pues en el primer centímetro, contando desde la punta. Si se divide igualmente el primer centímetro de otra raíz igual, en diez intervalos

de un milímetro, se observa, al cabo de algún tiempo, que el primer milímetro no se ha modificado, que el segundo se ha alargado sensiblemente, el tercero mucho más que el segundo, el cuarto más aún, y que, desde el quinto milímetro, disminuye el crecimiento para anularse en el noveno.

Dedúcese de esta observación que *el desarrollo tiene lugar en la región más próxima a la punta de la raíz, localizándose el crecimiento máximo entre el tercero y el cuarto milímetro.*

51. Diferentes formas de las raíces. — Distínguense, según su forma y su modo de desarrollo, las raíces *pivotantes* o *fusiformes*, las raíces *fasciculadas* o *fibrosas*, y las raíces *adventicias*.

Las raíces **pivotantes** o **fusi-formes** son aquellas cuyo eje principal conserva predominación sobre las ramificaciones: pino, encina, remolacha, nabo, zanahoria. En una raíz fusiforme adulta, pueden distinguirse: el *cuello*, que la separa del tallo, el *cuerpo* o *eje*, y las *raicillas* o *cabellera*.

Dase el nombre de raíces **fasciculadas** a aquellas cuyo eje se detiene pronto en su crecimiento. En este caso, las raíces secundarias están más desarrolladas que la raíz principal. La mayor parte de las monocotiledóneas y algunas dicotiledóneas tienen raíces fasciculadas.

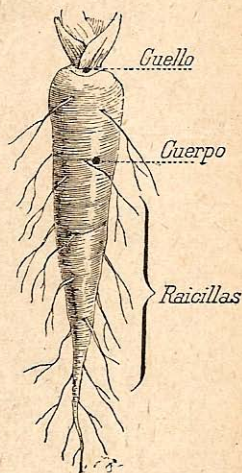


Fig. 57. — Raíz pivotante o fusiforme (zanahoria).

Cuando se llenan de zumos y reservas nutritivas, las

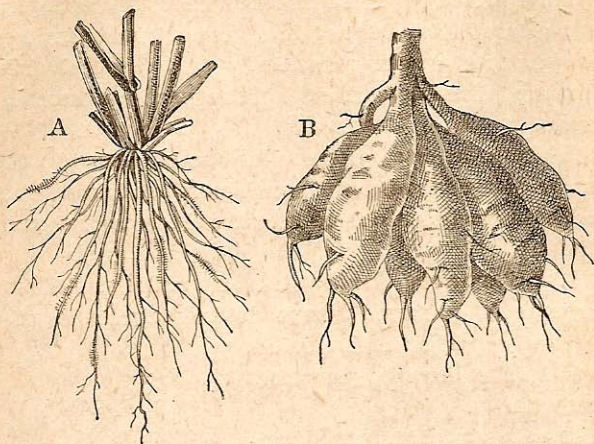


Fig. 58. — Raíces fasciculadas : A, gramínea; B, raíz tuberosa (dalia).

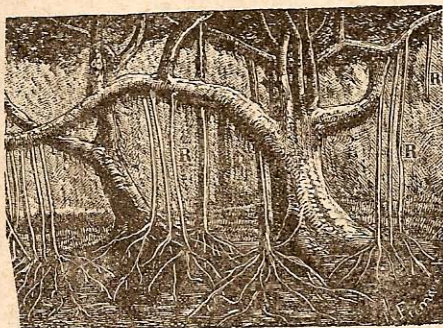


Fig. 59. — Higuera de Bengala : R, raíces adventicias.

raíces fusiformes y las raíces fasciculadas llevan el nombre

de raíces **carneas** o **tuberosas** (remolacha, zanahoria, dalia, orquídeas).

Llámanse raíces **adventicias** las que nacen en el tallo o se producen artificialmente en los acodos. En las condiciones normales, se desarrollan en los tallos horizontales de los lirios, de los fresales, en los tallos aéreos de la vainilla, de la hiedra, etc.

Los agricultores y horticultores utilizan con frecuencia el desarrollo de las raíces adventicias para multiplicar las plantas por estaca o por acodo, o por medio del aporcamiento.

§ III. — ESTRUCTURA DE LA RAÍZ

52. Estructura primaria. — Para conocer la constitución interior de una raíz, consideremos una sección transversal practicada hacia el medio de la región pilifera; esta sección muestra que la estructura de la raíz comprende dos grupos de tejidos: la *corteza* y el *cilindro central*.

53. La corteza, desprovista de epidermis, presenta de

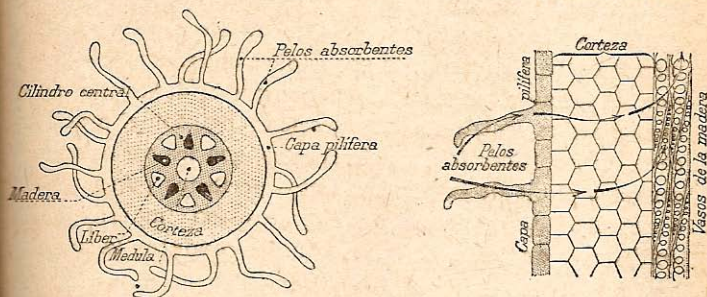


Fig. 60. — Corte transversal de una raíz joven (figura teórica).

fuera a dentro: 1º la *capa pilifera*; 2º el *parénquima cortical*; 3º el *endodermo*.

La **capa pilífera** está formada de una capa de células, las cuales pueden desarrollarse en pelos absorbentes, que se meten entre las partículas del suelo. El **parénquima cortical**, órgano protector, forma la parte más espesa de la corteza; comprende varias capas de células; las más internas están dispuestas regularmente en dirección de los radios de la sección. El **endodermo**, capa más interna de la corteza, está formado por células estrechamente unidas entre sí, y que se lignifican muy temprano.

34. El **cilindro central** es la parte más importante de la raíz; encierra exclusivamente el sistema conductor del órgano. Las partes constitutivas del cilindro central son, del exterior al interior : 1º el *periciclo*; 2º los *haces de madera*; 3º los *haces de líber*; y 4º la *medula* o *tejido conjuntivo*.

El **periciclo**, situado inmediatamente debajo del endodermo, constituye la *región rizógena*, es decir, parte donde se originan las raíces secundarias. Los **haces leñosos** se apoyan directamente al periciclo; cada uno está formado de tubos muy alargados, de paredes lignificadas, y de diámetro mayor a medida que se acercan más al centro; el vaso más angosto, es decir, el más exterior, se formó el primero, de suerte que el desarrollo del haz entero es centrípeto. Una sección longitudinal practicada en los haces leñosos demuestra que los vasos más cercanos al eje de la raíz son vasos perfectos puntuados o rayados. Los vasos más angostos son imperfectos, anillados y espirales. Los vasos leñosos conducen la savia bruta.

Los **haces de líber** alternan con los de madera; su origen es también centrípeto, pero son más apretados y se acercan mucho menos al centro de la raíz. Están formados de vasos de paredes delgadas, no lignificadas; unos de

ellos son vasos acribillados, destinados a conducir la savia elaborada.

El **tejido conjuntivo** ocupa los espacios entre los haces leñosos y los haces liberianos; está formado de células semejantes y de paredes delgadas; comprende los radios medulares, situados entre los haces, y la medula, de células desprovistas de protoplasma, en el centro de la raíz.

El número de haces y el desarrollo del tejido conjuntivo son dos caracteres esencialmente variables.

55. Estructura de la cofia. — En un corte longitudinal de la punta de una raíz joven, puede observarse: — la *región externa* de la cofia, formada de células muertas y suberificadas, que se desprenden mien-

tras otras se forman adentro por la división sucesiva de las células iniciales; — las *células iniciales*, o *extremidad vegetativa* de la raíz: las células iniciales de la cofia (abajo), las iniciales de la corteza (en medio), las iniciales del cilindro central (arriba).

56. Origen de las raicillas. —

Las raicillas tienen origen *interno*, *endó-*

geno, es decir que nacen en los tejidos; en las faneróga-

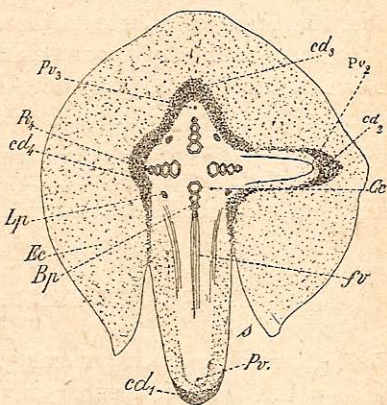


Fig. 61. — Origen de las raicillas. Corte transversal de una raíz joven de frijol. *Bp*, madera primaria; *Cc*, cilindro central de la raíz; *cd₁₋₄*, cavidades digestivas; *Ec*, corteza primaria de la raíz; *fv*, haces de las raicillas; *lp*, liber primario; *Pv-Fv₆*, región de las iniciales.

mas, provienen del periciclo o capa rizógena. Si el número de los haces leñosos es superior a dos, las raicillas nacen en frente de estos haces, de modo que el número de series longitudinales de raicillas es igual al número de los haces leñosos; si el número de haces leñosos es igual a dos, las raicillas nacen entre los haces de madera y los de liber; de modo que el número de las raicillas es doble del de los haces.

§7. Formaciones secundarias en la raíz. — La estructura primaria de la raíz de las dicotiledóneas no se difiere de la de las monocotiledóneas; pero la raíz de las dicotiledóneas puede crecer en diámetro cada año, por medio de producciones secundarias. Éstas son arcos generadores que se desarrollan en la cara interna de los haces liberianos; estos arcos se unen en la región externa de los haces leñosos, y forman un arco continuo, la *zona generatriz*. Más tarde, las partes situadas en frente de los haces liberianos producen liber hacia afuera y madera hacia adentro; estas producciones secundarias rechazan hacia el exterior el liber primario; el liber secundario es centrípeto, y la madera secundaria es centrifuga.

§ IV. — FUNCIONES DE LA RAÍZ

§8. La raíz sirve, en general, para *fixar el vegetal al suelo*; es con frecuencia un *órgano de reservas nutritivas*, que la planta utilizará más adelante, cuando desarrolle las hojas, las flores y los frutos. Pero, su función principal consiste en *absorber los líquidos del suelo*, con las sales minerales que contienen disueltas, y transportarlos hasta el tallo, que los conduce luego a las hojas, donde son elaborados.

59. Absorción de los líquidos nutritivos del suelo por las raíces. — Es fácil evidenciar esta importante función de la raíz. Si se toman dos plantas idénticas en plena vegetación, y se coloca una en arena seca y la otra en tierra vegetal húmeda, la primera se seca y muere pronto, mientras que la segunda sigue prosperando. Se sabe igualmente que, si sólo se riegan las hojas y el tallo de una planta, no tarda ésta en perecer.

60. Punto de absorción. — El punto de absorción

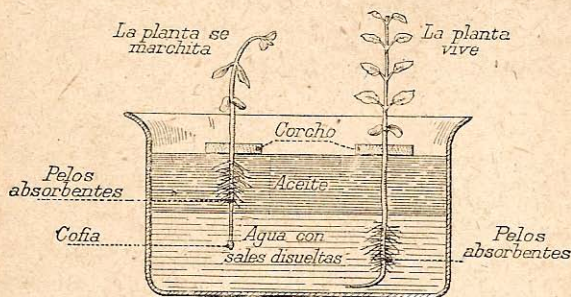


Fig. 62. — Punto de absorción.

está localizado en la *región pilífera*. Para comprobarlo se sumergen las raíces de dos plantas jóvenes en un vaso que contenga agua cargada de sales nutritivas, y sobre la cual flota una capa de aceite. La primera planta tiene dentro del aceite su región pilífera y, en el agua, la extremidad de su raíz; no tarda en marchitarse y en perecer. La segunda planta tiene los pelos absorbentes dentro del agua y sigue vegetando. El asiento de la absorción está, pues, localizado en la región pilífera.

Los líquidos nutritivos sacados del suelo por los pelos absorbentes constituyen la *savia bruta* o *ascendente*. Esta

savia pasa a los **vasos leñosos** que la conducen hasta el tallo y las hojas.

61. Las sustancias nutritivas disueltas penetran en los tejidos por **osmosis**. Cuando dos líquidos de densidad diferente y que pueden mezclarse, están separados por

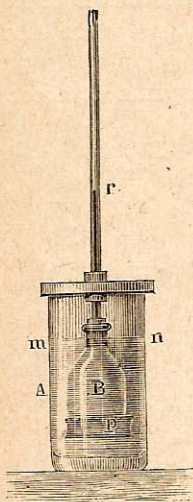


Fig. 63. — Osmosis.

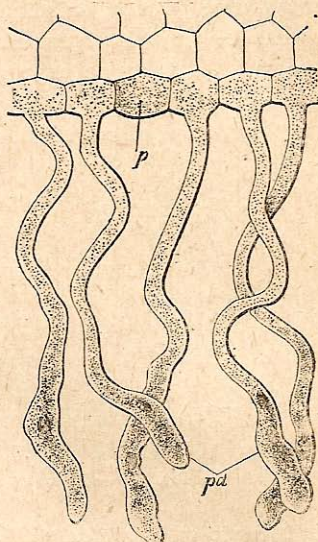


Fig. 64. — Células pilíferas

una membrana orgánica, el líquido menos denso atraviesa la membrana y se dirige hacia el líquido más denso para mezclarse con él; la corriente no cesa, sino cuando hay equilibrio de densidad entre el líquido interior y el exterior. Las condiciones de osmosis se realizan en la raíz. Las células que constituyen los pelos absorbentes están llenas de protoplasma, materia densa, albuminoidea, que atrae el agua del suelo y las sales disueltas, líquido

menos denso. Además, el protoplasma es un **coloide**, materia que atraviesa difícilmente las membranas, mientras que la disolución mineral es un **cristaloide**, que pasa fácilmente (véase nuestro **Curso de química**, nº 55).

Las células pilíferas abandonan el agua y las sales disueltas a las células inmediatas, y así siguiendo en todos los tejidos del cuerpo de la planta. La circulación establecida arrastra el líquido absorbido hasta las hojas, donde ha de ser elaborado. El exceso de agua se evapora en las hojas (*transpiración*), luego nuevas cantidades de líquido están constantemente atraídas del suelo hacia los pelos absorbentes. En realidad, la absorción se regula por la transpiración de las hojas y la asimilación de las sustancias en los tejidos vivos.

62. Las causas que solicitan los líquidos del suelo a subir en el cuerpo de la planta, desde la región pilífera hasta las extremidades de las hojas, no se conocen de una manera absoluta; ahí intervienen **fuerzas físicas** : *endosmosis, capilaridad, la presión de los líquidos* en las raíces, y la *aspiración* producida en las hojas como consecuencia de la transpiración. Pero, no hay que olvidar, que la materia viva está dotada de propiedades que no son de orden físico ni químico; todos los fenómenos van regidos por el **principio vital**, fuerza que regula y coordina todas las demás energías hacia un fin determinado.

La **fuerza ascensional** de la savia puede ser superior a una atmósfera; varía con las estaciones y las diferentes especies de plantas, alcanza su máximo de intensidad en la época en que se abren las yemas; el movimiento disminuye luego que las hojas han alcanzado su desarrollo completo; es casi nulo en invierno.

63. Utilidad de las raíces. — Gran número de raíces son utilizadas, tanto para la alimentación del hombre y de los animales, como en la medicina y en la industria.

Raíces alimenticias : nabo, rábano, zanahoria, salsifi, mandioca, achicoria, etc.

Raíces medicinales : consuelda, malvavisco, brionia, bardana, acónito, genciana, ipecacuana, ruibarbo, valeriana, rábano negro, zarzaparrilla, etc.

Raíces industriales : remolacha (azúcar), rubia o granza, orcaneta, cúrcuma, etc.

CAPÍTULO IV

EL TALLO

§ I. — TRABAJO PRÁCTICO

64. Examinar varios tallos, herbáceos o no, y notar la segmentación del tallo en *nudos* y *entrenudos*; esta disposición puede verse muy bien en el clavel y demás cariofiláceas, en las gramíneas, en las poligonáceas, el saúco, la salvia y otras labiadas. Comparar las dimensiones de los entrenudos desde la base a la punta. Observar si el tallo es *terso* o si lleva *pelos*, *espinas*...; notar su *forma* : cilíndrica, cuadrada, triangular, aplastada; el color, la resistencia. Practicar *cortes transversales y longitudinales*, notar dureza, aspecto del interior, olor del jugo que contiene, si está hueco adentro; cortar un nudo transversal y longitudinalmente, observar.

En el tallo joven de una plántula germinando (frijol, ricino...), determinar los *límites del tallo*; abajo, límite de separación con la raíz : lugar donde comienza la región pilífera; el eje hipocotíleo o tallito, desde la raíz hasta los cotiledones; el tallo propiamente dicho, arriba de los cotiledones.

Diferencias exteriores entre el tallo y la raíz (diferentes plantas arrancadas con cuidado); en el tallo, presencia de hojas, su disposición, los nudos, las yemas...; en la raíz,

la cofia, los pelillos, disposición de las raicillas; en ambos miembros : dirección de crecimiento, color, resistencia, flexibilidad, etc.

Crecimiento del tallo : rapidez, tomar medidas periódicamente; — crecimiento terminal : observar el modo

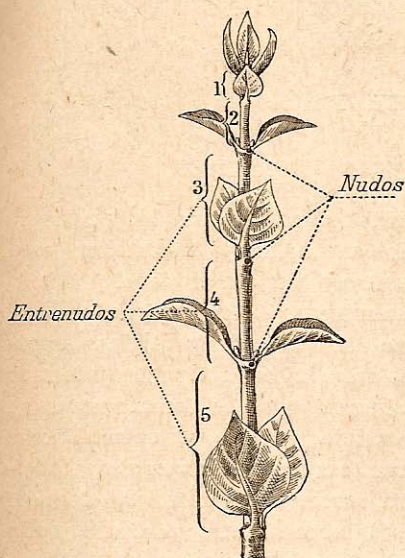


Fig. 65. — Crecimiento del tallo.

como se abren las yemas, como se alargan; — crecimiento intercalar : medir, determinar exactamente en cuáles entrenudos es mayor el alargamiento.

El *auxanómetro* es un aparato que sirve para medir el crecimiento de una planta en cortos períodos de tiempo; la figura 66 representa un modelo simple de este aparato; en el extremo superior de la planta, se ata un hilo de

seda muy delgado, que se eleva verticalmente, arrollándose en una polea muy móvil, y poniendo en movimiento un estilete indicador.

Dirección del tallo : experimentos indicados abajo, nº 71.

Heliotropismo : colocar alguna maceta en una mesa no lejos de una ventana; notar la dirección de la mata al cabo de algunos días; darle media vuelta y observar de nuevo más tarde.

Efecto de la *ausencia de luz* sobre plantas jóvenes : sembrar algunas semillas de chícharos en aserrín mojado, en una cajita cerrada, o en un frasco de boca ancha envuelto en papel negro, de tal suerte que no entre ninguna luz; poner otras semillas en un recipiente parecido, expuesto a la luz, y colocado al lado del anterior. Comparar las plántulas al cabo de algún tiempo : tamaño, color, etc.

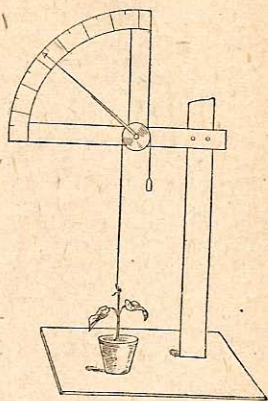


Fig. 66. — Auxanómetro.

65. Estructura primaria del tallo. — (Este estudio puede hacerse con ventaja examinando una preparación montada, debidamente coloreada; comparar con secciones practicadas en la raíz primaria). Practicar un corte en el tallito hipocotíleo de un *ricino* germinando : notar epidermis, corteza, cilindro central. Aplicar la serie de los reactivos (véase nº 15). Mismo estudio con un tallo de una *ranunculácea*, de una *gramínea* muy tierna. Notar haces, medula, etc.

Estructura secundaria de un tallo de dicotiledónea.

Tallo herbáceo : corte transversal en tallo de girasol, de cucurbitácea; aplicar la serie de reactivos; observar epidermis, corteza, haces, medula, forma de las células en las diferentes partes; presencia de celulosa, lignina, etc. — Mismo trabajo con un corte en *tallo leñoso*.

Sección en un tallo o brote de 2, 3... años; teñir y examinar capas concéntricas con la lente, o con microscopio de poco aumento. — Contar los años (capas) en una rama vieja o un tronco; notar si se puede la madera de prima-

vera y la de otoño. Corte longitudinal muy delgado en un tallo de dicotiledónea : girasol, vid, cucurbitácea, madre-

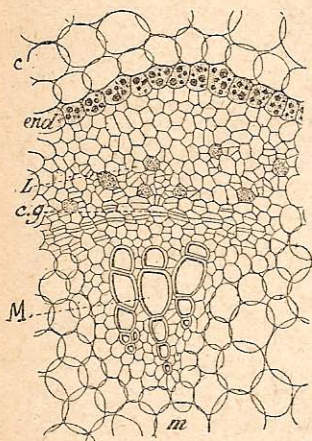


Fig. 67. — Estructura primaria de un tallo de ricino.

c, corteza; end, endodermio; c.g., capa generatriz; M, madera; L, liber; m, medula.

selva...; estudiar epidermis, corteza, cilindro, haces, vasos de varias clases; aplicar reactivos de celulosa, suberina, lignina.

Estructura de un tallo de monocotiledónea : preparación montada, o corte en maíz, palmera...; estudio de una sección hecha en un nudo; — examen detallado de un haz libero-leñoso; reactivos.

Lentejuelas : examinar su posición, abundancia relativa, su estructura (lente): saúco, abedul, brote de ailanto, etc.

66. Estructura de la extremidad del tallo :

separar las diferentes partes, notar su disposición, caracteres exteriores (lente); practicar un corte.

Estudio de las yemas : disposición en el tallo (lila, castaño de Indias...), envolturas protectoras : materia viscosa, escamas, borra..., diferencias exteriores entre yemas folíferas y floríferas; partes interiores : corte. En una rama delgada de algún árbol o arbusto, buscar cicatrices circulares dejadas por la caída de las escamas que envolvían las yemas; el número de estos círculos indicará la edad del ramo : comprobarlo por una sección transversal (contar las capas); buscar asimismo las cica-

trices en forma de creciente, dejadas por las hojas caídas; notar los puntos oscuros que indican los haces (lente).

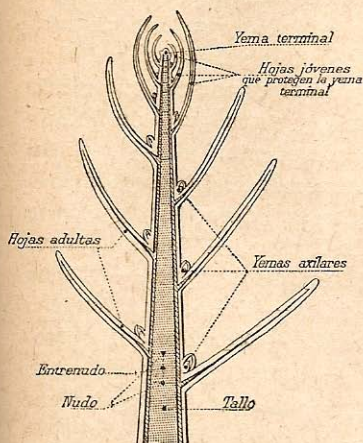


Fig. 68. — Corte longitudinal del vértice del tallo.

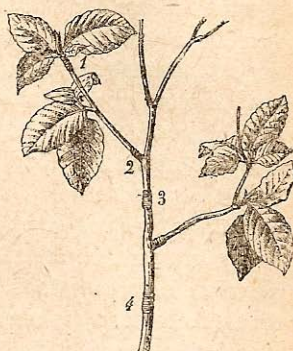


Fig. 69. — Rama de haya.

1, 2, 3, 4, trazas de las escamas de las yemas; arriba de 1, el ramo tiene un año; arriba de 2, dos años, etc.

67. Circulación de la savia ascendente : cortar alguna rama o tallito leñoso, introducir la extremidad inferior en un líquido colorado (tinta, fucsina, eosina...); al cabo de algunas horas, practicar un corte longitudinal, y examinar el paso del líquido colorado.

Savia descendente : introducir ramas de sauce o de álamo en el agua, y dejarlas hasta que hayan producido raíces adventicias; luego, a unos tres a cinco centímetros arriba del nivel del agua, recortar la corteza alrededor de la estaca, despojando completamente un anillo de unos dos centímetros de ancho; dejar las estacas en el agua; al cabo de algunos días, aparecerán nuevas raíces adventicias arriba del anillo, y morirán las antiguas.

La **presión de la savia** puede compróbarse, repitiendo el experimento de Hales; escoger un pie de vid o de otra planta en plena savia (momento en que se abren las yemas); cortarlo en la base del tallo, y sujetar un tubo vertical de como un metro de altura; medir a qué nivel sube el líquido (savia); o bien emplear un tubo encorvado en S con un poco de mercurio, y notar que este líquido está empujado por la savia ascendente.

68. Clasificar tallos diferentes en *herbáceos* y *leñosos*; caracteres exteriores, resistencia, duración; practicar cortes; aplicar reactivos de la lignina. — Tallos *volutos*, *rastreros*, *acuáticos*: flexibilidad, dureza, cortes. — Tallos *acaules*: diente de león, llantén. — Tallos *modificados*: cácteas: corte, agua almacenada. — *Zarcillos* o *tijeretas*, disposición, arrollamiento; — *espinas*: dureza, corte para enseñar esclerenquima; — *garfios* y otros apéndices de fijación; — *estolones*, etc.

Estudio de **rizomas**: yemas, raíces, huellas de tallos aéreos de años anteriores, corte, materias almacenadas. — **Bulbos**: ejemplos de diferentes clases (órganos propios de liliáceas, amarilídeas, etc.); practicar cortes; investigar materias almacenadas. — **Tubérculos**: yemas (ojos); ver cómo salen las raíces y brotan los ramos aéreos; examinar tubérculos de patata que hayan germinado en la obscuridad.

§ II. — CARACTERES GENERALES DEL TALLO

69. Definición. — *El tallo es un miembro de la planta que se desarrolla generalmente de abajo arriba, en sentido inverso de la raíz; lleva hojas, pero está desprovisto de pelos absorbentes y de cofia; la extremidad vegetativa*

está protegida por un conjunto de hojas pequeñas que se cubren unas a otras. Exceptuando las talofitas (algas, líquenes y hongos) todos los vegetales están provistos de tallo; en algunos casos, sin embargo, está muy reducido, o bien está escondido en el suelo, de suerte que parece ausente, aun en ciertas fanerógamas: diente de león, llantén, etc.; estas plantas se llaman a veces **acaules**, por oposición a las de tallo conspicuo, que llevan el nombre de **caulescentes**. El límite de separación entre la raíz y el tallo se llama **cuello**.

70. Nudo y entrenudo. — Se da el nombre de **nudo** a la región del tallo en que están fijadas una o más hojas, y el de **entrenudo** al intervalo comprendido entre dos nudos consecutivos. En un tallo que está creciendo, se observa que la longitud de los entrenudos va disminuyendo de la base a la punta.

71. Dirección y crecimiento del tallo. — El tallo se desarrolla de abajo arriba y verticalmente. Si se pone boca abajo un tiesto que contenga una planta que crece, el tallo no tarda

en doblarse hacia arriba. Una plántula germinada en musgo húmedo se invierte como queda indicado en la

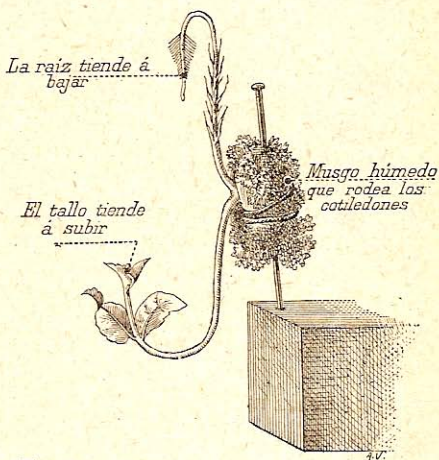


Fig. 70. — Dirección del tallo y de la raíz.

figura : la raíz se encorva hacia abajo y el tallo de abajo arriba; se llama **geotropismo** a la acción de la gravedad sobre los miembros de la planta; es positivo en la raíz, y negativo en el tallo.

La luz modifica también la dirección del tallo; las plantas colocadas delante de una ventana, se inclinan siempre del



Fig. 71.
El tallo se dirige hacia la luz.

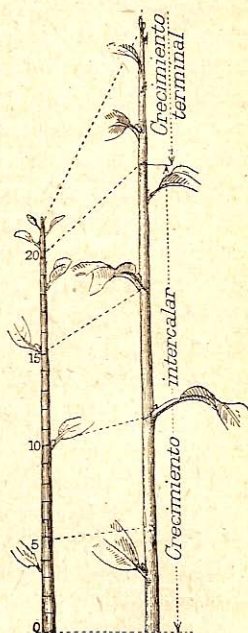


Fig. 72. — Crecimiento terminal e intercalar del tallo.

lado de la luz más viva; lo propio se observa en la orilla de los bosques; se da el nombre de **heliotropismo** a la acción de la luz sobre la dirección del tallo y de las ramas de las plantas.

El tallito hipocotíleo alargándose da origen a la base del tallo (eje hipocotíleo); las demás partes del tallo

nacen de la gémula. La gémula crece por el vértice, como la raíz; pero, si para estudiar su crecimiento, se repite el experimento que se hizo con la raíz, se observa pronto que, al mismo tiempo que crece el tallo por la parte más próxima al vértice, se alargan igualmente los entrenudos. La prolongación ulterior de los entrenudos dura largo tiempo; las hojas situadas a lo largo del tallo pueden servir de señales.

Existen, pues, dos crecimientos en el tallo: — el **crecimiento terminal** que superpone los elementos nuevos; — el **crecimiento intercalar**, o alargamiento de los elementos formados por el crecimiento terminal.

72. Ramificación del tallo. — El tallo principal, o eje primario de algunas plantas, permanece siempre sencillo (palmeras...), mientras que el de muchas otras se ramifica, produciendo tallos o ejes secundarios que, a su vez, pueden ramificarse, ora por desdoblamiento de la extremidad vegetativa (dicotomía), ora por el desarrollo de las yemas laterales.

73. Yemas. — Las yemas son pequeños cuerpos ovoideos que se desarrollan en la axila de las hojas o en el vértice de los ejes. Las que nacen en la axila de las hojas son **yemas laterales** o *axilares*, en contraposición con las **yemas terminales**, situadas en la extremidad de los tallos.

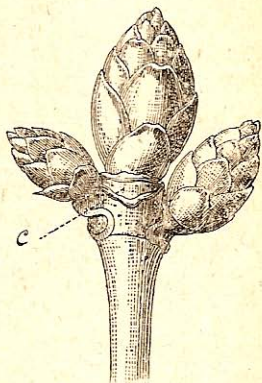


Fig. 73. — Yemas de castaño de Indias: c, cicatriz de las hojas caídas.

En la lila y en otros vegetales leñosos de hojas opuestas, sucede con frecuencia que aborta la yema terminal; en

tal caso, las dos yemas axilares ocupan el vértice del eje (falsa dicotomía). Una yema axilar, nacida al mismo

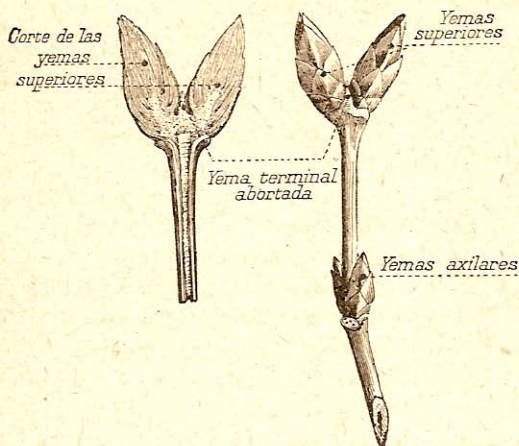


Fig. 74. — Yemas de lila.

tiempo que una yema terminal, es en todo semejante a



Fig. 75. — Yema en una rama de plátano.

ésta; se diferencia tan sólo por el lugar que ocupa; el tallo originado por la yema lateral será también semejante al tallo formado por la yema terminal; el tallo principal o eje primario conserva, de ordinario, su predominancia. Las yemas laterales son de *origen exógeno*, carácter que distingue las raíces de los tallos. En el plátano,

las yemas están completamente envueltas por la base dilatada del pecíolo; por consiguiente, son visibles

sólo cuando las ramas están despojadas de sus hojas.

Generalmente, no se desarrollan todas las yemas nacidas en la axila de las hojas; a veces también hay varias yemas en la axila de una misma hoja. Una yema puede permanecer largo tiempo en estado latente y no desarrollarse sino después de algunos años.

Dase el nombre de **yemas folíferas** a las yemas que sólo producen hojas; las que producen flores se designan con el



Fig. 76. — Extremidad de una rama de peral.

f, yema florífera; *h*, yema folífera.

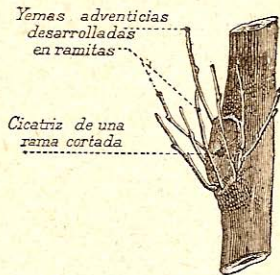


Fig. 77. — Desarrollo de yemas adventicias alrededor de una cicatriz.

nombre de **floríferas**; las yemas **mixtas** dan a la vez hojas y flores.

Llámanse **yemas adventicias** las que se desarrollan en un punto cualquiera del tallo, es decir, fuera de las axilas de las hojas y de la punta de las ramas. Se produce un gran número de ellas cuando se corta el tronco de un árbol vigoroso o, simplemente, una de sus ramas (poda). Pueden producirse en las raíces (álamo), y, de una manera general, en las partes donde aparecen raíces adventicias. En el trigo, hay yemas adventicias en estado latente en la axila de las hojas; estas yemas, alimentadas por las

raíces adventicias que se desarrollan cuando se pasa el rodillo sobre el trigo tierno, dan nuevos tallos y espigas (*macolla*).

74. Diferentes clases de tallos. — Según el medio en que se desarrollan, se distinguen los tallos *aéreos*, los tallos *subterráneos* y los tallos *acuáticos*.

Entre los **tallos aéreos**, los hay que no duran más que un año; se marchitan y se secan al otoño. Estos tallos, generalmente verdes y de consistencia blanda, se llaman *tallos herbáceos*.

Los tallos de los árboles y de los arbustos, que viven gran número de años, y cuyo tejido está formado de fibras y vasos de paredes lignificadas, son *tallos leñosos*.

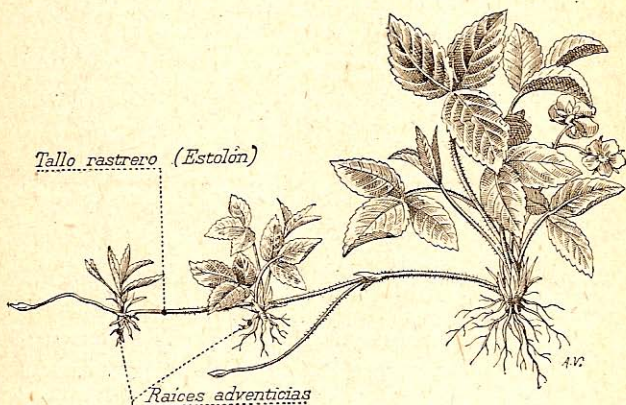


Fig. 78. — Tallo rastrero y estolón del fresal.

75. Los tallos aéreos se subdividen en tallos *erguidos*, tallos *rastreros* y tallos *trepadores*.

Los **tallos erguidos**, es decir los que se desarrollan verticalmente, comprenden el *tronco*, el *estípite* y la *caña*.

El **tronco** es el tallo de los árboles (encina, haya, pino abeto, etc.).

Está caracterizado por su forma cónica, por el desarrollo considerable que adquiere en longitud y diámetro, y por el gran número de sus ramas. En el tronco, el tallo principal conserva normalmente la predominancia; puede alcanzar una altura de 120 metros (secoya, eucalipto), y hasta 12 metros de diámetro (baobab).

Si el tallo se ramifica abundantemente desde la base, es un **arbusto**; la altura no pasa de tres o cuatro metros.

El **estípite** es generalmente sencillo, cilíndrico, rara vez fusiforme o cónico; está coronado casi siempre por un penacho de hojas grandes; es el tallo de las palmeras y de los helechos arborescentes de los países tropicales.

La **caña** es un tallo cilíndrico, a veces hueco, que presenta nudos macizos y dilatados al nivel del nacimiento de las hojas. La caña es el tallo de las gramíneas : trigo, maíz, caña de azúcar....

76. Los **tallos rastreros** son aquellos que, demasiado débiles para crecer verticalmente, permanecen siempre delgados y se arrastran por el suelo, donde emiten, con frecuencia, numerosas raíces adventicias (fresal, pervinca o cielo raso, zarza...). Dase el nombre de *estolones* a las ramitas que nacen en la axila de una planta rastrera. Los estolones pueden arraigar por sus nudos y formar nuevas plantas que se hacen independientes, destruyéndose los entrenudos (fresal...).

77. Los **tallos trepadores**, que no son bastante fuertes para sostenerse en el aire, se levantan apoyándose en todos los soportes que encuentran. Los aparatos que les sirven para trepar son muy diversos : raíces adventicias en forma de *ganchos* (hiedra), *aguijones arqueados*, desarrollados en el tallo o en las hojas (zarzá...). En las

selvas vírgenes de la América del Sur, se encuentran ciertas palmeras, tales como las *rotas*, cuyos tallos arma-

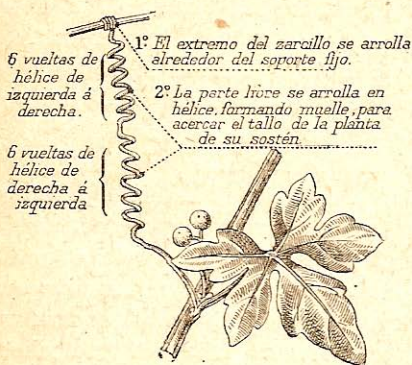


Fig. 79. — Tijereta de nueza, arrollada en hélice.

dos de vigorosas espinas, les permiten elevarse hasta la punta de los más grandes árboles; las *rotas* pueden alcanzar una longitud de más de 300 metros, y hacen casi inaccesibles los bosques donde abundan.

En otras plantas trepadoras, las hojas o ramas modificadas, llamadas

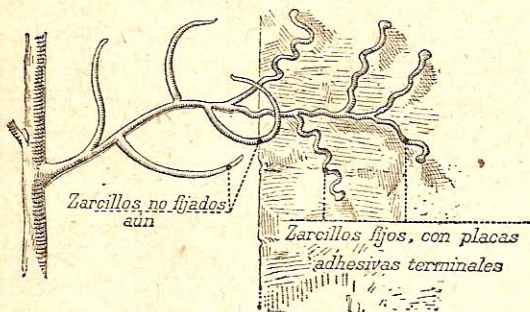


Fig. 80. — Zarcillos adhesivos de la parra virgen.

zarcillos, tijeretas, cirros o manecillas, se arrollan y adhieren a los objetos que tocan; la planta, elevándose de esta suerte, puede alcanzar gran altura (vid,

nueza, guisante...). En la *nueza* o brionia, cuando uno de los zarcillos encuentra un sostén, su extremidad se enrolla en él varias veces, y luego se produce en el zarcillo entero un movimiento de torsión en hélice, cuyo efecto es acercar la planta a su apoyo.

La *ampelopsis* o *parra virgen* posee zarcillos, cuyo



Fig. 81. — Tallo dextrorso de la enredadera. Tallo sinistrorso del lúpulo.

extremo se desarrolla en forma de placas adhesivas que desempeñan el papel de ventosas; permiten al zarcillo que se adhiera fuertemente a la superficie de las paredes más lisas; estos zarcillos llevan el nombre de *zarcillos adhesivos*.

Por último, en algunas plantas trepadoras, el mismo tallo se enrolla alrededor del soporte. Estos tallos se conocen con el nombre de **tallos volubles** (judía o frijol,

enredadera, lúpulo...). El sentido del arrollamiento es constante en cada especie. Si el tallo se arrolla de izquierda a derecha, es decir en el sentido de las agujas de un reloj respecto del observador, se llama *dextrorso* (enredadera, judía, batata); si se arrolla de derecha a izquierda, el tallo es *sinistrorso* (lúpulo, madreSelva).

78. Tallos subterráneos. — Los tallos subterráneos son aquellos que se desarrollan en el suelo, a una profundidad más o menos grande; llevan siempre hojas transformadas en escamas incoloras. Los principales tallos subterráneos son : los rizomas, los *tubérculos* y los *bulbos*.

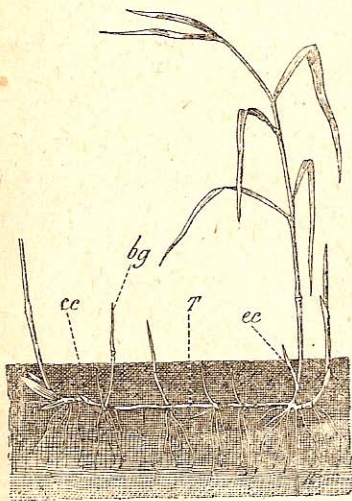


Fig. 82. — Grama o zacatón (rizoma).

79. Los rizomas son tallos que se arrastran en el interior de la tierra, donde producen numerosas raíces adventicias y emiten ramos aéreos. Las raíces adventicias más distantes del vértice mueren poco a poco, y el rizoma se destruye por su parte posterior, mientras su extremidad se aleja cada vez más del punto de partida. De esta suerte, los ramos aéreos se desarrollan cada año en un lugar diferente del

que ocuparon los del año anterior. Como ejemplos de plantas de rizoma, pueden citarse: el canna o platanillo, el carrizo, el sello de Salomón, el lirio del valle, los

helechos, el lirio o iris, el espárrago, la grama o zacatón, etc.

80. Los **tubérculos** son tallos subterráneos que permanecen cortos y se espesan a veces, formando dilataciones o depósitos nutritivos. Los tubérculos llevan hojitas transformadas en escamas, en cuya axila aparecen las yemas que se desarrollan, produciendo ramos aéreos: papa, aguaturma, batata o camote....

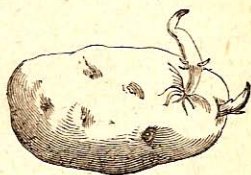


Fig. 83. — Tubérculo de patata.

81. El **bulbo** puede considerarse como un rizoma de eje muy corto. El bulbo es generalmente redondo y se

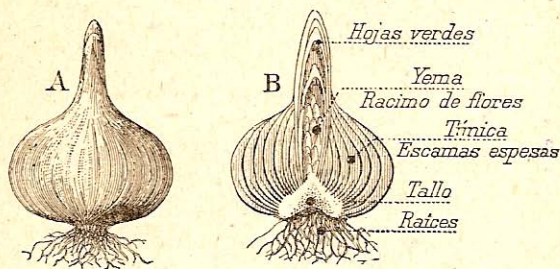


Fig. 84. — Bulbo tunicado del jacinto. A, entero; B, cortado.

compone : 1º de un *tallo* o *base*, cuya cara inferior está provista de raíces numerosas; 2º de *túnicas* o *escamas* carnosas, libres o soldadas entre sí, y en las que se acumulan las sustancias alimenticias; 3º de una *yema* más o menos central, protegida por escamas. A los lados del tallo, en la axila de las hojas transformadas en escamas, se encuentran, con frecuencia, yemas adventicias.

Distínguense generalmente tres clases de bulbos :
1º El **bulbo tunicado**, en el que se cubren completa-

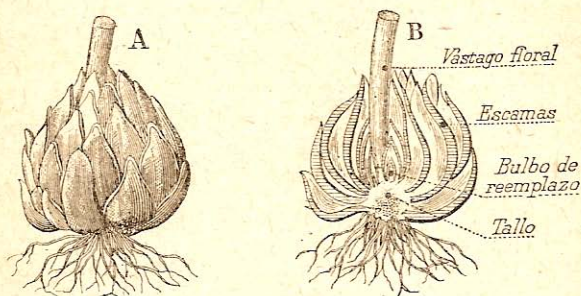


Fig. 85. — Bulbo escamoso de la azucena. A, entero; B, cortado.

mente unas a otras las escamas concéntricas (puerro,

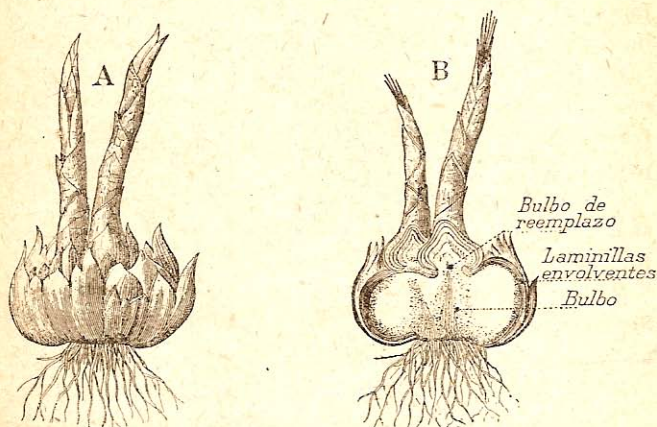


Fig. 86. — Bulbo sólido del azafrán. A, entero; B, cortado.

cebolla, tulipán, jacinto...). — 2º El **bulbo escamoso**,
cuyas escamas carnosas están imbricadas al modo de

las tejas de un tejado (azucena...). — 3º El **bulbo sólido** es un tallo subterráneo dilatado, rodeado de escamas delgadas y secas, que provienen de la base de las hojas antiguas (azafrán, colquico, gladiolo...).

82. Se da el nombre de **bulbillos** a las yemas carnosas que se desarrollan en lugar de las flores, como en algunos ajos silvestres, o en la axila de las hojas (ficaria, axifraga bulbífera, lirio bulbífero...). Cuando estos bulbillos alcanzan su completo desarrollo caen al suelo y reproducen una planta semejante a aquella de que proceden.

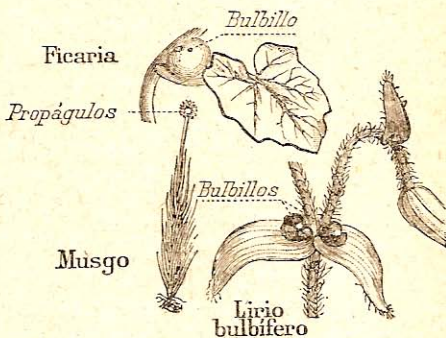


Fig. 87. — Bulbillos y propágulos.

En las muscíneas se encuen-

tran frecuentemente cuerpecillos reproductores llamados **propágulos**, análogos a los bulbillos de las fanerógamas.

Los **tallos acuáticos** no ofrecen particularidad notable, sino que tienen tejido muy lagunar (nenúfar, miriófilo...).

83. Duración de los tallos y de las plantas. —

Según su duración, los tallos y las plantas se dividen en *anuales*, *bienales* y *perennes*.

Llámase planta **anual** o *anua* la que florece y madura su fruto en el año mismo de la germinación de la semilla (trigo, maíz, lino, cáñamo, y gran número de fanerógamas). La mayor parte de estas plantas viven menos de un año (algunos meses o semanas); producen general-

mente semillas abundantes y que germinan fácilmente. Las plantas son **bienales** o *bisanuas*, cuando florecen y fructifican en el segundo año; durante el primer año, almacenan reservas nutritivas, que utilizan al año siguiente para el desarrollo del fruto (remolacha, zanahoria, algunas coles...). El agave (maguey) puede vivir muchos años (10 a 20); sin embargo, su vegetación tiene los mismos caracteres esenciales que las plantas bienales; en efecto, hasta el momento de su florecencia, el agave acumula reservas en sus hojas (pencas), y todas las reservas se emplean en formar el tallo florífero (quiote) y las semillas; luego la planta muere. No se difiere pues de las plantas bienales sino en el período de acumulación de las reservas; las plantas que ofrecen este modo de desarrollo se llaman a veces *plurianuales*.

Bajo varias influencias (temperatura y clima) ciertas plantas bienales pueden volverse anuales, y recíprocamente las anuales llegar a ser bienales.

Cuando la duración de una planta es superior a dos años, se llama perenne o vivaz, como los árboles y arbustos, y todas las plantas leñosas. Sin embargo, los tallos leñosos del frambueso son bienales, y algunos tallos anuales son leñosos en su parte inferior.

En algunas plantas, el tallo es anuo, y la raíz perenne, desarrollándose cada año tallos aéreos que se secan después de haber florecido y fructificado : espárrago, alfalfa, nueza o brionia, chayote... Las plantas pueden ser perennes por sus rizomas, bulbos. Algunas pueden ser bienales por sus tallos aéreos, y perennes por sus partes subterráneas : ciertos euforbios.

Se conocen árboles cuya edad alcanza varios siglos : encinas, castaños, olivos..., y hasta miles de años : baobab, dracena.

§ III. — ESTRUCTURA DEL TALLO

84. Estructura primaria de un tallo de dicotiledónea. — En una sección transversal de un tallo de dicotiledónea, se ve que la estructura primaria del tallo se compone de la *corteza* y del *cilindro central*.

En la **corteza**, se distinguen : la *epidermis*, el *parénquima cortical* y el *endodermo*.

La **epidermis** está constituida por varias capas de células estrechamente unidas entre sí; es tersa exteriormente, y si algunas de sus células se prolongan en forma de pelos, éstos son glandulosos o defensivos, e incapaces de absorber los líquidos al modo de los pelos absorbentes de la

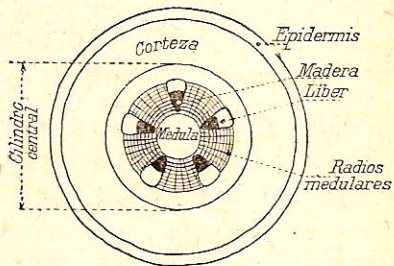


Fig. 88. — Corte teórico transversal de un tallo joven.

raíz. Entre las células superficiales de la epidermis, se encuentran algunos orificios microscópicos : los *estomas*. La epidermis está cubierta por una película delgada, la *cutícula*, cuyo papel es proteger las células epidérmicas. La epidermis del tallo se difiere de la capa pilífera de la raíz, tanto por su origen como por su estructura y sus funciones.

El **parénquima cortical** está constituido por células a menudo llenas de clorofila; de ahí su nombre de *capa herbácea*. En los tallos tiernos y en las plantas herbáceas, el parénquima cortical se ve al través de la epidermis

transparente. Esta parte de la corteza es el sitio de elaboración de varios productos: fécula, azúcar, goma, látex....

El **endodermo** es la región más interna de la corteza; las células que lo componen se adhieren fuertemente unas con otras; contienen de ordinario granos de almidón.

85. El **cilindro central** del tallo se compone de un *periciclo*, de un sistema de *haces vasculares* o *haces liberoleñosos*, y de un tejido *conjuntivo* o *medula*.

El **periciclo**, formado de una o varias hileras de células estrechamente unidas, limita los haces vasculares, y les separa del endodermo.

Una sección transversal de un **haz liberoleñoso** muestra que está formado por la yuxtaposición de dos tejidos diferentes, el **líber** y la *madera*, el líber hacia afuera y la madera adentro; lo que les diferencia de los haces de la raíz en que los haces de líber alternan con los de madera.

El **líber** de los haces está formado a menudo, al exterior por *fibras duras*, y al interior por *vasos acribillados* o *cribosos* unidos entre sí por células de paredes blandas que contienen almidón; los vasos cribosos constituyen el líber blando, la parte esencial del haz liberiano. Las fibras liberianas son esencialmente protectoras; sin embargo, permanecen blandas, flexibles; están formadas de celulosa pura no lignificada; la industria utiliza las fibras liberianas del lino, del cáñamo, del alfa, etc. (fibras textiles).

Entre el haz de líber y el de madera, se forma muy temprano una capa de células destinadas a producir una *zona generatriz*, para las formaciones secundarias del tallo.

86. Una sección longitudinal del **haz leñoso** nos enseña que está formado, del centro a la periferia: 1º por *vasos espirales* y *vasos anillados*, separados por fibras, células

alargadas en forma de huso, y de membranas muy espesas; — 2º por *vasos puntuados o rayados*, separados por fibras lignificadas y quebradizas, o fibras de la madera, que constituyen el aparato de sostén del tallo. De todos los vasos, los más pequeños y menos perfectos se han formado los primeros : son los vasos espirales y anillados, más cercanos al centro del tallo.

El **tejido conjuntivo** forma la medula y los radios medulares, o partes comprendidas entre los haces liberoleñosos.

87. Crecimiento del tallo en espesor. — El tallo de las dicotiledóneas crece en espesor por *formaciones secundarias* que se producen a la vez en la corteza y en el cilindro central; aparecen desde el primer año, y a veces unos días solamente después de la germinación. Cuando el tallo adquiere cierto espesor, la epidermis se rompe, y es reemplazada por un tejido protector de **suberina** o **corcho**.

Las células de corcho tienen los mismos caracteres químicos que las células epidérmicas; son aplastadas, de color obscuro, y no contienen protoplasma; tienen membrana suberificada y están llenas de aire.

El corcho se forma a expensas de una zona generatriz llamada *meristema suberoso* o *cambium suberoso*; esta capa produce corcho al exterior, y a veces origina hacia el interior un tejido cortical parenquimatoso, llamado *peridermo herbáceo*. La zona generatriz puede producir una o varias capas superpuestas de células de corcho; a veces su número es ilimitado.

El tubérculo de la patata está protegido por una película formada de cuatro a seis capas de células de corcho; la corteza espesa de los árboles : alcornoque, abedul, roble, castaño, plátano..., está formada de corcho; éste se regenera constantemente.

88. Lentejuelas. — Las lentejuelas se presentan bajo la forma de pequeñas prominencias lenticulares; se originan de ordinario en el lugar de los estomas. En los puntos en que las lentejuelas se desarrollan, las células de corcho dejan entre sí grandes meatos; además, estas células, por una división muy activa, rechazan las capas,

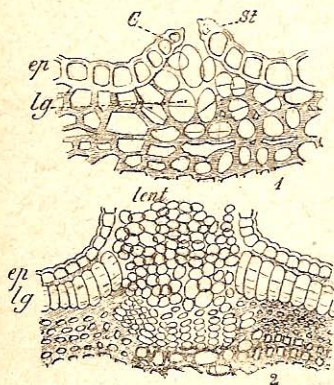


Fig. 89. — Lentejuelas de saúco (dos estados sucesivos).

c, cutina; *ep*, epidermis; *lent*, lentejuela; *lg*, corcho; *st*, células estomáticas.

las cuales se encorvan hacia afuera y hacia adentro, formando una como lente biconvexa. Como el corcho forma una capa impermeable, los cambios gaseosos indispensables para la vida de las plantas, serían imposibles; las lentejuelas tienen pues por función restablecer la comunicación entre los tejidos vivos y la atmósfera. Son abundantes en el saúco, el abedul, el castaño, el bonetero. Su formación es más

notable en los países fríos, donde los árboles pierden todas sus hojas durante el invierno; no son tan necesarias en las zonas tropicales, en que los árboles tienen casi constantemente un follaje suficientemente abundante para asegurar la respiración.

89. Formaciones secundarias en el cilindro central. — Vimos que en el cilindro central, entre el líber y la madera de cada haz liberoleñoso, existe una capa de células en estado de meristema, que se dividen continuamente, formando *líber* hacia el exterior y *madera* hacia

el interior; la capa generatriz se queda siempre en la misma situación. El líber secundario formado rechaza hacia afuera el líber primitivo, y la madera secundaria comprime hacia adentro la madera primaria. Este meristema particular se llama **cambium** y forma una faja o película delgada de abajo arriba del tallo; engendra cada año una capa de madera y una de líber. Los haces crecen y llegan a formar una zona continua; queda en el centro una medula muy reducida, y entre los haces se notan líneas de un tejido menos compacto, que van del centro a la corteza, y constituyen los *rayos medulares*.

90. Estructura de los tallos viejos. — Si examinamos una sección transversal de un tallo de un año,

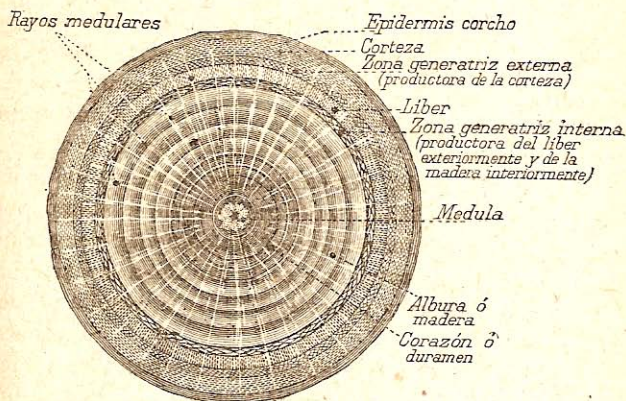


Fig. 90. — Corte transversal de un tallo de encina vieja.

veremos que presenta del centro a la periferia los tejidos siguientes: medula, madera primaria, madera secundaria del primer año, capa generatriz, líber secundario del primer año, líber primario, corteza y epidermis.

Durante el invierno, los vasos cribosos no funcionan, la capa generatriz no recobra su actividad hasta la primavera siguiente. Entonces forma hacia adentro una nueva capa de madera secundaria que rodea la madera secundaria del primer año, y hacia el exterior una nueva capa de líber secundario que está adentro del líber secundario del primer año. Durante el invierno siguiente, nuevo período de inacción de la capa generatriz, y a la primavera, nueva capa de madera y de líber, y así siguiendo.

Se forma, pues, cada año, una capa de vasos anchos y otra capa de vasos más estrechos y más duros. El árbol tendrá tantos años como capas concéntricas presente, a menos que la capa de cambium forme varias capas en un mismo año, como puede suceder en algunos casos particulares. Las capas sucesivas de madera están separadas en la sección por un límite muy neto; esto resulta de que, en el otoño, los jugos nutritivos son poco abundantes, y no se forman sino vasos estrechos y sobre todo fibras: es la *madera de otoño*, rica en fibras y pobre en vasos; es dura y compacta. En la primavera, la savia es abundante, y la madera está formada casi únicamente de anchos vasos puntuados o rayados: es la **madera de primavera**, rica en vasos y pobre en fibras; es blanda y poco compacta.

Cuando el árbol ha adquirido cierto espesor, las capas internas se endurecen, incrustándose de una materia parda; esta parte de color más oscuro se llama **corazón** o *duramen*; las capas no incrustadas, de color más pálido forman la **albura**. La única parte viva es la *capa de cambium*, y de cada lado algunas capas de madera y de líber. Más tarde las partes internas del corazón se destruyen y el tronco se ahueca poco a poco.

91. Importancia de las formaciones secundarias. — En la mayor parte de los árboles, el número de las ramas y de las hojas aumenta cada año; la transpiración se hace más activa, y luego se necesita mayor cantidad de agua para reemplazar la que desaparece por la transpiración, y los vasos que la traen han de ser más numerosos. Además, aumentando el número y las dimensiones de las ramas, el árbol ha de ser robustecido por nuevas fibras leñosas; el corcho desempeña un papel protector.

92. Estructura de un tallo joven de monocotiledónea. — En un corte transversal de un tallo de palmera,

se distinguen, como en las dicotiledóneas, la corteza y el cilindro central; pero la corteza es, en este caso, muy delgada y fibrosa, y el cilindro central no ofrece ni medula propiamente dicha ni capas concéntricas: está formado por una masa de

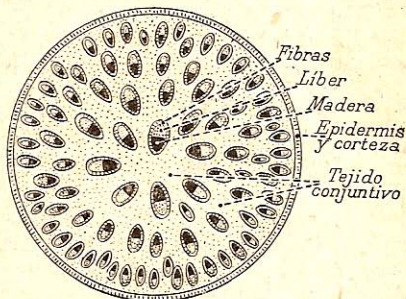


Fig. 91. — Corte teórico transversal de un tallo de palmera.

tejidos conjuntivos que reúnen entre sí los haces libero-leñosos, repartidos sin orden aparente, y mucho más apretados y pequeños en la periferia que en el centro; cada uno de dichos haces está rodeado por una vaina gruesa de fibras lignificadas, que dan al estípote de la palmera gran solidez, y le permiten soportar el amplio penacho de hojas que se desarrolla en su extremidad superior.

En un corte longitudinal del mismo tallo se observa que los haces liberoleñosos, en vez de tener una dirección rectilínea, como en las dicotiledóneas, se dirigen oblicuamente antes de penetrar en las hojas.

De una manera general, las monocotiledóneas no tienen formaciones secundarias. Por excepción, las dracenas, las yucas y algunas otras monocotiledóneas crecen más tarde en espesor, y se ramifican como las dicotiledóneas, pero el cilindro central no cambia; se forma una capa generatriz en el tejido cortical; dicha zona suministra haces y parénquima, pero estos haces no tienen relación con las hojas, en las cuales penetran únicamente los haces primarios.

En el tallo de las gramíneas, el tejido conjuntivo se destruye a consecuencia del desarrollo rápido y amplificado de las partes externas. En el lugar de la medula se ve un espacio vacío : dicese que el tallo es **huevo** o *fistuloso*. Además, al nivel de la inserción de cada hoja, la cavidad está interrumpida por un tabique transversal,

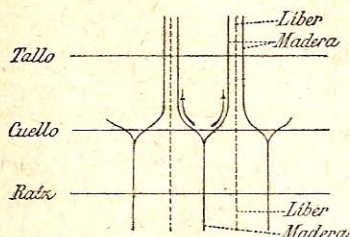


Fig. 92. — Paso de la madera y del liber de la raíz al tallo.

o **nudo**, formado por haces de fibras lignificadas y entrecruzadas; esta disposición comunica a toda la caña una gran solidez, particularmente en el caso del bambú.

93. Paso de la raíz al tallo. — El cambio de estructura se efectúa

al nivel del **cuello**, de la manera siguiente : los haces de liber pasan directamente de la raíz al tallo; los de madera, al contrario, se separan y forman dos por-

ciones que se dirigen hacia los haces liberianos, dando una vuelta de 180°. De suerte que cada haz liberoleñoso del tallo se forma : 1° del haz liberiano de la raíz; 2° de la

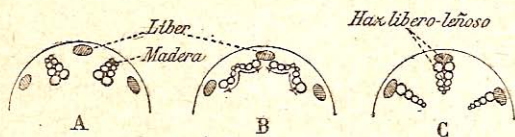


Fig. 93. — Separación de los haces leñosos al nivel del cuello.

mitad izquierda y de la mitad derecha de dos haces leñosos de la raíz.

§ IV. — FUNCIONES DEL TALLO

94. El papel del tallo consiste en producir y sostener las hojas y demás órganos de la planta, y servir de intermediario entre la raíz y las hojas.

La savia bruta es transportada por los vasos leñosos del tallo a las hojas, donde deben elaborarse las materias nutritivas. Por los vasos del líber se distribuye la savia elaborada a todos los órganos de la planta. El tallo desempeña pues un *papel conductor*.

A veces el tallo es un *órgano de reserva*, como sucede con los rizomas, los tubérculos y los bulbos, que se dilatan considerablemente por la acumulación de las materias nutritivas. El tallo aéreo del colinabo se dilata y contiene una provisión de sustancias nutritivas. Los tallos de las cáceas están llenos de zumos que les permiten resistir la sequía.

Por fin, el tallo puede ser un *órgano de asimilación*; en casi todos los tallos herbáceos y en las partes verdes

de los tallos leñosos, las células de la corteza expuestas a la luz contienen granos de clorofila, y participan de las funciones de las hojas.

95. Uso de los tallos. — Los tallos pueden ser alimenticios, medicinales o industriales.

Tallos alimenticios. — Espárragos, tallos tuberculosos (patata...) plantas forrajeras para alimentación de los animales (trébol, alfalfa, gramíneas...).

Tallos medicinales. — Quina (corteza), grama (rizoma), iris de Florencia (rizoma), cólquico (bulbo), torvisco (corteza), lechuga virosa (látex).

Tallos industriales. — Alcornoque, caña de azúcar, palo de Campeche, lino, cáñamo, ramio; leña, madera de construcción, de carpintería y de ebanistería, maderas resinosas....

CAPÍTULO V

LA HOJA

§ I. — TRABAJO PRÁCTICO

96. Examinar la **disposición de las hojas** a lo largo del tallo o de las ramas. — **Hojas aisladas, alternas** : investigar el *ciclo* y expresarlo por un quebrado; ¿cuántas hojas han de contarse para encontrar una exactamente encima de la primera? (se cuenta la primera y no la que está encima de ella, la cual es la primera de otra serie); este número es el denominador, el numerador expresa el número de vueltas de espira. (A veces es preciso tener en cuenta la torsión experimentada por el tallo, particularmente en las plantas herbáceas). Hacer este ejercicio con numerosas plantas diferentes. Estudiar varios ejemplos de **hojas opuestas** : labiadas, cariofileas... notar la posición de cada par con relación al superior y al inferior. Mismo trabajo con **hojas verticiladas** : rubiáceas (galio...), adelfa. Examinar **hojas estipuladas** : notar posición, forma, extensión de las estipulas : rosáceas (rosal, peral...), leguminosas (acacia, guisante, trébol...), sauce.... Estipulas transformadas en espinas : robinia o acacia falsa.... Observar la yema terminal del hule, y la estipula grande que la protege : ésta es fugaz; buscar las cicatrices dejadas por las anteriores.

97. Clasificar hojas según sean pecioladas, sesiles, etc., y según tengan el limbo entero o recortado.

Hojas simples de varias formas. **Hojas compuestas** : *pennadas* (folíolos a lo largo de un pecíolo común); *bipennadas* (cada folíolo tiene aspecto de hoja pennada). Hacer dibujos de varias hojas, tomar impresión de las hojas, o

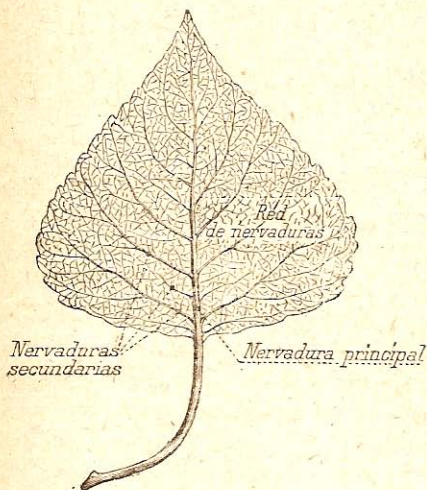


Fig. 94. — Nervaduras de una hoja de álamo.

reproducir sobre papel heliográfico. Coleccionar hojas simples y compuestas de todas las formas diferentes observadas. Examen detenido de las **nervaduras**, vistas por la cara inferior de la hoja : ramificaciones, dirección, relación entre el número y la dirección de las ramificaciones principales y los lóbulos del limbo.

Comparar la disposición de las nervaduras en plantas *monocotiledóneas* (gramíneas, canna o platanillo, plátano o banano, lirio...) y en las *dicotiledóneas* (árboles comunes, plantas ordinarias). Desgarrar el limbo de la hoja y notar que la separación se hace siguiendo las nervaduras. **Clasificar** hojas según su nervadura : en *redcilla* o *paralela*, *pinada* o *palmada*. — **Circulación de la savia** en el pecíolo y en la hoja ; meter en disolución de eosina (o de tinta colorada)

la extremidad inferior del pecíolo (hojas de pecíolo largo) o un tallito con algunas hojas; al cabo de algún tiempo, practicar secciones en el pecíolo, en la hoja, notar partes coloreadas; experimentar, por ejemplo, con hojas de col, de ruibarbo, de acelgas, de apio, de bardana y otras semejantes. — Aislar el **esqueleto** (nervaduras) de la hoja : extender hojas tiernas (tilo, catalpa, roble, árbol de Judea...) sobre una superficie tersa y dura (mármol) y dar golpecitos con un cepillo no demasiado duro. Otro método que puede usarse con hojas de nervaduras resistentes, consiste en hacer hervir durante unos 15 minutos en una disolución de carbonato de sodio, lavar con chorro de agua para separar la pulpa, secar. Durante el invierno, buscar hojas muertas que hayan quedado reducidas al esqueleto, a consecuencia de la destrucción de la pulpa (acción del *bacillus amylobacter*). Coleccionar tales esqueletos, conservarlos entre dos láminas de vidrio, examinar con lente o microscopio.

98. Partes de una hoja. Hojas de plantas comunes con parte de la rama : geranio, encina, trueno, plátano.... Buscar hojas en que sea muy visible la **vaina** en la base del pecíolo : umbelíferas (zanahoria...). **Pecíolo** : longitud, forma, tamaño, cara inferior convexa, cara superior acanalada : álamo, capuchina, plátano, apio, lirio acuático o eichhornia (pecíolo muy hinchado flotador), sarracenia (modificado en tubo), y cuantas plantas en que se note alguna particularidad en este órgano.

Limbo o lámina : dimensiones, forma, margen, *cara inferior*, y *cara superior* (diferencias notables), color, brillo; hojas blandas, duras, gruesas, coriáceas, crasas, carnosas; apéndices en la hoja (pelos, espinas). Comparar hojas de varias plantas : sauce, alcatraz, margarita, girasol, capuchina, nenúfar, cardo, diente de león, etc.;

notar diferencias y semejanzas. Comparar los matices del color verde en varias hojas. Coleccionar hojas que no son de color verde. Frotar hojas diversas entre los dedos y oler.

Estudiar **prefoliación** o *vernación* : disposición de las hojas en las yemas a punto de abrirse.

Hojas modificadas : plantas acuáticas, cáceas, plantas con zarcillos, plantas en que el pecíolo se enrolla (capuchina, clemátide), hojas modificadas en espinas, escamas, brácteas, hojas que sirven de órganos de reserva.

99. Corte transversal en el pecíolo de diferentes hojas : observar forma general, *epidermis*, *parénquima*, *haces* : cuántos son y cómo están dispuestos generalmente en arco, a veces en círculo : roble, ricino, capuchina. Aplicar reactivos de la celulosa, de la lignina, dibujar. Hacer también corte longitudinal. Estudiar preparaciones montadas de secciones del pecíolo. En un tallo o ramo, despojado de sus hojas, buscar cicatrices dejadas por hojas caídas, contar los haces. — Estudiar una preparación montada del *corte transversal* de una hoja. Practicar secciones en varias hojas : hiedra, adelfa, acebo, trueno, hule, pelargonio... y en plantas acuáticas; estudiar *epidermis* (forma de las células, cutina, varias capas), *parénquima en empalizada*, *parénquima lagunoso*, *meatos*, *cloroplastidos*, corte de alguna *nervadura*, *estomas*, *epidermis inferior*; dibujar. — **Estomas** : tira de epidermis de la cara inferior de varias hojas (liliáceas y otras), teñir con algún colorante; observar los estomas, su posición entre las células, su forma, tamaño; contarlos en una superficie dada. Estudio comparativo de la epidermis de las dos caras de una hoja de hiedra, por ejemplo; haciendo hervir durante unos instantes para facilitar la separación de la epidermis; notar la ausencia de estomas en la cara superior.

100. Disolver la clorofila : unas hojas cualesquiera, no

coriáceas, en alcohol; agitar de vez en cuando; al cabo de algún tiempo, observar el color de la hoja, del líquido. En una hoja así blanqueada, investigar la presencia del almidón : mojar con unas gotas de disolución de yodo.

En caso de querer aislar la clorofila, agregar a la disolución alcohólica un poco de agua y después bencina; agitar; la bencina con la *clorofila* subirá a la parte superior; el alcohol formará la capa inferior amarillenta con la *xantofila*.

Formación del almidón en las hojas expuestas a la luz : cubrir parte de una hoja (en ambas caras) con pedazos de fieltro, de cartón, de papel negro grueso..., y dejar la planta a la luz del sol durante un día o más; disolver la clorofila; aplicar el yodo en la parte iluminada, y en la parte cubierta. Dejar una maceta en la obscuridad absoluta durante algunos días; investigar después si hay almidón en las hojas.

En una planta creciendo, expuesta al sol, untar perfectamente con aceite o con vaselina ambas caras de dos o tres hojas, de modo a tapar todos los estomas; al cabo de algunos días, buscar almidón en dichas hojas.

101. Fenómenos de irritabilidad : sensitiva y demás mimóseas, drosera, etc. *Posición de sueño y de vigilia* : trébol, oxalis, acacia... (Matas de dichas plantas en cuarto completamente obscuro toman posición de sueño). *Acción de la luz*; disposición de las hojas en el tallo y en las ramas para recibir mejor iluminación.

102. Respiración de la hoja : desprendimiento de gas carbónico; colocar una mata debajo de alguna campana grande de vidrio, con un vasito que contenga *agua de cal*; al cabo de algún tiempo, se notará la formación de una película blanca de carbonato de calcio en la superficie del líquido. Se puede observar que la respiración se efectúa en la obscuridad lo mismo que a la luz.

103. Transpiración : colocar una maceta debajo de una campana grande; el vidrio se empaña al poco rato, y gotitas de agua chorrean por las paredes. Hacer asimismo los experimentos descritos abajo nº 119.

La **aspiración** producida por las hojas puede demostrarse con el adjunto aparato (fig. 96).

Para investigar en cuál de las dos caras de la hoja

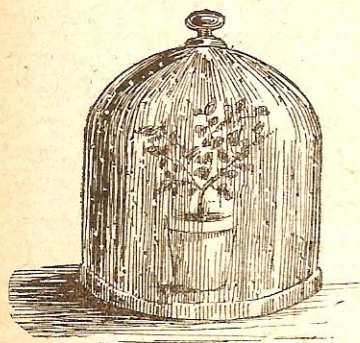


Fig. 95. — Transpiración.

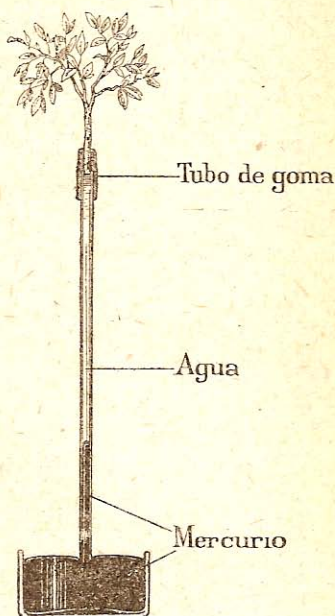


Fig. 96. — Aspiración en las hojas.

se verifica principalmente la transpiración, montar el aparato de la fig. 97; los vasos contienen cloruro de calcio que absorbe el agua; es fácil hallar después el aumento de peso.

Evaporación en las hojas (verificada por los estomas) : escoger unas hojas grandes, de las que se secan rápida-

mente; untar con vaselina : en unas la cara superior, en otras la cara inferior, en otras todavía ambas caras, y, por fin, dejar algunas sin untar; colgar las hojas al aire libre unas al lado de otras; examinar cuáles se secan más rápidamente.

104. Oxígeno desprendido por las plantas expuestas al sol;

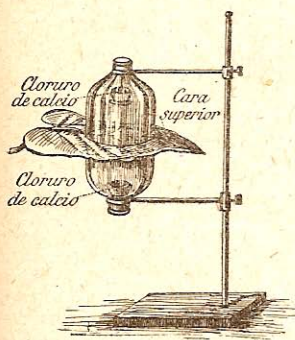


Fig. 97. — La transpiración se verifica principalmente en la cara inferior.

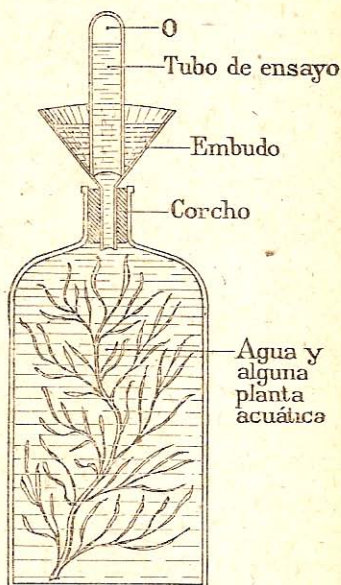


Fig. 98. — Oxígeno desprendido por las plantas (todo el aparato se llena de agua).

función clorofílica : experimento descrito abajo nº 120. La disposición indicada en el adjunto esquema permite recoger fácilmente el oxígeno; en la botella se coloca alguna planta acuática : elodea, chara, espirogira, miriófilo, ceratófilo, etc.

105. Materias minerales en las hojas : calcinar en un crisolito un peso dado de hojas secas; las substan-

cias minerales se pesan, y pueden después someterse al análisis químico (véase nuestro **Curso de química** nº 1162).

§ II. — CARACTERES EXTERIORES

106. Definición. — La hoja es un miembro de la planta que crece siempre sobre el tallo y en el cual se distinguen una cara superior y una cara inferior. Generalmente, la hoja es plana y de color verde. Adquiere rápidamente su tamaño definitivo : su crecimiento es limitado, mientras que la raíz y el tallo pueden, de ordinario, alargarse indefinidamente. Las hojas jóvenes aparecen sucesivamente de cada lado de la yema o *punto vegetativo*. Se da el nombre de **prefoliación** o *vernación* a la disposición de las hojas en la yema, para ocupar el menor lugar posible; cada hojita puede estar doblada de diferentes maneras, variables con las especies, y el conjunto de ellas está dis-

puesto también de una manera especial.

107. Diferentes partes de la hoja. — La hoja adulta se compone generalmente de tres partes : el *limbo*, el *pecíolo* y la *vaina*.

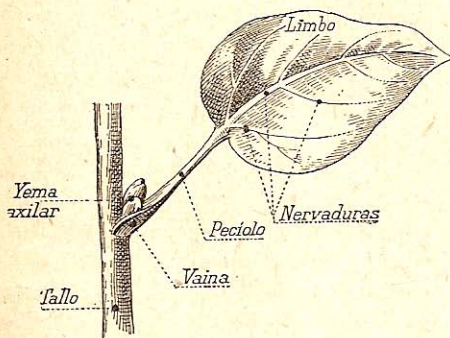


Fig. 99. — Diferentes partes de la hoja.

El **limbo** es la parte plana, extendida de la hoja; se

considera en él la cara superior o *haz*, y la cara inferior o *envés*. El **pecíolo** es la parte más estrecha, más o menos alargada y de forma variable, que sostiene el limbo y lo une con el tallo. Una hoja provista de pecíolo es una *hoja peciolada* (peral, tilo, naranjo...); si falta el pecíolo, la hoja es *sesil* o *sentada* (alhelí, rubia...).

La **vaina** es la parte dilatada del pecíolo en su inserción sobre el tallo; la vaina está muy desarro-

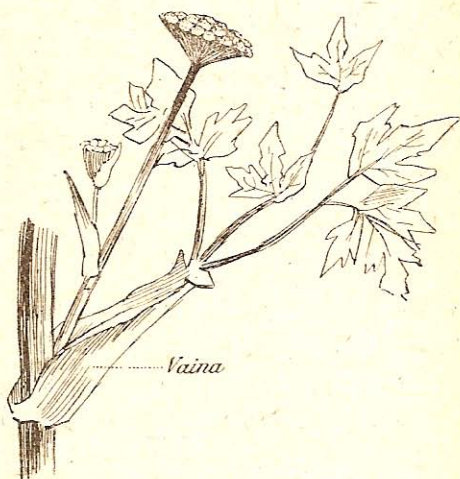


Fig. 100. — Hoja envainadora (angélica).

llada en las umbelíferas y en las gramíneas; la hoja provista de vaina se llama *envainadora* (maíz...).

108. Estípulas. — Las estípulas son apéndices generalmente foliáceos, que nacen a cada lado de la base del pecíolo o de la vaina. Las estípulas son libres o adherentes entre sí y parecen ser expansiones laterales de la vaina; en muchos casos existen mientras la hoja es tierna y desaparecen más tarde. Durante el desarrollo de la hoja, las estípulas crecen más deprisa que el limbo y lo protegen durante su primera edad. La hoja provista de estípulas se llama *hoja estipulada* (pensamiento, rosal...). Las hojas de las gramíneas presentan casi siempre a la

entrada de la vaina una pequeña membrana delgada, entera o recortada, llamada **lígula**.

109. Diferentes clases de hojas. — Las hojas difieren entre sí por la forma y las escotaduras del limbo.

Comprenden dos grupos : las *hojas simples* y las *hojas compuestas*.

Las **hojas simples** son aquellas cuyo limbo no está dividido en partes distintas (cerezo, peral, lila...). Según

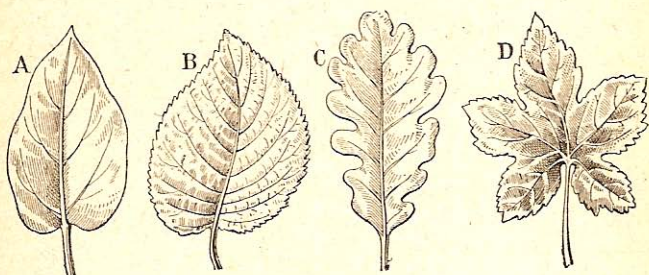


Fig. 101. — Hojas simples.

A, entera (lila); B, dentada (olmo); C, recortada (encina); D, lobulada (arce).

la forma del limbo, las hojas simples se llaman : *lanceoladas* (adelfa), *espatuladas* (margarita), *ovales* (pervinca), *cordiformes* (lila), *reniformes* (aristoloquia), *peltadas* (capuchina), *sagitada* (sagitaria).

La hoja es **entera**, cuando el contorno del limbo no está recortado ni dentado (adelfa, lila...); **dentada**, si el borde del limbo lleva dientes como una sierra (castaño, ortiga, olmo...); **lobulada**, si las cortaduras son profundas, y dividen el limbo en lóbulos.

Entre las hojas de limbo simple y sesil, hay que mencionar la **hoja amplexicaula**, cuya base envuelve o abraza el tallo o la rama (lamio purpúreo); las **hojas connatas**, cuyos limbos se sueldan por su base, de modo

que rodean completamente el tallo (cardencha); la **hoja perfoliada**, de limbo atravesado por el tallo (madreselva); la **hoja decurrente**, en la cual el limbo se prolonga en forma de alas sobre el tallo, debajo de su punto de unión (gordolobo, consuelda...).

Las **hojas compuestas** son aquellas cuyo limbo está

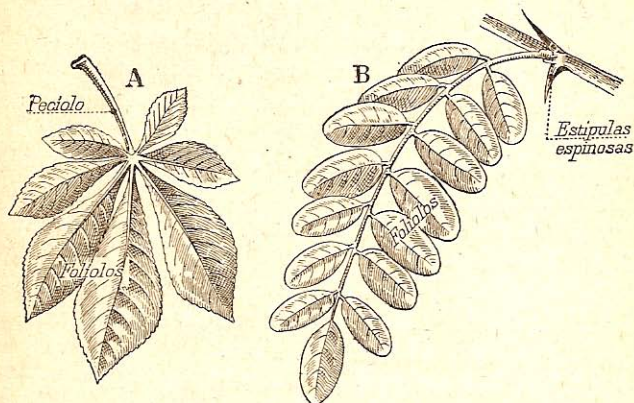


Fig. 102. — Hojas compuestas.

A, Digitada (castaño de Indias); B, Pennada (acacia).

dividido en otros limbos secundarios distintos, llamados **folíolos** (acacia, rosal, esparceta, trébol...). Los folíolos pueden ser *peciolados* o *sesiles* en su soporte común; están siempre desprovistos de yemas en su base, cosa que los distingue de las hojas ordinarias. La hoja compuesta se llama **pennada** cuando los folíolos están dispuestos en dos hileras, una a derecha y otra a izquierda del pecíolo común (acacia, esparceta...); cuando cada folíolo está dividido como una hoja pennada, la hoja se llama **bipennada** (sensitiva...). Si los folíolos de la hoja compuesta están dispuestos en abanico, la hoja se llama **digitada**

(castaño de Indias...); la hoja digitada formada de tres folíolos se llama *trifoliada* o *ternada* (trébol...).

110. Nervaduras. — Las nervaduras constituyen como el *esqueleto* del limbo. Parten todas del pecíolo y se presentan bajo la forma de hacecillos resistentes que recorren el limbo y se ramifican en él de diversos modos; son generalmente salientes y muy visibles en la parte inferior del limbo; la *nervadura principal* que continúa el pecíolo, es más gruesa que las demás y se llama **nervadura media**; las que se separan de ella son las *nervaduras secundarias*.

La nerviación se llama **pinada**, cuando las venas secundarias nacen a lo largo de la nervadura media; es **palmeada** cuando se originan en un mismo punto, en la extremidad del pecíolo.

En las hojas del maíz, del trigo y de la mayor parte de las **monocotiledóneas**, las nervaduras son *paralelas* entre sí, en lugar de formar una red.

111. Modificaciones de las hojas. — El color y la forma de las hojas varían con el medio en el cual se desarrollan. Así, por ejemplo, las hojas aéreas y acuáticas son verdes, mientras que las hojas subterráneas se reducen a simples escamas blancas (cebolla...), o amarillentas (azucena...). Esta influencia del medio es notable en la sagitaria, que crece a la orilla de los estanques y ríos. En la misma planta se encuentran tres clases de hojas: las aéreas tienen la forma de flecha, las flotantes son redondas, y las sumergidas son estrechas, prolongadas y están desprovistas de limbo. Varios ranúnculos acuáticos tienen hojas flotantes provistas de limbo, y hojas sumergidas cuyo limbo está reducido a las nervaduras. Las hojas de algunas plantas de tallo débil se transforman en *tijeretas* o *zarcillos*, que se arrollan alrededor de los cuerpos vecinos.

A veces es más profunda aún la modificación de las hojas, como sucede en las nepentas, sarracénias, etc.

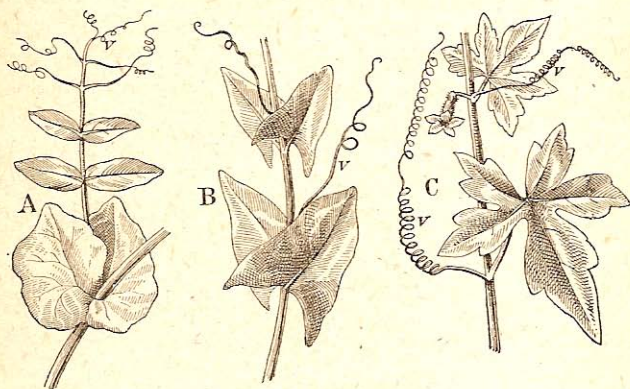


Fig. 103. — Transformación de las hojas en tijeretas. A, guisante; B, almorta; C, nueza.

112. Disposición de las hojas en el tallo, filotaxis. — La disposición de las hojas en el tallo comprende tres tipos principales: 1º las *hojas alternas*; 2º las *hojas opuestas*; 3º las *hojas verticiladas*. Las **hojas alternas** son *hojas aisladas* que se desarrollan a diferentes alturas (tilo, manzano, olmo, zarza, alhelí...).

Los puntos de inserción de las hojas aisladas están dispuestos regularmente en una línea espiral continua alrededor del tallo. Se llama **ciclo** un sistema de hojas aisladas en el cual, después de una o dos vueltas de espira, se encuentra una hoja sobrepuesta verticalmente a la que sirvió de punto de partida. La disposición de las hojas aisladas se expresa por medio de un quebrado; el numerador indica el número de vueltas de espira que se ha de recorrer para encontrar dos hojas sobrepuestas; el

denominador expresa cuántas hojas se encuentran de una hoja a su correspondiente; este quebrado se llama

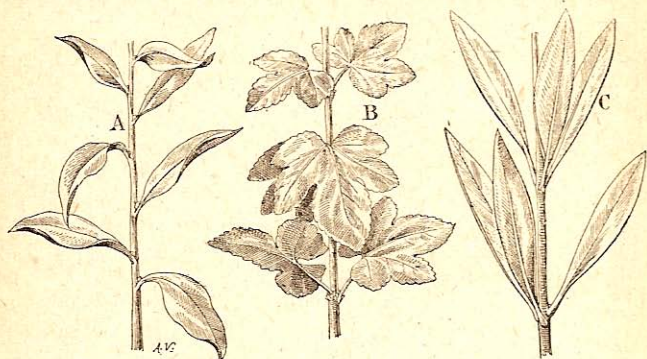


Fig. 104. — A, Hojas alternas (alhelí); B, Hojas opuestas (grosellero); C, Hojas verticiladas (adelfa).

fórmula del ciclo. Así, un ciclo expresado por $1/2$, significa que hay dos hojas en una vuelta de espiral; por consiguiente, una hoja cualquiera estará inmediatamente debajo de la tercera, ésta debajo de la quinta, y así siguiendo. Este ciclo se llama disposición *dística* (olmo, haya, tilo, vid, gramíneas...). El ciclo expresado por $1/3$ se llama disposición *trística* (alno o álamo negro, abedul, carrizo...). El ciclo $2/5$ ha recibido el nombre de disposición *quincuncial* (sauce, roble, peral...). Las disposiciones más

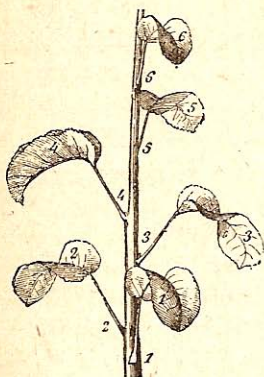


Fig. 105.
Rama de peral (ciclo).

frecuentes en la naturaleza son las que se expresan por

los quebrados $1/2$, $1/3$, $2/5$, $3/8$, $5/13$ y $8/21$. Se llama *ángulo de divergencia*, el arco comprendido entre dos hojas consecutivas.

Los **hojas opuestas** son las que están insertas de dos en dos a la misma altura y en los extremos de un mismo diámetro (lila, menta, saúco...). Cada par de

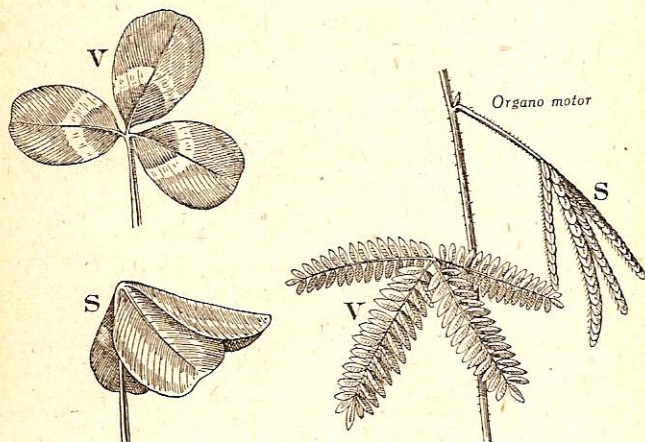


Fig. 106. — Posición de sueño y de vigilia. Trébol. Sensitiva.

hojas se cruza en ángulo recto con el par inferior y el par superior, para recibir así la mayor cantidad de luz.

Las hojas son **verticiladas** cuando cada nudo del tallo lleva varias hojas, cuyos puntos de inserción están situados en una circunferencia de plano perpendicular al tallo (rubiáceas). El conjunto de las hojas desarrolladas en un mismo nudo constituye un **verticilo**; en cada verticilo de una misma planta, hay siempre un mismo número de hojas; éstas se llaman **ternadas** cuando son tres en cada verticilo (adelfa).

Se llaman **hojas radicales**, las que se desarrollan junto al cuello de la planta (diente de león, margarita...); las que nacen en el tallo o en las ramas, se llaman **caulina-rias**; son las más numerosas.

113. Movimientos de vigilia y de sueño de las hojas, fenómenos de irritabilidad. — Cuando se

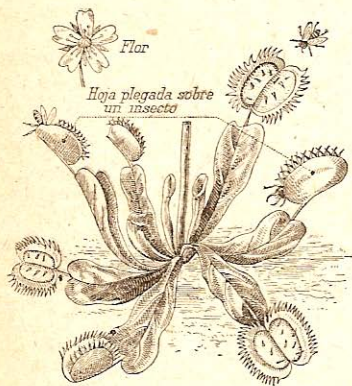


Fig. 107. — *Dionea cazamoscas*, con sus hojas sensitivas.

miran las hojas de un árbol que recibe la luz por un lado, se ve que orientan el limbo de manera que reciba la mayor cantidad de luz por la cara superior, que es la más rica en clorofila. Esta particularidad es sobre todo notable en las leguminosas. Durante la noche, los folíolos de las hojas de acacia, por ejemplo, se doblan debajo del pecíolo común, aplicándose uno

junto a otro; ésta es la posición de sueño. Cuando reaparece la luz, los folíolos se levantan poco a poco y se colocan horizontalmente; es la posición de vigilia. Los folíolos del trébol, de los oxalis (agritos), presentan un fenómeno análogo. El movimiento resulta de una hinchazón producida en las células de la base del pecíolo (*pulvino*).

Las hojas de algunas plantas, como la *sensitiva*, la *dionea cazamoscas*, están dotadas de una sensibilidad muy grande. Así, por ejemplo, los folíolos de las hojas de la **sensitiva** se contraen al menor choque o con el contacto de un cuerpo extraño, volviendo luego la hoja a recobrar

su posición horizontal. No son menos notables los fenómenos que presenta la *dionea*. Las hojas de esta planta están terminadas por un limbo formado de dos lóbulos ovales, cuyos bordes están provistos de espinas; a cada lado de la nervadura se encuentran tres o cuatro pelos

glandulosos de extrema irritabilidad. Cuando un cuerpo extraño, un insecto, por ejemplo, toca dichos pelos, las dos mitades del limbo se aplican una junto a otra, y el insecto queda cogido como en una trampa. Cuando está muerto el

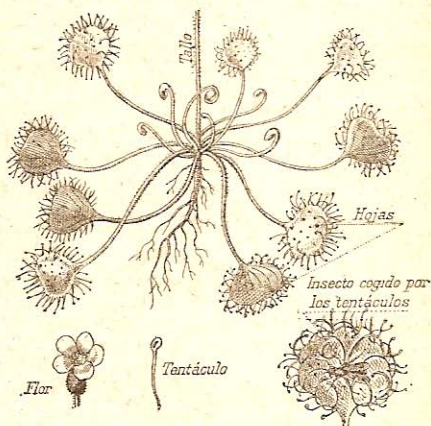


Fig. 108. — *Drosera* con sus hojas de tentáculos.

animal, y por consiguiente inmóvil, se abren de nuevo los dos lóbulos. Los pelos glandulosos que limitan el limbo de las hojas de las *droseras* poseen todas las propiedades de irritabilidad de la *dionea*.

114. Duración y caída de las hojas. — La vida de la hoja es siémpre más corta que la del tallo que le dió origen, aun en las plantas anuales. Cuando las hojas de las plantas leñosas no viven más que una estación y caen al otoño, se llaman **hojas caducas** (nogal, manzano, tilo, plátano...). Las hojas del roble, del haya y otros árboles, aunque mueren al otoño, quedan adheridas a las ramas hasta la primavera siguiente, y se desprenden

en la época en que se desarrollan las yemas; tales hojas se llaman **marcescentes**.

Se da el nombre de **hojas persistentes** o *perennes* a las que viven más de una estación; como no mueren todas a un tiempo, y que aparecen hojas nuevas a medida que caen las antiguas, los árboles provistos de ellas se llaman *árboles verdes* (pino, abeto, acebo, boj, hiedra).

Las hojas del abeto viven de 10 a 12 años; las de las palmeras y de los helechos arborescentes se desorganizan en parte, persistiendo en el estípite los restos de los pecíolos. La caída de las hojas es debida a una capa de corcho que se forma en la base del pecíolo; las hojas no recibiendo ya savia alguna, se marchitan y la menor sacudida las hace caer al suelo. La hoja al caer deja una cicatriz debajo de la yema que nació en su axila, y se puede ver el número de haces vasculares que constituían el pecíolo y las nervaduras del limbo.

§ III. — ESTRUCTURA DE LA HOJA

115. Estructura del pecíolo. — Una sección transversal del pecíolo enseña que está formado de una

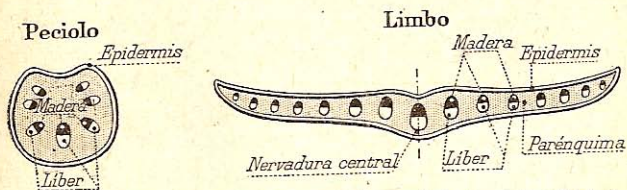


Fig. 109. — Corte teórico transversal de una hoja (pecíolo y limbo).

epidermis exterior, y adentro un *parénquima* compacto, formado de células poliédricas, en el cual están diseminados los *haces vasculares*. Estos haces liberoleñosos

están dispuestos simétricamente en un arco, cuya parte convexa corresponde a la cara inferior de la hoja, en unos casos forman un círculo. La parte liberiana de los haces está dirigida hacia la cara inferior del pecíolo; la parte leñosa está formada principalmente de fibras. El número de los haces es variable; puede haber uno solo (coníferas, cariofileas), tres o cinco, raras veces más. Cuando son cinco o menos, su número es constante para todas las hojas de una misma planta; si son más de cinco, su número puede variar de una hoja a otra. Es muy raro que haya un número par de haces; las monocotiledóneas tienen un gran número de ellos.

116. Estructura del limbo. — En una sección transversal hecha perpendicularmente a la nervadura media, se observa que la estructura del limbo comprende tres partes: la *epidermis*, el *parénquima* y las *nervaduras*.

La **epidermis** es una película delgada que cubre ambas caras de la hoja; está constituida por células ordinariamente desprovistas de clorofila, y estrechamente unidas unas con otras; además, la cara externa o libre de las células está siempre cutinizada. En las hojas coriáceas, como las del acebo, de la magnolia, del trueno, del pino, del hule o caucho..., la capa de cutina es muy espesa, sobre todo en la cara superior, comunicando a las hojas un aspecto lustrado.

Entre las **formaciones epidérmicas**, se notan los *pelos* y los *estomas*.

Un **pelo** está formado por una célula epidérmica que se alarga perpendicularmente a la superficie. Los pelos pueden tener una existencia efímera; sucede a menudo que la hoja velluda en su primera edad se vuelve pelada en su estado adulto. La forma de los pelos es muy variada aun en una misma hoja: pueden ser *unicelulares* o *articu-*

lados, ramificados o simples. Los pelos forman un vellón protector para ciertas plantas; cubren las escamas de muchas yemas. Los *pelos urticantes* de las ortigas se distinguen por su punta rígida, que se rompe al contacto de la piel, dejando escapar en la herida una gota de un jugo cáustico (ácido fórmico), segregado por una glándula colocada hacia la base del pelo.

Los **estomas** son órganos microscópicos, situados en

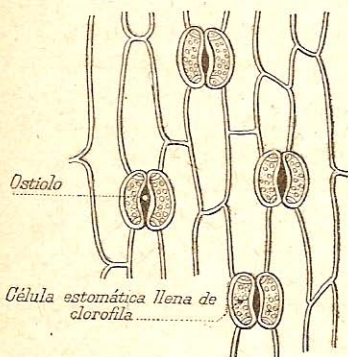


Fig. 110. — Estomas.

el espesor de la epidermis y constituidos por dos células de forma de riñón. Ambas células están llenas de clorofila y se tocan por bordes cóncavos, dejando entre sí una abertura llamada **ostiolo**. Debajo de cada estoma se encuentra un espacio pequeño, la *cámara de aire*, o *subestomática*, la cual comunica con los meatos del

parénquima. Los estomas desempeñan un papel importante en la vida de la planta: por dichos órganos, se verifican los cambios de vapor de agua y de gases entre la hoja y el ambiente. Abundan sobre todo en la cara inferior de las hojas, contándose por término medio unos 50 a 200 por milímetro cuadrado, y pudiendo llegar dicho número hasta 600 en algunas plantas (olivo, colinabo). Las hojas flotantes (nenúfar) no tienen estomas en la cara inferior, y están privadas de ellos las dos caras de las hojas sumergidas.

El **parénquima** de una hoja coriácea, como la del

acebo, muestra, en una sección transversal, dos estructuras diferentes. Hacia la cara superior de la hoja, el parénquima está formado por dos o tres hileras de células alargadas, y dispuestas perpendicularmente a la superficie del limbo; es el **parénquima en empalizada**, rico en clorofila y con pocos meatos. Hacia la cara inferior, al contrario, el parénquima está constituido por células poliédricas, formando un tejido flojo, esponjoso, con muchas cavidades aeríferas en comunicación con los estomas: es el **parénquima lagunoso**, menos rico en clorofila que el tejido en empalizada por cuyo motivo la cara inferior de la hoja es, de ordinario, de un color más pálido.

En las hojas de las plantas herbáceas, la diferencia entre los dos parénquimas está mucho menos acentuada; hay también lagunas en la cara superior, y los estomas no están localizados en la cara inferior. El parénquima es entonces homogéneo; es heterogéneo en el caso contrario. Cuando el limbo es vertical (lirio, jacinto) el parénquima en empalizada se encuentra en ambas caras, y el parénquima lagunoso ocupa la región central; además, los estomas

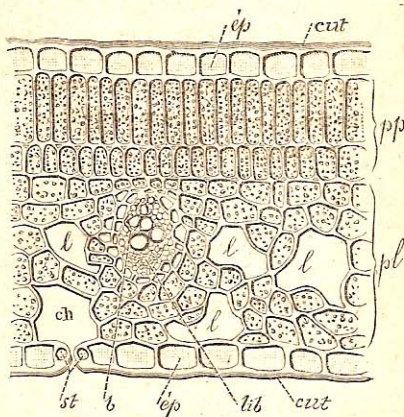


Fig. 111. — Corte transversal de una hoja.
cut, cutícula; *ep*, epidermis; *p.p.*, parénquima en empalizada; *p.l.*, parénquima lagunoso; *l*, lagunas; *ch*, cámara subestomática; *lib*, liber de un haz liberoleñoso; *b*, madera.

están distribuídos igualmente en los dos lados. En las hojas de las plantas crasas, las partes profundas del parénquima son incoloras, porque la luz no puede obrar para formar clorofila. En las plantas acuáticas, el parénquima lagunoso ocupa la parte superior de la hoja; en las hojas sumergidas, el parénquima puede ser nulo, y el limbo reducirse a las nervaduras.

La estructura de las **nervaduras** del limbo es idéntica a la de los haces que constituyen el pecíolo, de los cuales son las prolongaciones; los haces leñosos se encuentran orientados hacia la cara superior, y los vasos liberianos, hacia la cara inferior.

§ IV. — FUNCIONES DE LA HOJA

117. Diferentes funciones de la hoja. — En algunos casos, las hojas desempeñan el papel de *órganos protectores*, convirtiéndose en escamas para envolver las yemas; otras veces, constituyen *órganos de reserva alimenticia*, como sucede con las escamas de los bulbos (azucena, jacinto, cebolla); otras veces, se convierten en *órganos de fijación*, transformándose en zarcillos (chícharo, vicia, nueza); por último, las hojas son el asiento principal de la *respiración*, de la *transpiración* y de la *asimilación*.

118. Respiración. — La respiración es una función general de todos los seres vivos; de modo que la planta, lo mismo que el animal, necesita, para vivir, absorber oxígeno y arrojar gas carbónico. Sin la respiración, no puede efectuarse ningún fenómeno vital. Las plantas sacan directamente del aire, por medio de sus estomas, el oxígeno que necesitan.

Para comprobar la respiración de las plantas, se coloca

un vegetal vivo bajo una campana que descansa sobre una hoja de vidrio, y se pone al lado de la planta un vaso con agua de cal. No se tarda en observar que el agua de cal se enturbia a consecuencia de la formación de un precipitado blanco de carbonato de calcio (resultado de la combinación del gas carbónico con la cal). Al mismo tiempo, el vegetal absorbe el oxígeno, como lo prueba el análisis del aire que queda.

Las plantas acuáticas absorben el oxígeno del aire disuelto en el agua, y desprenden lentamente gas carbónico, que se disuelve en el agua ambiente. El oxígeno penetra en las hojas, atravesando por osmosis la epidermis delgada y no cutinizada.

La intensidad de la respiración se mide por la cantidad del oxígeno absorbido o del gas carbónico arrojado; estas cantidades varían con la naturaleza de las plantas, su edad, la luz y la temperatura.

En la *levadura de cerveza*, el fenómeno de la respiración está reemplazado por el de la **fermentación**; se admite que el agente activo de la fermentación alcohólica es una **diastasa**, o *fermento soluble*, segregado por el mismo protoplasma de las células de la levadura. Esta diastasa, segregada en muy pequeña cantidad cuando las células están expuestas al aire libre, se produce de un modo muy activo en una atmósfera confinada; las reacciones provocadas por la diastasa (desdoblamiento de los azúcares en alcohol y gas carbónico) determinan una producción de energía que las células utilizan en sus reacciones internas,

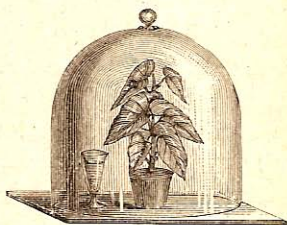


Fig. 112. — Aparato para comprobar la respiración de las plantas.

y que reemplaza la energía que, en las plantas ordinarias, resulta de las oxidaciones producidas por el oxígeno de la respiración.

Algunos vegetales inferiores del grupo de las **bacterias** parecen constituir una excepción a la generalidad del fenómeno respiratorio; son las bacterias llamadas **anaerobias**, las cuales, no solamente no necesitan oxígeno libre, sino que no pueden desarrollarse en presencia de dicho gas. Estos vegetales, sin embargo, asimilan oxígeno, que sacan de los compuestos orgánicos en medio de los cuales viven.

119. Transpiración. — La transpiración es una función por medio de la cual la planta desecha el exceso de agua absorbido por las raíces, exhalándolo en forma de vapor por los estomas.

Para comprobar la transpiración y medir, al mismo

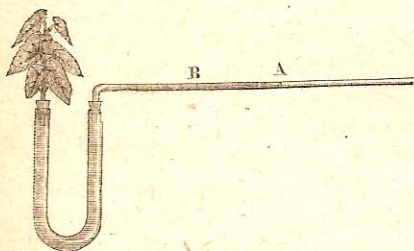


Fig. 113. — Aparato para medir el volumen del agua exhalada por las hojas en un tiempo determinado.

tiempo, el volumen del agua exhalada por las hojas en un tiempo determinado, se adapta a uno de los brazos de un tubo en forma de U lleno de agua, la extremidad inferior de una rama provista de hojas verdes, y

se sujeta en el otro brazo un tubo capilar horizontal que contenga también agua. El vapor de agua que se desprende de las hojas se ve substituído por el agua del tubo y se puede observar cómo se mueve el líquido en el tubo capilar. Midiendo este movimiento, puede conocerse el volumen

del agua exhalada por las hojas en un tiempo determinado. El peso del vapor de agua exhalado por las hojas puede medirse igualmente por medio del experimento siguiente. En uno de los platillos de una balanza, se coloca una planta contenida en un tiesto vidriado. En el otro platillo, se colocan pesas o cualquier contrapeso para establecer el equilibrio. Así dispuesto el aparato, se observa, al cabo de cierto tiempo, que se ha levantado el platillo que sostiene la planta. El valor de las pesas que hay que agregar para restablecer el equilibrio es igual al peso del agua exhalada en el tiempo dado.

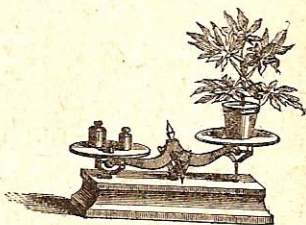


Fig. 114. — Pérdida de peso en la transpiración.

La transpiración es tanto más intensa cuanto más viva es la luz, más seca y más agitada la atmósfera, más subida la temperatura y más extensa la superficie epidérmica. La abertura más o menos completa de los estomas regula esta función.

Cuando las condiciones de la atmósfera son desfavorables a la transpiración, las plantas arrojan en estado líquido el exceso de agua que sube de las raíces; el líquido se escapa por los **estomas acuíferos** en las extremidades de las nervaduras del limbo. El fenómeno se produce principalmente durante la noche, cuando la transpiración es nula por falta de luz.

120. Asimilación clorofílica. — La asimilación clorofílica es una función mediante la cual una planta verde, viva, expuesta a la luz, absorbe el gas carbónico del aire, produce la síntesis de los hidratos de carbono, y emite oxígeno. La presencia de la *clorofila* y la acción

de la *luz solar* son las dos **condiciones indispensables** al ejercicio de esta función. La clorofila es la materia a la cual las plantas deben su color verde. Vista con el microscopio, se presenta generalmente bajo la forma de granitos verdes, esféricos u ovoideos, diseminados en el protoplas-

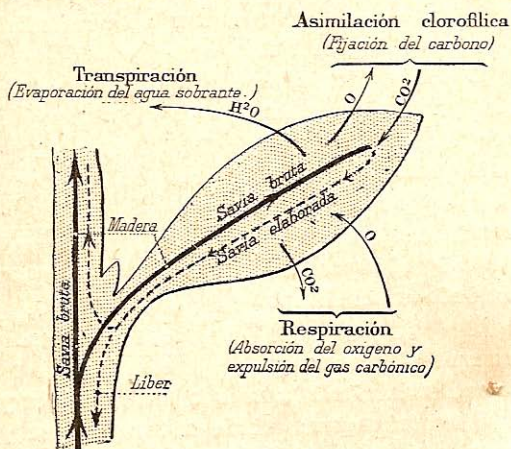


Fig. 115. — Figura teórica para explicar las tres funciones principales de la hoja.

ma de las células de todos los órganos verdes, y conocidos con el nombre de cloroplastos o granos de clorofila. Tratados por el alcohol, los cloroplastos se vuelven incoloros, la materia colorante que constituye la clorofila se disuelve en el alcohol, y los granos descolorados tienen todas las propiedades del protoplasma.

La clorofila exige, para formarse, cierta intensidad de luz variable según las especies. En general, en la obscuridad no se pone verde la planta, y los tallos y las hojas permanecen descoloridos. La agricultura ha sabido aprovechar esta propiedad de la clorofila para obtener

legumbres muy tiernas, privándolas de la luz (lechuga, apio...).

Para comprobar que la función clorofílica es una absorción de gas carbónico y un desprendimiento correlativo de oxígeno, se coloca una planta verde viva en una probeta llena de agua (con un poco de agua gaseosa), y se expone todo al sol. Numerosas burbujitas de gas se desprenden de la superficie de las hojas y se reúnen en la parte superior de la probeta; dicho gas es oxígeno como puede comprobarse fácilmente. Además se observa que el gas carbónico disuelto en el agua ha disminuído considerablemente.

Si se substraee la planta verde a la acción de la luz solar, colocándola en la obscuridad, no se observa desprendimiento de gas, porque cesa la acción clorofílica y el poco gas carbónico producido por la respiración se disuelve en el agua.

121. Transformación de la savia bruta en savia elaborada. — La savia bruta absorbida por las raíces se compone de agua que contiene en disolución una débil proporción de substancias nutritivas. Bajo diversas influencias, tales como la presión osmótica, la capilaridad, la acción aspirante de la transpiración, sube dicha savia hasta las hojas por los vasos de la madera. En las hojas, la transpiración hace perder a la savia bruta su exceso de agua; por la función clorofílica se efectúa la asimila-



Fig. 116. — Experiencia para comprobar la función clorofílica.

ción del carbono y la síntesis de los compuestos orgánicos cuyos principios (almidones, azúcares) son conocidos con el nombre de hidratos de carbono; por último, la respira-

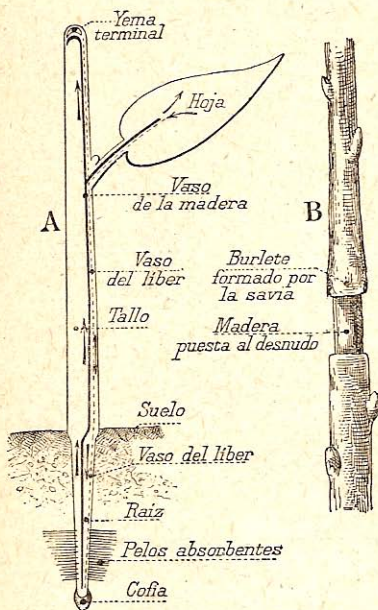


Fig. 117. — Circulación de la savia bruta y de la savia elaborada.

ción produce ciertas oxidaciones, y la savia modificada de esta suerte, lleva el nombre de savia elaborada. Esta última, rica en sustancias nutritivas, es distribuida por los vasos de líber a todos los puntos de la planta que se están desarrollando, principalmente a las yemas, a las extremidades de las raíces y a ciertos órganos donde se forman las reservas nutritivas. Para demostrar que la savia elaborada circula por los vasos del líber, puede cortarse un

anillo de corteza debajo de una parte cubierta de hojas, y se ve formarse, más tarde, un anillo de cicatrización en el borde superior del anillo. Como se ve, la planta saca los elementos de sus tejidos del suelo (agua y sales) y de la atmósfera (oxígeno, gas carbónico).

122. Plantas desprovistas de clorofila. — Las plantas que no tienen materia verde, como la cuscuta, la

orobanca, y todos los hongos, están privados de la acción clorofílica. En estos vegetales, la respiración no está nunca encubierta por un fenómeno inverso, la luz tiene poca acción sobre la transpiración, y los cambios gaseosos son casi idénticos a la luz o en la obscuridad. Estas plantas son **parásitas** si toman de otro vegetal vivo los principios nutritivos elaborados : cuscuta, orobanca... y **saprófitas**, si se alimentan de sustancias orgánicas en descomposición : hongos.

Las hojas de los vegetales superiores no están siempre coloreadas de verde; muchas plantas cultivadas para adorno ostentan un follaje de varios colores; sin embargo, contienen clorofila, pero su presencia está encubierta por diferentes materias colorantes disueltas en el jugo celular, o por leucitos coloreados (*cromatóforos*).

La función clorofílica desempeña un papel importantísimo en la naturaleza, suministrando a las plantas todo el carbono que entra en la composición de sus tejidos, y de los compuestos elaborados en las células. Obra la descomposición de las masas enormes de gas carbónico arrojadas a la atmósfera por la respiración de los animales y de las plantas, y por las combustiones de las materias orgánicas. El oxígeno producido en la función clorofílica purifica la atmósfera y mantiene en el aire el equilibrio necesario a la vida de los seres organizados.

123. Uso de las hojas. — Las hojas, como las raíces y los tallos, pueden ser alimenticias, medicinales o industriales.

Hojas alimenticias : espinacas, acederas, ruibarbo, col, lechuga, achicoria, berros, apio, perejil, etc.

Hojas medicinales : digital purpúrea, belladona, beleño, estramonio, salvia oficial, borraja, etc.

Hojas industriales : tabaco, esparto, añil, pastel, morera, rafia, palmeras, etc.

§ V. — NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS

124. Substancias nutritivas de las plantas. —

Los principales alimentos de las plantas son, en primer lugar : el *oxígeno*, el *hidrógeno*, el *nitrógeno*, el *carbono*, el *azufre* y el *fósforo*, indispensables a la composición del protoplasma y a los productos de su actividad. Otros elementos, sin entrar en la constitución directa del protoplasma, son necesarios a su actividad, y se encuentran en todos los vegetales : el *hierro*, el *potasio*, el *calcio*, el *cloro*, el *silicio* y el *manganeso*. De la combinación de estos doce cuerpos simples resulta la formación de todos los productos de los vegetales : celulosa, almidón, azúcares, substancias albuminoideas, alcaloides, materias grasas, sales, gomas, ceras, resinas.... El análisis de las cenizas vegetales indica todavía la presencia de otros varios cuerpos, tales como el *sodio*, el *yodo*, el *bromo*, el *bario*, el *estroncio*, el *aluminio*...; pero su presencia no parece ser indispensable al desarrollo del vegetal.

125. Origen de los alimentos de las plantas. —

Las plantas sacan sus alimentos de la atmósfera y del suelo. El *oxígeno* lo toman en la atmósfera por la respiración, y es también un producto de la función clorofílica; el agua del suelo absorbida por las raíces suministra una cantidad considerable de oxígeno. El *hidrógeno* proviene asimismo del agua del suelo y de las substancias amoniales contenidas en las materias orgánicas en descomposición. El *nitrógeno* proviene de los nitratos y sales de amonio contenidas en los abonos; algunas bacterias que

viven en las raíces de las leguminosas contribuyen a fijar en el suelo el nitrógeno del aire.

El *carbono*, uno de los alimentos más importantes, es suministrado por el gas carbónico del aire (función clorofílica) y por el que está disuelto en los líquidos del suelo. El *azufre* proviene de los sulfatos solubles contenidos en el suelo, y, en particular, del sulfato de calcio. El *fósforo* es absorbido en estado de fosfatos de calcio, de potasio, de sodio y de magnesio, más o menos abundantes en el suelo. El *cloro*, el *hierro*, el *sodio*, el *potasio*... existen también en el suelo, generalmente en estado de sales solubles.

126. Digestión de las reservas nutritivas. —

La planta no puede utilizar las materias nutritivas sino después de digerirlas; el fenómeno de la digestión en las plantas es el mismo que en los animales, sólo que no hay cavidad digestiva y aparato especialmente encargado de esta función. Cuando la planta pasa del estado de vida latente al estado de vida activa, se forman fermentos solubles destinados a digerir los materiales de la nutrición; estas sustancias nutritivas pueden ser *amiláceas*, *azucaradas*, *grasas* o *albuminoideas*; cada una de ellas se vuelve soluble por la acción de un fermento particular (véase nº 40). En las plantas provistas de hojas verdes, estos órganos son el asiento principal de la digestión de las reservas nutritivas.

127. Asimilación de los alimentos digeridos. —

Las reservas nutritivas, una vez digeridas, constituyen en su conjunto la *savia elaborada*, capaz de nutrir el vegetal. Las sustancias digeridas se utilizan inmediatamente para formar nuevos tejidos, o constituir nuevas reservas; en todo caso, la savia elaborada se dirige desde las hojas, donde se forma, a los puntos de utilización,

particularmente en las yemas y en las extremidades de las raíces. Se dá el nombre de asimilación al conjunto de los fenómenos que se cumplen en los órganos de la planta para transformar en tejidos vivos las substancias digeridas. Los fenómenos de asimilación necesitan la influencia directa de la luz solar y la presencia de la clorofila.

Además de las materias de reserva fabricadas por la planta, puede haber productos inútiles o dañosos; por un trabajo de desasimilación, el vegetal elimina estos productos, los cuales pueden ser de naturaleza mineral (sales de calcio) o vegetal (esencias, látex), y localizarse en células secretorias o canales secretorios.

§ VI. — MULTIPLICACIÓN DE LAS PLANTAS POR MEDIO DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS

128. Las plantas se multiplican naturalmente por medio de sus semillas o por tubérculos y bulbos. Pueden multiplicarse también por las operaciones artificiales : *injerto, estaca, acodo.*

129. Injerto. — La operación del *injerto* consiste en separar de una planta una rama o yema, llamada *injerto*, para ingerirla en otra planta, llamada *patrón*; este método se emplea principalmente en la multiplicación de los árboles frutales y de los arbustos florales (rosal...). Para que el injerto salga bien, es preciso : — 1º que haya ciertas relaciones de afinidad natural entre las dos plantas, es decir, que pertenezcan una y otra al mismo género, o, por lo menos, a la misma familia; — 2º que ambos vegetales estén llenos de savia al mismo tiempo; — 3º que la zona generatriz del injerto y del patrón se pongan en contacto.

Los **principales injertos** son : el injerto por *aproxi-*

mación, el injerto de *púa* o de *cañutillo*, de *escudete* o de *yema*.

El *injerto por aproximación* consiste en unir dos plantas vecinas por medio de dos incisiones que se tocan. Cuando

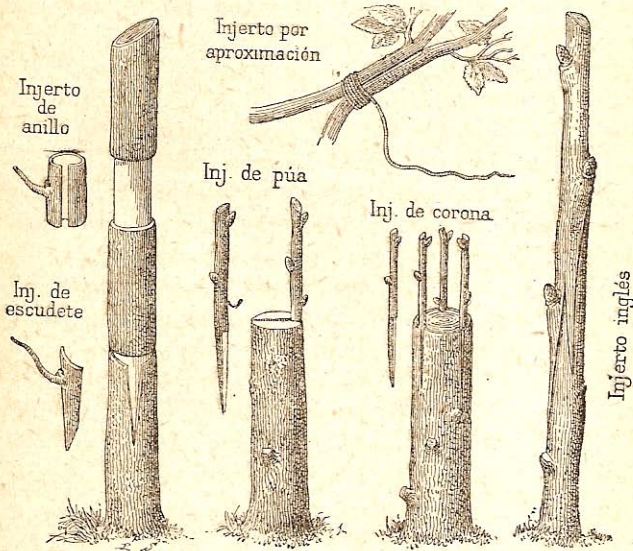


Fig. 118. — Diferentes clases de injerto.

la soldadura está completa, se suprime una de las plantas cortándola debajo de la incisión; a veces, este injerto se efectúa por aproximación natural en los bosques entre las ramas del mismo árbol o entre árboles vecinos.

En el *injerto de cañutillo* o de *púa*, aplicado sobre todo a los árboles frutales, se corta en forma de bisel la parte inferior de la rama por ingerir, la cual se introduce en una hendidura hecha en la corteza del patrón y que

penetra hasta la madera. Si se hace una sección transversal en el tallo y se fijan en ella cierto número de ramas, el injerto toma el nombre de *injerto de coronilla*.

En todo caso, es preciso tener cuidado de disponer el injerto de modo que coincidan sus tejidos vivos lo mejor posible con los del patrón; se cubren luego las cortaduras con un emplasto de pez para sustraerlas a la acción del agua y del aire.

El *injerto de escudete*, o de *yema*, o de *anillo* se efectúa practicando en la corteza una cortadura en forma de T, en la que se introduce una placa de corteza provista de una yema llamada escudete. Es preciso tener mucho cuidado de arrancar la albura que adhiere al liber, sin tocar al tejido verdoso situado en la base interna de la yema; luego se aproximan los labios de la cortadura por



Fig. 119. — Estaca de geranio.

medio de una hebra de lana, que se escoge con preferencia a causa de su elasticidad. Al cabo de algún tiempo, se produce una soldadura completa, y se desarrolla la yema injertada, alimentada por la savia del patrón.

130. Estaca. — La *estaca* es una ramita provista generalmente de un nudo y de yemas jóvenes que, desprendida del vegetal y plantada en tierra, produce raíces adventicias y se desarrolla, formando un individuo semejante a aquel de que proviene.

Este procedimiento de multiplicación es, para algunos árboles, como el sauce y el álamo, mucho más ventajoso que la siembra, a causa de la rapidez de su crecimiento. Es también un medio precioso de reproducir y multiplicar muchas plantas

o de conservar variedades que no reproduciría la siembra.

131. Acodo. — Se da el nombre de **acodo** a una rama que se hace arraigar como una estaca antes de desprenderla de la planta madre. Para obtener un acodo, se dobla

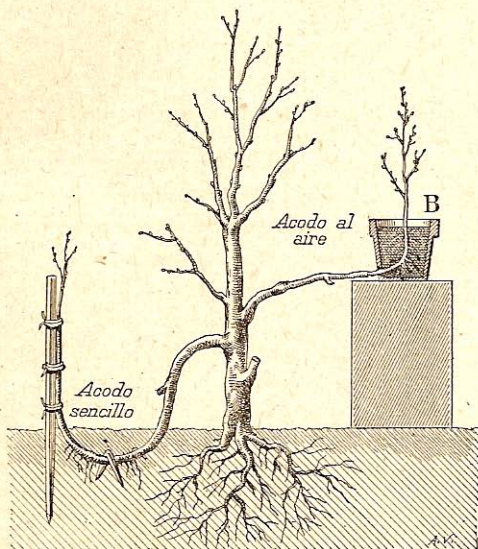


Fig. 120. — Acodos.

la rama hasta hundirla en la tierra, donde se fija con un gancho; la parte aérea se mantiene derecha por medio de un rodrigón. Cuando el acodo está suficientemente arraigado, se separa de la planta madre para formar un vegetal independiente. Si la rama está a demasiada distancia del suelo, se la hace pasar por un tiesto lleno de tierra húmeda.

CAPÍTULO VI

LA FLOR

§ I. — TRABAJO PRÁCTICO

132. Estudio morfológico de una flor aislada : alhelí, siempreviva (sedum), onagra, ranúnculo, fresal... o cualquiera flor simple. Notar su **posición** en la planta : terminal, axilar, erecta, colgando; separarla cerca del

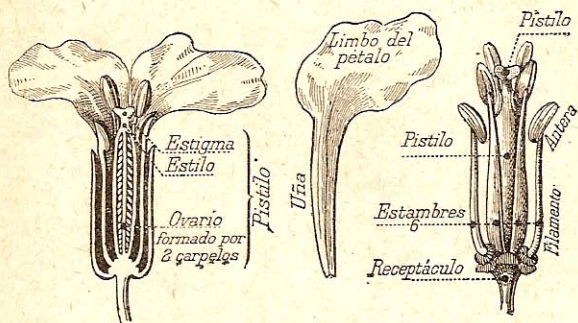


Fig. 121. — Flor de alhelí.

tallo. Examinar la cola o **pedúnculo** (forma, color, longitud), el **receptáculo** (extremidad dilatada que sostiene la flor); — arrancar uno por uno los **sépalos** (hojitas en la base de la flor) : posición, tamaño, número, color, pelos si los hay, papel del **cáliz** (conjunto de los sépalos); — arrancar ahora los **pétalos** de la **córola** :

posición, forma, número, color, olor, papel de la corola; — luego examinar los órganos filamentosos, **estambres**, que ocupan el interior : ver dónde se insertan; separarlos uno por uno con cuidado, ponerlos a un lado : número,

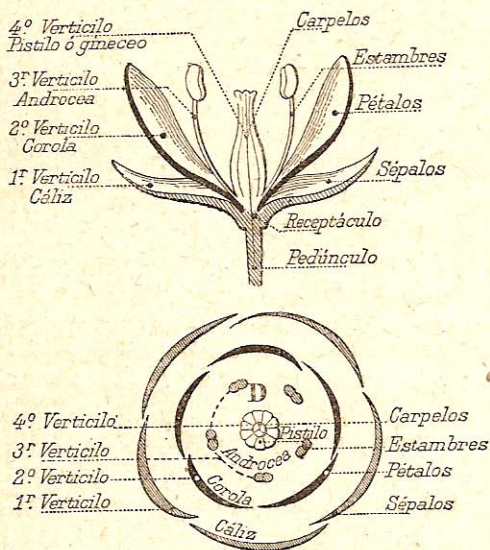


Fig. 122. — Composición teórica de una flor (diagrama).

tamaño, color, partes (*filamento, antera*); — la columnita que queda en el centro de la flor es el **pistilo**, examinar su forma, color, tamaño; reconocer sus tres partes : parte dilatada abajo (*ovario*), parte más angosta (*estilo*), parte superior (*estigma*). Dibujar un sépalo, un pétalo, un estambre, el pistilo. Ahora examinar más detenidamente el pedúnculo y el receptáculo; hacer cortes, estudiar la estructura con la lente o con el microscopio.

Mismo estudio con una flor de enredadera, de datura, de floripondio, de tabaco y otras parecidas. Notar en qué el cáliz y la corola se diferencian de las flores anteriores; contar las divisiones del borde superior del cáliz y de la corola (número de partes soldadas).

133. Examinar ahora **flores diferentes** que no ofrezcan tanta regularidad : salvia, ortiga muerta, frijol, guisante, perritos, digital, borraja, etc.; notar modificaciones aparentes en el cáliz, la corola, pelos en la corola, en la base de los estambres....

Buscar alguna flor en que el cáliz no sea de color verde : arete, espuela de caballero, granado, azucena....

Flores en que hay una sola envoltura floral (cáliz) : flores apétalas; — flores en que se ve, alrededor del cáliz, otra envoltura más pequeña (*calículo*) : clavel, malva... Examinar las flores de buganvilia : las tres hojas coloradas son *brácteas* que rodean las florecitas blancas en el centro.

Volver a examinar diferentes flores, y observar las relaciones de los verticilos entre sí (de ordinario alternando) dibujar diferentes **diagramas** de flores, indicando la posición de los verticilos.

134. Estudiar flores de calabaza : ¿cuántas clases de flores diferentes pueden encontrarse? examinar y dibujar la flor de estambres (*masculina*) hacer un corte vertical; mismo trabajo con la flor de pistilo (*flor femenina*); comparar.

Buscar asimismo las flores masculinas y femeninas del lúpulo, del sauce, del cáñamo, de la encina, etc.; notar en cada caso las partes presentes y las que faltan; dibujar.

135. Examinar algún **botón** o *capullo floral* antes que se abra la flor; observar el modo de plegarse y de agruparse

las diferentes partes, su color, tamaño, desarrollo relativo, diferencias con la flor abierta.

136. Clasificar ahora las diversas flores que estén al alcance según la **adherencia** de las piezas de un mismo verticilo entre sí. — **Cáliz dialisépalo** (partes separadas), **gamosépalo** (sépalos unidos); — **corola dialipétala** o **gamopétala**; — flores a un tiempo **gamosépalas** y **gamopétalas**; — flores que son **gamosépalas** y **dialipétalas**.

Buscar flores en que el **pistilo** está

formado de un *solo carpelo*, de *varios carpelos libres*, de dos o más *carpelos unidos* parcial o totalmente.

Examinar flores en que los **estambres** están *adheridos a los pétalos* : digital, labiadas, rubiáceas...

Flores en que los **estambres** están **unidos** : — por sus *filamentos* : en un haz (malva, altea...), en dos haces (frijol...), en tres haces (corazoncillo...); por sus *anteras* : flores compuestas diversas.

Soldadura general de los verticilos en la base; examinar detenidamente flores de manzano, de fucsia o arete, de varias rubiáceas, etc.; notar que el pistilo no está libre en medio de la flor; darse cuenta exacta de cómo se insertan los diferentes órganos; el **ovario** se dice **adherente** o *ínfero*.

137. Estructura de los verticilos florales. — Examinar sépalos y pétalos de diferentes flores, y compa-

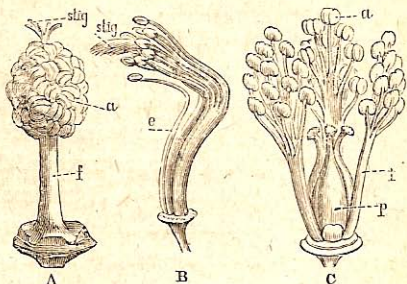


Fig. 123. — Estambres soldados por los filamentos. A, malva; B, guisante; C, corazoncillo.

rar su estructura con la de una hoja ordinaria; investigar los puntos de semejanza y de diferencia.

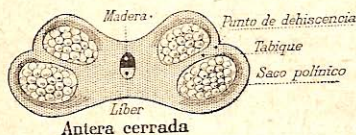


Fig. 124.
Estambre.

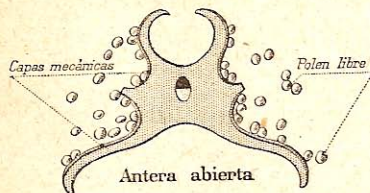
Estudio del **estambre** : número, tamaño, color, partes que lo constituyen; relación de forma y tamaño entre las partes.

Filamento : longitud, diámetro, color, modo y punto exacto en que se inserta abajo con las demás partes de la flor, y arriba con la antera. Practicar una sección transversal del filamento, y estudiarla con el microscopio : haz único de madera hacia el interior de la flor; comparar la estructura con la del pecíolo de una hoja.

Antera : el dorso es la parte donde se une con el



Antera cerrada



Antera abierta

Fig. 125. — Corte de una antera.

filamento; la cara es el lado opuesto: ver el surco en la cara; investigar el modo de dehiscencia (manera de abrirse); ¿Hacia qué parte de la flor está dirigida la cara de la antera? Hacia el centro : *introrsa*; hacia afuera : *extrorsa*.

Estudiar un corte transversal de la antera (preparación montada); practicar secciones en anteras de azucena, de tulipán, u otras de gran tamaño (tomar del botón no

abierto). Estudio microscópico de los **granos de polen** de diferentes flores : varias formas, tamaño relativo, apéndices, procurar ver las membranas, los núcleos, y la masa proto-plásmica : dibujar varios granos de diferentes formas.

Hacer **germinar** granos de polen en una disolución concentrada de azúcar; se usa en este experimento una lámina en la cual está practicada una pequeña cavidad o célula (o se forma una pequeña cubeta con un círculo de para-

fina o de betún en el centro de la lámina porta-objetos). Al cabo de pocas horas, si la temperatura es buena, se observarán tubos polínicos de diferente longitud.

Observar el cuerpo velludo y las patas de alguna abeja; coger una que está visitando flores; notar el polen adherido a los pelos que la cubren.

Si la ocasión se presenta, examinar atentamente la disposición de los estambres y del pistilo en flores de ruda,

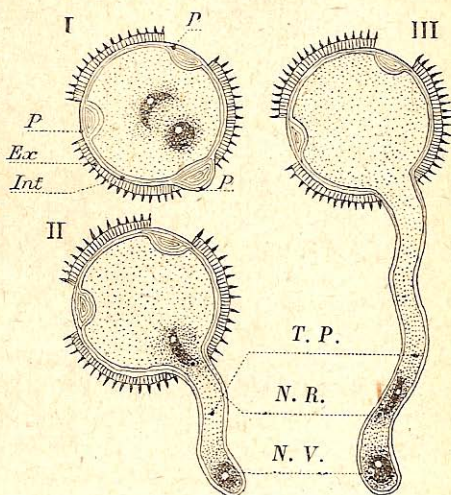


Fig. 126. — Corte esquemático de un grano de polen germinando. P, poro; Ex, exina; Int, intina; T. P., tubo polínico; N. R., núcleo reproductor; N. V., núcleo vegetativo.

de hérbero; luego tocar con un lápiz o algún palillo, y notar el movimiento instantáneo de los estambres.

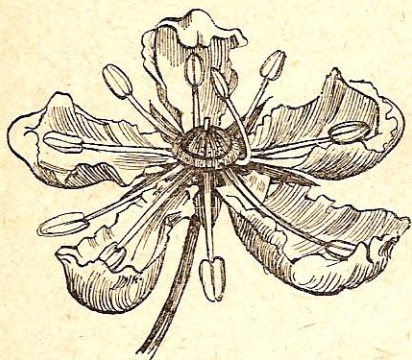


Fig. 127. — Flor de ruda mostrando el movimiento de los estambres para acercarse al estigma.

Estudiar la disposición de los estambres y del pistilo de varias flores, desde el punto de vista de la facilidad o dificultad de polinización directa.

138. Estudio del pistilo. —

Aspecto exterior : azucena, tulipán, salvia, tomillo, etc. Reconocer la

hoja carpelar; ver y dibujar las tres partes : *ovario*, *estilo*, *estigma*, notar varias particularidades. Practicar una sección transversal y una longitudinal, y observar los óvulos con una lente. Investigar en diversas flores las modificaciones del pistilo en su aspecto exterior : — carpelos soldados en un solo ovario, pero con estigmas distintos : tomillo, lechuga...; — carpelos soldados, estilos parcialmente distintos : croco...; estilos totalmente distintos : clavel, lúpulo, umbelíferas...; carpelos totalmente separados : fresal, crasuláceas....

Estructura interna del pistilo : en una sección longitudinal del estilo notar el tejido flojo para facilitar el paso del tubo polínico; estudiar también secciones transversales practicadas a diferentes alturas.

Diferentes modos de **placentación** : examinar con la lente si la sección se hace en un ovario de grandes dimen-

siones, o con el microscopio, en caso contrario; notar cómo y dónde se adhieren los óvulos, dónde y cómo se sueldan las hojas carpelares. Placentación *axil* : liliáceas, amarilídeas, solanáceas...; placentación *parietal* : reseda, violeta, pasiflora...; placentación *central* : primuláceas.... Hacer un corte en el ovario de un clavel u otra cariofilea y notar la placentación; es axil central, por aborto de los tabiques. Notar, en cada caso, la orientación de los haces liberoleñosos de los carpelos con relación al eje de la flor.

139. Examen del óvulo. — Abrir con el escalpelo ovarios de flores de diferentes especies : examinar los óvulos con la lente; investigar si es *ortotropo* (ortiga, acedera, alforfón...), *campilotropo* (crucíferas, cariofileas, solanáceas...), *anátropo* (generalidad de las demás angiospermas). Estudiar con el microscopio una preparación montada de un óvulo maduro : reconocer las diferentes partes.

140. Tipos de inflorescencia.

— Escoger flores reunidas en grupos y reconocer inflorescencias simples (racimo, espiga, corimbo, umbela, cabezuela...), inflorescencias compuestas, cimas (véase abajo n^{os} 150, 151).

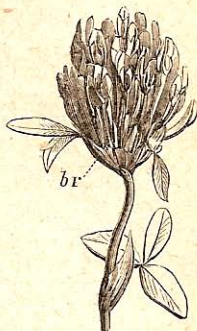


Fig. 128.
Cabezuela de trébol.

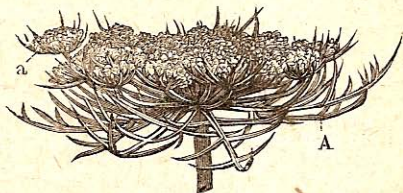


Fig. 129. — Umbela de zanahoria silvestre.
A, involucre; a, involucelo.

Examinar flores en que puede notarse el paso sucesivo de la hoja a los diferentes verticilos florales : eléboro, nenúfar blanco, canna o platanillo, flores llamadas dobles.

§ II. — CARACTERES EXTERIORES

141. Diferentes partes de la flor. — La flor es el conjunto de los órganos que concurren a la formación de la semilla; la flor proviene de una yema o botón

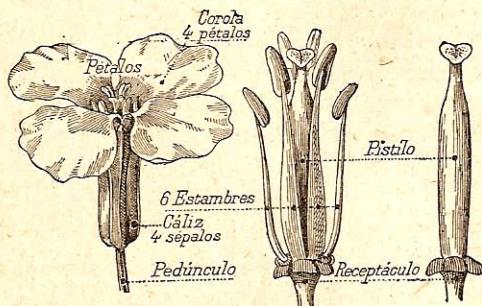


Fig. 130. — Flor hermafrodita completa (alhelí).

floral. La **prefloración** es la disposición de los órganos de la flor en la yema antes de la florescencia.

Una flor se compone de varias partes que se distinguen fácilmente unas de otras. Si se examina, por ejemplo, una flor de alhelí, se ve que se encuentra en el vértice de una ramificación del tallo, el **pedúnculo**, cuya parte superior dilatada constituye el **receptáculo**... Exteriormente a la flor, se encuentran primero cuatro hojitas verdes, independientes unas de otras; son los **sépalos**, cuyo conjunto constituye el **cáliz**, primera envoltura de la flor. — Al separar el cáliz se hallan cuatro piezas distintas

una de otra, y de color amarillo : los *pétalos*, que constituyen la **corola**, segunda envoltura de la flor. — Después de arrancar los pétalos, se ven seis pequeños filamentos dilatados en el vértice y de color amarillo : son los *estambres*, cuyo conjunto se llama **androceo**. La parte prolongada del estambre se llama *filamento*, y la parte dilatada, *antera*; ésta contiene un polvo amarillo, el polen. — Por último, si se arrancan los estambres, no queda en el centro de la flor más que un cuerpecillo verdoso, el *carpelo*; la reunión de los carpelos constituye el **pistilo** o **gineceo**. Cada carpelo está formado en su base por una cavidad llamada *ovario*, que contiene una o varias masas redondas, los *óvulos*, que son las semillas no desarrolladas; encima del ovario hay otra parte más estrecha, *el estilo*; éste remata en una pequeña dilatación viscosa, *el estigma*.

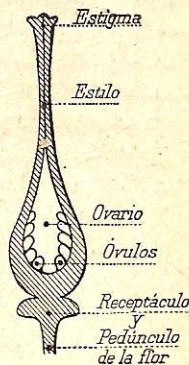


Fig. 131. — Corte teórico de un pistilo.

El cáliz y la corola, conocidos con el nombre de envolturas florales, de *periantio* o *perigonio*, no son más que partes accesorias, que sirven para proteger los estambres y el pistilo, que son los órganos esenciales.

Las **brácteas** son hojas rudimentarias, a menudo poco aparentes, verdosas o coloreadas, situadas cerca de las flores; pueden ser más conspicuas que las mismas flores : buganvilia...; cuando varias brácteas están reunidas en forma de verticilo alrededor de una o varias flores, el conjunto se llama *involucro*. Se da el nombre de **espata** a una bráctea grande, que envuelve totalmente una o varias flores antes de su abertura : alcatraz....

La **cúpula** es una envoltura en forma de copa; proviene de la soldadura de varias brácteas, y cubre el fruto parcial o totalmente: encina, castaño....

Liámase **diagrama** de una flor una figura teórica que representa la proyección en un plano horizontal del corte transversal de una flor. El diagrama permite ver de una ojeada la disposición de las varias partes de una flor.

142. Estudio de los verticilos florales. — Cáliz.

El cáliz es la envoltura exterior de la flor; es generalmente de color verde, a veces, sin embargo, tiene otro color como se ve en la fucsia o arete, en la espuela de caballero, el granado, etc.; las divisiones del cáliz alternan con las de la corola, y su duración es, de ordinario, más larga que la de ésta. Según su forma, el cáliz se llama: — *dialisépalo* o *polisépalo*, cuando los sépalos son libres y pueden arrancarse por separado sin desgarrar los demás: alhelí, ranúnculo, celidonia...; — *gamosépalo* o *monosépalo*, si los sépalos están más o menos soldados por sus bordes; primavera, tabaco, clavel.... El cáliz es *regular* cuando está formado de sépalos o lóbulos iguales dispuestos simétricamente: alhelí, borraja...; en el caso contrario, es *irregular*: salvia, chícharo, acacia....

Se da el nombre de **calículo** a un conjunto de brácteas o de estípulas que constituyen una especie de cáliz accesorio, colocado al exterior del cáliz propiamente tal: malva, fresal....

143. Corola. — La corola es la segunda envoltura floral; tiene generalmente coloración varia y brillante (amarilla, blanca, azul, morada, roja...). Como el cáliz, la corola puede ser: — *dialipétala* o *polipétala*, si los pétalos están separados: ranúnculo, fresal...; — *gamopétala* o *monopétala*, si los pétalos están más o menos

soldados por su borde : tabaco, enredadera.... La corola es *regular*, cuando está formada de pétalos o lóbulos iguales dispuestos simétricamente : rosa, primavera, clavel...; es *irregular*, si los pétalos son desiguales y dispuestos sin simetría : violeta, guisante... La corola puede ser *labiada* (salvia), *personada* (perritos), *papilionácea* o *amariposada* (frijol, retama, etc.). En un pétalo, se distinguen generalmente una parte inferior prolongada y estrecha, llamada **uña**, y una parte superior más o menos aplanada, llamada **limbo** o *lámina*.

144. Androceo. — El androceo es el tercer verticilo de la flor; está formado por la reunión de los **estambres**; cuando el número de los estambres pasa de diez, se dice que son indefinidos. El estambre comprende tres partes :

— el *filamento*, generalmente cilíndrico, delgado y prolongado; — la *antera*, parte dilatada, inserta en el vértice del filamento; es la parte esencial del estambre y se compone normalmente de dos bolsas membranosas, conocidas con el nombre de sacos polínicos. Cada saco se abre al llegar a

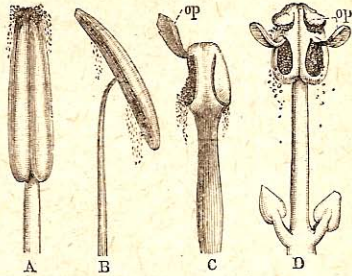


Fig. 132. — Dehiscencia de la antera. A, poricida (patata); B, longitudinal (azucena); C, valvica (bérbero); D, abriéndose por cuatro opérculos (persea).

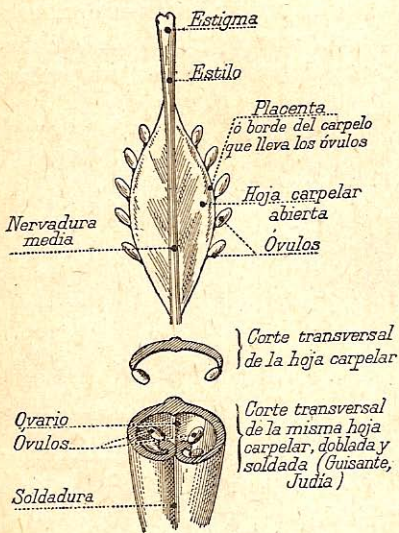
madurez para soltar *el polen*; se llama **dehiscencia** de la antera la manera en que se abre : *poricida*, *longitudinal*, *valvica*, etc.; — el **polen** es el polvo fino contenido en la antera; está formado por células aisladas que tienen la forma de granitos diminutos llamados

granos de polen; el polen es generalmente amarillo; puede ser azulado (epílogo), blanco (enredadera), violáceo (amapola), etc. Los estambres pueden insertarse en el cáliz, en la corola, en el ovario, en el receptáculo.

Los estambres pueden ser libres o soldarse por sus filamentos en uno o varios haces: malváceas (un haz); papilionáceas (dos haces); naranjo, corazoncillo o hipérico (tres haces); en las compuestas, los filamentos son libres y las anteras están soldadas en un tubo que rodea el estilo.

143. El pistilo. — El pistilo, o **gineceo**, constituye

el cuarto verticilo floral; ocupa el centro de la flor y está formado por uno o varios **carpelos**. En un pistilo simple, se distinguen tres partes: el **ovario**, el **estilo** y el **estigma**.



El **ovario**, parte inferior del pistilo, es una pequeña cavidad cerrada que contiene los óvulos, los cuales han de transformarse en semillas. El ovario está formado por el limbo de una hoja modificada, llamada

hoja carpelar, doblada generalmente por la nervadura media. Los bordes de la hoja carpelar llevan los

Fig. 133. — Transformación de una hoja carpelar en pistilo (fig. teórica).

óvulos, y la prolongación de la nervadura media constituye el estilo y el estigma.

El **estilo** es la columnita de longitud variable que domina el ovario y sostiene el estigma; puede ser muy reducido o faltar por completo.

El **estigma** es la parte superior del carpelo; tiene la superficie cubierta de papilas mojadas por un líquido viscoso y azucarado, que detiene los granos de polen y favorece el desarrollo de los tubos polínicos. Cuando falta el estilo, el estigma es sesil (amapola).

El pistilo puede constar : — de un solo carpelo aislado en medio de la flor (frijol, cerezo...); — de varios carpelos completamente independientes unos de otros (el acónito tiene tres, el fresal un gran número); — de varios carpelos

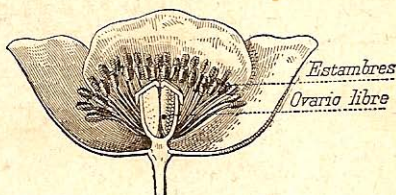


Fig. 134. — Flor de ovario libre o súpero (amapola).

soldados entre sí, de tal modo que forman un solo ovario; en este caso se tiene un ovario de una sola cavidad, si los carpelos quedan abiertos antes de soldarse por sus bordes (violeta, amapola); o un ovario de varias cavidades, si los carpelos se cierran antes de soldarse (jacinto, lirio, azucena).

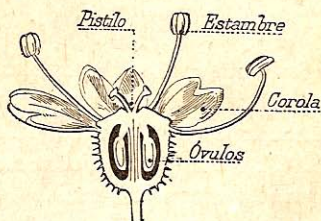


Fig. 135. — Flor de ovario adherente o ínfero (zanahoria).

Respecto a los demás verticilos florales, el ovario puede ser **libre** o **súpero**, **adherente** o **ínfero**. El ovario es libre

o súpero cuando el pistilo está aislado en medio de la flor (amapola, azucena, frijol). El ovario es adherente o ínfero cuando está soldado con el cáliz; en este caso no se ven más que el estilo y el estigma en medio de la flor (peral, zanahoria...).

146. Origen foliáceo de los verticilos florales.—

Los verticilos florales no son más que hojas modificadas con el objeto de reproducir la planta por medio de la semilla. En ciertos casos, el paso es brusco y está claramente señalado (amapola), otras veces, se efectúa progresivamente, y se encuentran todos los intermedios entre la hoja ordinaria y los sépalos, como se ve en el eléboro. En el nenúfar blanco, se puede observar la transición insensible desde los sépalos verdes a los pétalos blancos y de éstos a los estambres.

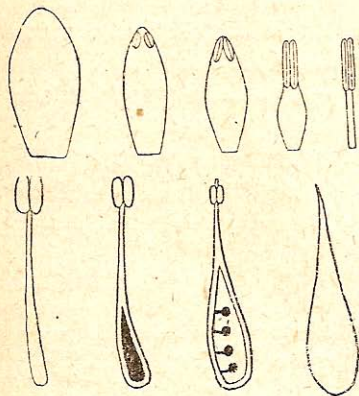


Fig. 136. — Origen foliáceo de los verticilos florales.

En el tulipán y la jusbarba, se observan las transiciones entre los estambres y los carpelos.

147. Diferentes clases de flores. — Se distinguen dos clases de flores : las flores *hermafroditas* y las flores *diclinias*. Llámense flores **hermafroditas** las que tienen a la vez estambres y pistilo (ranúnculo, cerezo, manzano, olmo, trigo...). Una flor hermafrodita puede ser *completa* o *incompleta*; es completa si está provista de dos envolturas florales, cáliz y corola (fresal, alhelí...);

es incompleta si está desprovista de cáliz o de corola, o de ambos a la vez (clemátide, anémoma, alforfón, remolacha, fresno...). Si falta la corola en una flor hermafrodita, ésta se llama *apétala*; en este caso el cáliz representa la única envoltura floral, y se llama petaloide, si es coloreado.

Las flores **diclinias** son las que tienen estambres sin tener pistilo (*flores masculinas*), o las que tienen pistilo pero carecen de estambres (*flores femeninas*). Cuando las flores de pistilo y las flores de estambres están en una misma mata, la planta es **monoica** (avellano, encina, castaño, nogal). Si las flores de estambres están en una mata y las de pistilo en otra de la misma especie, la planta es **dioica** (cañamo, lúpulo, sauce...). Llámense plantas **polígamas** las que tienen a la vez flores hermafroditas y flores diclinias (fresno, acebo).

148. Inflorescencia. — La inflorescencia es la disposición de las flores sobre la planta. La inflorescencia es *axilar*, cuando las flores se desarrollan en la axila de las hojas; es *terminal* si la flor ocupa la extremidad del tallo. Las flores en el tallo son *solitarias* o *agrupadas*. Se llaman flores solitarias aquellas cuyo pedúnculo no se ramifica; las flores agrupadas son aquellas cuyo pedúnculo se ramifica, formando un grupo de flores. Las flores agrupadas comprenden tres formas de inflorescencias : las *sencillas*, las *compuestas* y las *cimas*.

149. Inflorescencias sencillas. — Las inflorescencias sencillas están constituídas por grupos de flores, cuyos pedúnculos no se ramifican; las principales son : el *racimo*, la *espiga*, el *corimbo*, la *umbela* y la *cabezuela*.

El **racimo** está formado por flores, cuyos pedúnculos, casi iguales, nacen próximamente a igual distancia unos de otros a lo largo de un eje común : grosellero, acacia, citiso, digital.

La **espiga** es una especie de racimo cuyos pedúnculos son muy cortos o nulos; lo mismo que en el racimo, la flor se desarrolla en la axila de una bráctea: verbena, llantén.... Las inflorescencias conocidas con el nombre de **amento** o **candelilla** (avellano, abedul, nogal, álamo), **espádice** (alcatraz), **cono** (pino, cedro), no son sino modificaciones de la espiga.

El **corimbo** es un grupo de flores cuyos

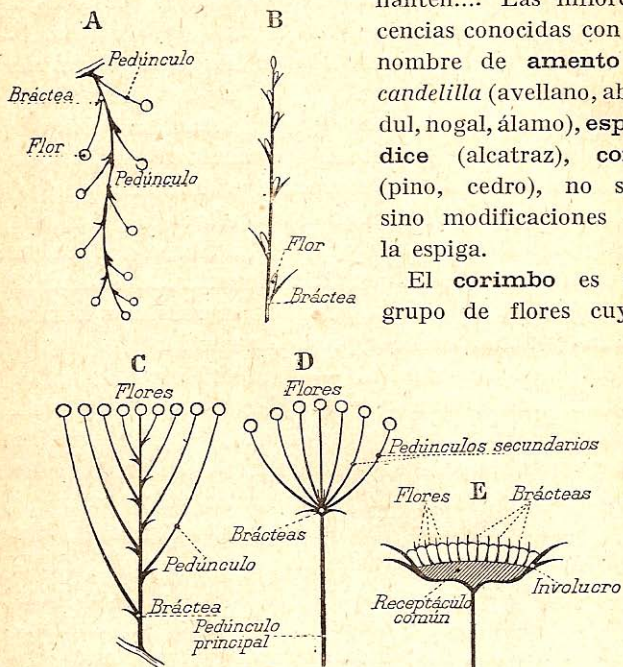


Fig. 137. — Inflorescencias sencillas (fig. teórica). A, racimo; B, espiga; C, corimbo; D, umbela; E, cabezuela.

pedúnculos están insertos a igual distancia unos de otros, pero cuya longitud disminuye de la base al vértice, de modo que las flores se abran al mismo nivel (peral, saúco; las compuestas ofrecen varios ejemplos de corimbo, en que una cabezuela reemplaza una flor simple).

En la **umbela**, las flores llegan al mismo nivel como en el corimbo, pero los pedúnculos son iguales y nacen en un mismo punto rodeado de un involucro de brácteas (juncos, cebolla, hiedra...).

La **cabezuela** está formada por flores sesiles fijadas en un receptáculo común; la base del capítulo está rodeado por un **involucro** de brácteas (diente de león, cardo, escabiosa, margarita, girasol...).

El **siconio** es una especie de cabezuela cuyas flores están insertas en la superficie interna de un receptáculo cerrado (higuera).

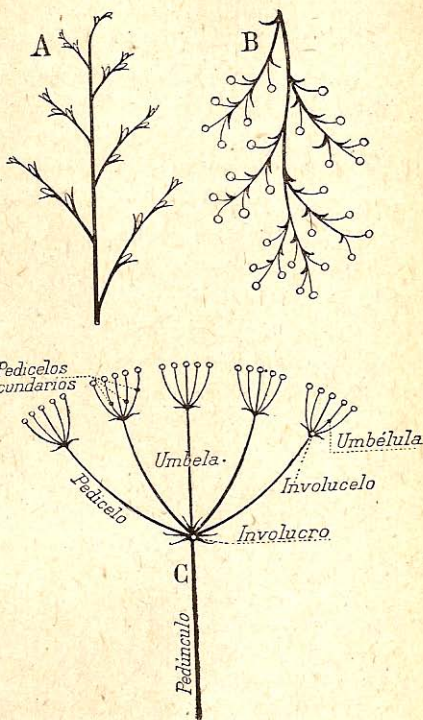


Fig. 138. — Inflorescencias compuestas (fig. teórica).
A, espiga compuesta; B, racimo compuesto;
C, umbela compuesta.

150. Inflorescencias compuestas. — Una inflorescencia compuesta es aquella cuyos pedúnculos, en lugar de estar terminados por una flor, se ramifican dando origen a un grupo de inflorescencias sencillas :

umbela compuesta (zanahoria), corimbo compuesto (serbal), espiga compuesta o panículo (avena), racimo compuesto (vid, lila..., etc.).

En la umbela compuesta, los pedúnculos de la umbela principal están terminados cada uno por una umbela pequeña o *umbélula*; las umbélulas llevan cada una en su base un involucre pequeño o *involucelo*.

131. Cimas. — Las cimas son inflorescencias cuyo pedúnculo principal, terminado por una flor, se ramifica

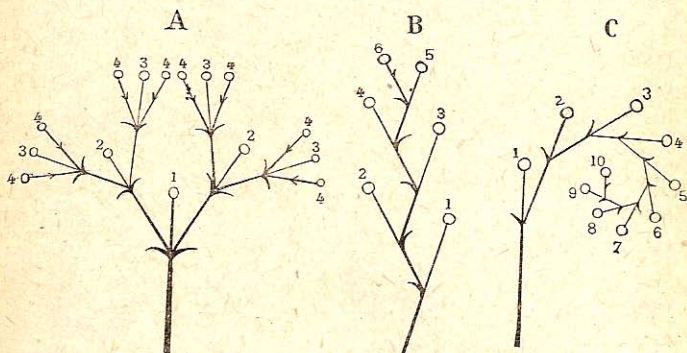


Fig. 139. — Cimas (fig. teórica). A, dicótoma; B, unípara; C, escorpioides.

en uno o dos pedúnculos laterales. La cima es **bípara** o *dicótoma*, cuando el pedúnculo principal lleva dos pedicelos laterales : centaurea menor, cariofileas.... La cima es **unípara** si los pedúnculos dan una sola ramificación; se llama *escorpioidea* si se arrolla como la cola de un alacrán : borraja, miosotis o raspilla (nomeolvides).

§ III. — ESTRUCTURA DE LA FLOR

132. Los **sépalos** y los **pétalos** no son sino hojas modificadas, de suerte que su estructura interna es análoga a la de las hojas ordinarias.

El corte transversal de una **antera** no abierta aún, presenta cuatro cavidades apareadas, colocadas de cada lado de un haz liberoleñoso, prolongación del haz del filamento. Dichas cavidades se llaman *sacos polínicos* y contienen los granos de polen que dejan escapar en la dehiscencia (madurez de la antera).

Un **grano de polen** maduro es una célula compuesta de dos membranas estrechamente unidas, que envuelven un protoplasma espeso, en el que se distinguen generalmente dos

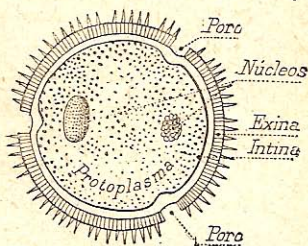


Fig. 140. — Corte teórico de un grano de polen.

núcleos. La membrana exterior, llamada *exina*, es poco extensible, coloreada, opaca, y se desgarrá fácilmente. La membrana interior o *intina* es delgada, lisa, incolora, diáfana, muy extensible, y envuelve directamente el protoplasma.

133. El **carpelo** está formado, como ya se dijo, por una hoja modificada y doblada, que lleva los óvulos adheridos a sus bordes. Llámase **placenta**, la parte interna del carpelo a que están adheridos los óvulos.

El **óvulo** comprende una masa central, el *nucelo*, envuelta en dos membranas, la *primina* exteriormente, la *secundina* interiormente; dejan en el vértice un ori-

ficio, el *micrópilo*, que permite llegar al nucelo. En la parte superior del nucelo se encuentra la *oosfera*, de la que nacerá la semilla. El óvulo está adherido a la *placenta* por un filamento muy corto, el *funículo*, recorrido por un haz liberoleñoso; el punto en que el funículo se reúne con la primina se llama *hilo* u *ombliigo*.

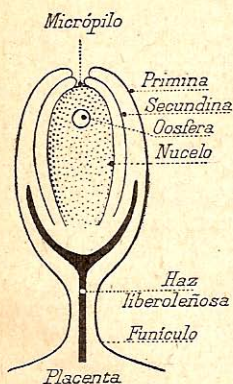


Fig. 141. — Corte longitudinal de un óvulo.

Según su forma exterior, el *óvulo* puede ser : — *ortotropo* o derecho, cuando el eje continúa la dirección del funículo, de modo que el hilo, el micrópilo y demás partes queden en línea recta (alforfón, nogal, ortiga, acedera...); — *campilotropo* o encorvado, cuando el eje forma un arco (frijol, alhelí, clavel...); — *anátropo* o inverso, cuando el micrópilo se aproxima al hilo (lirio, ranúnculo, amapola, melón...).

154. Placentación. — Llámanse *placentación* la

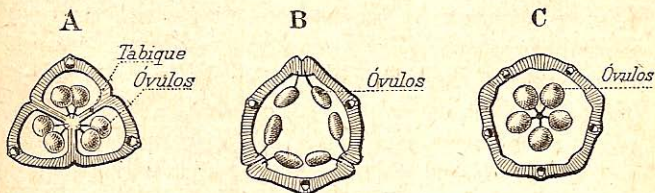


Fig. 142. — Diversos modos de placentación. A, axil (azucena); B, parietal (violeta); C, central (primavera).

disposición de los óvulos sobre la placenta del ovario; puede ser *axil*, *parietal* o *central*. La placentación es

parietal cuando los carpelos están extendidos y soldados únicamente por los bordes contiguos, formando una sola cavidad o lóculo (reseda, violeta). Siempre que cada carpelo está completamente doblado sobre sí mismo, estando los carpelos adheridos o libres, las placentas están colocadas del lado del eje de la flor. Se dice entonces que el pistilo es de placentación **axil**, es decir que todos los pistilos de carpelos cerrados son de placentación axil. Así pues, un pistilo de frijol con un solo carpelo, uno de heléboro con dos, tres, cuatro o cinco carpelos libres, un pistilo de nigela con cinco carpelos adherentes entre sí, un pistilo de azucena con tres carpelos adheridos, etc., son todos pistilos de placentación axil. La placentación es **central** cuando el ovario tiene una sola cavidad, en el centro de la cual la placenta se eleva como una columna a la que se adhieren los óvulos (primavera).

§ IV. — FUNCIONES DE LA FLOR

155. La función principal de la flor es la *formación de la semilla* que ha de reproducir la planta; el ovario desarrollado dará el fruto, y los óvulos, fecundados por el polen, se transformarán en semillas. Cada parte de la flor participa, más o menos, en la formación de la semilla. Las brácteas, los sépalos y los pétalos desempeñan un papel protector; los estambres forman el polen (órgano macho de la flor); los carpelos llevan los óvulos que contienen las células hembras.

El desarrollo del ovario en fruto y del óvulo en semilla comprende tres operaciones sucesivas : la *polinización*, la *germinación del polen*, y la *fecundación*.

156. El **polen** es absolutamente necesario para el

desarrollo del óvulo. Si se cortan los estambres de una flor antes de que se haya abierto ésta y se cubre la flor con una gasa para impedir todo acceso al polen exterior, el óvario no se desarrolla y se marchita; pero si se deposita con un pincel un poco de polen en el estigma de una flor privada de sus estambres, el ovario se desarrolla y madura.

157. La **polinización**, o transporte del polen sobre el estigma, puede ser *directa*, *indirecta* o *artificial*.

La polinización es **directa**, cuando el polen de una flor se esparce sobre el estigma de la misma flor; para que se verifique es preciso que el polen y el estigma estén maduros al mismo tiempo. Varias disposiciones de la flor favorecen esta polinización: — a menudo los estambres son más largos que el pistilo y dejan caer el polen sobre el estigma (vid, fresal, tulipán); — en la fucsia o arete que tiene el pistilo más largo que los estambres, la flor cuelga a modo de campanilla para facilitar la operación; — cuando las anteras están muy cerca del pistilo, ponen en contacto los dos elementos reproductores luego que se abren (diente de león, trigo...); — en ciertas flores

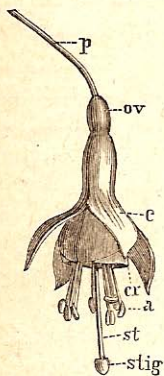


Fig. 143.
Flor de fucsia.

como el bérbero y la ruda, las anteras se inclinan sobre el estigma para abandonar el polen; — en la violeta, las flores se abren después de verificarse la fecundación.

158. La polinización es **indirecta** o *cruzada* cuando el polen de una flor fecunda el óvulo de otra flor de la misma especie; las dos flores pueden estar situadas en la misma mata, o sobre plantas más o menos distantes.

La polinización indirecta se verifica principalmente por medio del **viento** y de los **insectos**.

Los granos de polen, muy ligeros, son fácilmente

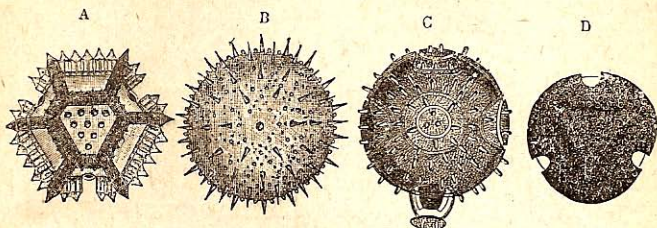


Fig. 144. — Diversas formas de granos de polen. A, salsifi; B, altea; C, calabaza; D, tilo.

transportados por el viento, y dispersados por todas partes; ciertas plantas, y entre ellas las coníferas, producen una cantidad enorme de polen, que, llevada por el viento, cae como una lluvia de polvo de azufre (*lluvia de polen*).

Los **insectos**, y en particular las abejas, los abejarrones, las mariposas..., desempeñan un papel muy activo en la polinización. Van de flor en flor en busca del néctar, líquido azucarado segregado por pequeños órganos glandulosos, los nectarios, situados generalmente en la base de los pétalos. Mientras la abeja, por ejemplo, está libando el néctar roza las anteras con sus patas y su cuerpo velludo; cantidad de granitos de polen se adhieren al insecto y son transportados a las flores

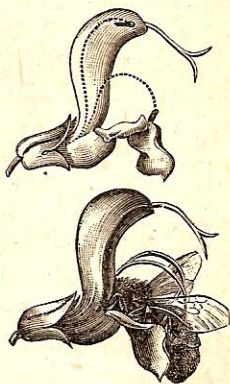


Fig. 145. — Polinización de la salvia de los prados por un insecto.

que, después, reciban sus visitas. La polinización por los insectos es de gran importancia para los árboles frutales; es a veces indispensable para asegurar la

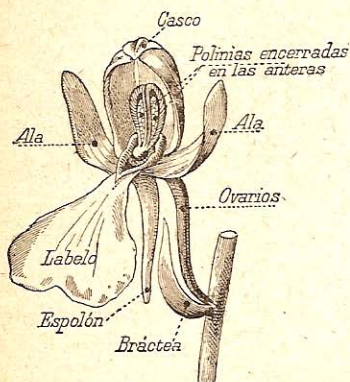


Fig. 146. — Flor de orquídea.

fecundación de ciertas flores : en la salvia de los prados, por ejemplo, el insecto levanta los estambres, el polen pegajoso se adhiere a su dorso y roza después el estigma de las flores visitadas; en las orquídeas, se lleva con la cabeza las polinias (masas de polen) que no pueden ser desprendidas por el viento.

159. La polinización artificial se hace por mano del hombre, sacudiendo los estambres de una flor sobre el estigma de otras flores de la misma especie para asegurar la fecundación. Los árabes aumentan la producción de sus datileros por este método; en varios países, se aplica el mismo procedimiento a la vainilla; los jardineros practican la polinización artificial para obtener nuevas variedades o una fructificación más abundante.

160. La germinación del polen se efectúa en el estigma del pistilo; al contacto del líquido azucarado que humedece el estigma, el grano de polen se hincha, germina y da origen a una especie de filamento, el tubo polínico, que penetra al interior del estilo, y va alargándose hasta el ovario en busca de un óvulo.

161. La fecundación resulta del contacto del tubo

polínico con el óvulo; la extremidad del tubo polínico penetra en el óvulo por el micrópilo; el protoplasma y sobre todo el núcleo de la *célula polínica* (célula macho) se mezcla con el protoplasma de la *oosfera* (célula hembra), parte esencial del óvulo; de la unión de las dos células, resulta el **huevo fecundado**, que, por su desarrollo, dará la semilla. Verificada la fecundación, el huevecillo se cubre inmediatamente de una membrana que

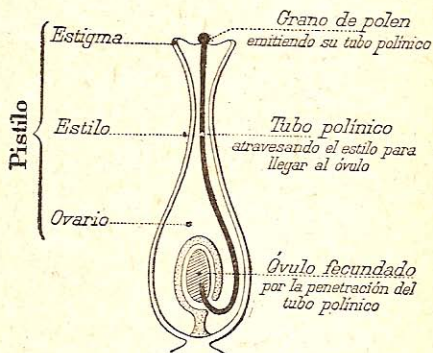


Fig. 147. — Fecundación del óvulo.

cierra la entrada a otro tubo polínico. Se necesitan tantos granos de polen cuantos son los óvulos en el ovario; como la mayor parte del polen se pierde por el efecto del viento y otras causas, las plantas producen siempre una cantidad que supera millares de veces lo necesario en la fecundación. Una vez verificada la fecundación, las envolturas florales se marchitan; la actividad de la planta parece concentrarse en el ovario que crece, se hincha y se convierte en fruto, y los óvulos en semillas.

162. Uso de las flores. — Las flores se utilizan en la alimentación, la medicina, la industria, y para la ornamentación.

Flores alimenticias : coliflor, alcachofa (receptáculo y brácteas), clavo....

Flores medicinales : árnica, malva, tilo, saúco, borraja, violeta....

Flores industriales : esencias y perfumes : rosa, jazmín, heliotropo, tomillo, reseda, lila, naranjo....

Las *flores de adorno* se cultivan por su gran belleza y por la suavidad de su aroma; son numerosísimas y varían con los climas y las estaciones.

CAPÍTULO VII

EL FRUTO

§ I. — TRABAJO PRÁCTICO

163. Examinar una **vaina** tierna de frijol (*ejote*) : — notar forma general, partes que quedan de la flor (pedúnculo, cáliz, estilo, estigma); ¿qué parte de la flor ha crecido para formar la vaina? En una mata buscar flores, vainas pequeñas que comienzan a desarrollarse, y comparar varios estados sucesivos. Observar en la vaina la línea de sutura, y al lado opuesto la nervadura media; ¿qué son las hebras

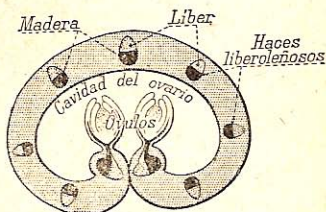


Fig. 148. — Corte transversal teórico de un carpelo de judía o frijol.

que se pueden sacar de ahí? Abrir una vaina un poco más madura; ¿cómo se separa? Examinar la forma de cada **ventalla** o *valva*, e investigar dónde está la **placenta**, cómo están fijadas a ella las **semillas**. ¿Hay semillas abortadas? ¿cuál puede ser la razón? Comparar frutos de una misma mata en cuanto a forma, tamaño, número de semillas, etc. Examinar una vaina seca; ¿cómo se abrió? ¿qué forma tomaron las ventallas? ¿qué consistencia tienen? Hacer un corte transversal en

una de las ventallas tiernas, estudiar la sección con el microscopio; comparar la estructura con la de una hoja. Practicar una sección en una vaina seca; estudiar y notar las diferencias.

Mismo trabajo con vaina de chícharo, de haba, de altramuz (lupino), de retama, etc.

164. Estudio de una **manzana**. Observar la flor del manzano, notar el receptáculo hincha-

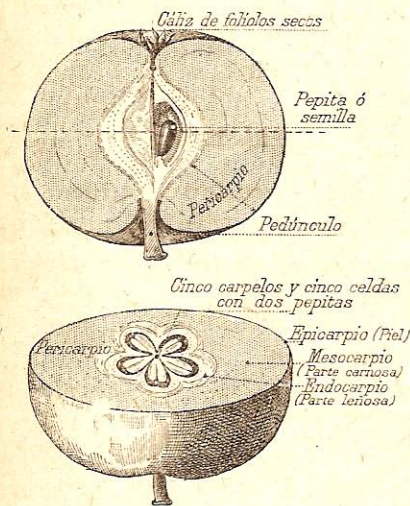


Fig. 149. — Manzana. Corte longitudinal y corte transversal.

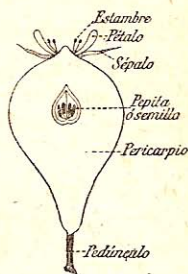


Fig. 150. Sección de una pera.

do, la posición del ovario, seguir los pasos sucesivos en el desarrollo del fruto (muestras recogidas a diferentes épocas y conservadas en el laboratorio) : la caída de la corola y de los estambres, las transformaciones en el cáliz, el crecimiento del ovario y del receptáculo, sus colores sucesivos, su madurez, etc.

Practicar **cortes** verticales y transversales en manzanas de desarrollo diferente, notar y comparar : desarrollo

relativo de las partes, color, dureza, acidez; seguir el crecimiento de las **pepitas**; en un fruto joven, investigar cómo se adhieren las semillas al endocarpio; forma, cavidades, consistencia, estructura (microscopio) de las paredes del endocarpio o *corazón*, número de pepitas, su forma, color, estructura.

Trabajo análogo con la pera, el membrillo, el tejocote.

163. Examinar los caracteres exteriores y la estructura interna de un durazno, de un albaricoque (chabacano), de un aguacate y de cualquier **fruto de hueso**; estudiar y comparar: *epicarpio* o corteza, *mesocarpio* (parte comestible), *endocarpio* (hueso) ¿Es lo mismo hueso y semilla? Romper el hueso y buscar la semilla. Examinar huesos de diferentes frutos, compararlos en cuanto a forma, tamaño, tersura o rugosidad de la superficie, dureza...; ¿hay aberturas? ¿Cómo puede salir la semilla de tales frutos?

Cortar un tomate, una grosella u otra baya tierna, y examinar la estructura interna, la consistencia de cada parte, la disposición y el número de las semillas. Mismo trabajo con algún melón o calabacita, etc. Notar semejanzas y diferencias.

166. Observar el fruto de la amapola, de la datura, de la argemón (chicalote); caracteres exteriores; cortes en la **cápsula** tierna: cuántas cavidades, estructura y disposición de los tabiques, examinar la placenta; investigar cómo se abre el fruto maduro, el número de las semillas, su forma, tamaño, color, etc. Mismo trabajo con el fruto del perrito, del tabaco, etc. Estudio del fruto del alhelí, de la col (**silicua**); comparar con la vaina del frijol; ¿en qué se diferencia? ¿cómo se abre? ¿Dónde están fijadas las semillas? Mismas observaciones con

otras silicuas : celidonia, berro... y con silículas : bolsa de pastor, etc.

Buscar **foliculos** : asclepias, acónito, peonia, espuela de

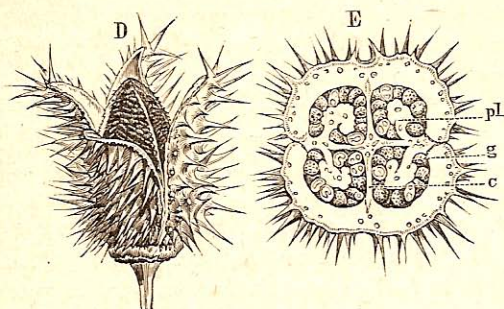


Fig. 151. — Fruto de la datura.

caballero, etc.; notar la forma, comparar con la vaina

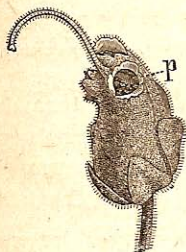


Fig. 152.
Fruto del dragón (perritos).



Fig. 153.
Un folículo (peonia).



Fig. 154.
Pixidio del beleño.

y la silicua; notar la placentación; fijarse en la dehiscencia.
Examinar el fruto del anagálide, del beleño, del llantén

(lente), y ver cómo se abre cuando está maduro, cómo están dispuestas las semillas; comparar el pixidio con los frutos anteriores. Recoger frutos de plantas diversas: lirio, gladiolo, maguey, alcatraz, catalpa, violeta, euforbio, etc..., examinar caracteres exteriores, contar los carpelos, abrir y estudiar placentación, semillas, etc.

167. Estudiar **aquénios** de varias clases: ranúnculo, alforfón, salvia, malva, diente de león, etc.; forma del fruto, apéndices diversos (pelos, borra, ganchos...). — Frutos del olmo, del fresno, del ailanto, del arce; examinar la forma especial, el número de semillas, las alas de la **sámara**, etc.

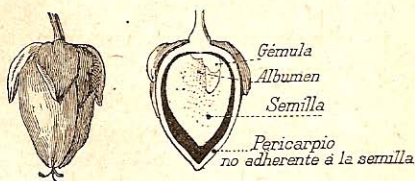


Fig. 155. — Aquenio de alforfón.

Comparar un grano de trigo, de maíz o de otro cereal (**cariópside**) con los aquénios propios, y encontrar la diferencia esencial. ¿Cuántos frutos hay en una espiga de trigo, en una mazorca de maíz? Estudiar caracteres propios de frutos como la bellota, la castaña, la avellana, la nuez, el higo, la fresa, la mora, etc.

168. Hacer un cuadro de los varios frutos estudiados, indicando el número de carpelos, la placenta, la dehiscencia.

Clasificar los frutos comunes, los que aparecen en el mercado, así como los de los árboles y hierbas comunes, acordándose que un fruto es un ovario desarrollado y maduro. Indicar si el fruto es carnoso (drupa, baya...); seco dehiscente (vaina, cápsula, silicua, folículo...); seco indehiscente (aquenio, sámara, cariópside...): aceituna, aguacate, alfalfa, almendra, altea, apio, arce, avellana,

balsamina, berenjena, berro, cacahuete, cacao, café, calabaza, capuchina, capulín, cardo, castaño, ciruela, coco, chabacano, chayote, chícharo, chile, chirimoya, dátil, enredadera, espuela de caballero, frambuesa, fresa, garbanzo, geranio, granada, granadita de China, grosella, guayaba, lenteja, lima, limón, mamey, mango, manzana, melón, membrillo, mora, naranja, níspero, nuez, olmo, papaya, peonia, pepino, pera, piña (anana), plátano (banana), rábano, ricino, rosal, salvia, sandía, tabaco, tejocote, tomate, tulipán, tuna, uva, violeta, zanahoria, zapote, zarzamora....

169. Hacer colección de frutos secos de todas clases, y guardarlos en cajitas especiales, con un rótulo. Colección de semillas de plantas comunes, y clasificarlas según el modo de dispersión : explosivos, viento, aves, animales y transeuntes; agua.... Examinar con lente y microscopio los apéndices diversos que pueden notarse adheridos a los frutos o a las semillas. Investigar por qué motivos algunos frutos y semillas no son comidos por los animales.

§ II. — ESTRUCTURA Y CLASIFICACIÓN

170. Definición. — *El fruto es un ovario desarrollado y maduro; las paredes del ovario son las paredes futuras del fruto, y el desarrollo de los óvulos produce las semillas.*

Después de la formación del huevo, el papel de la flor queda concluído; por eso, las diferentes partes que la constituyen, fuera del ovario, se marchitan y caen. En muchos casos, tan pronto como las anteras diseminan el polen, caen la corola, el cáliz y los estambres; con frecuencia desaparecen a su vez el estigma y el estilo, quedando sólo de la flor el ovario en el cual van a concen-

trarse todos los esfuerzos de la vitalidad del vegetal para la formación del fruto y de la semilla.

Sucede a veces que el estigma crece al mismo tiempo que el ovario durante el desarrollo del fruto (adormidera, amapola); el estilo puede también crecer de un modo notable, transformándose en penachos (clemátide...). De ordinario, el fruto maduro contiene tantas cavidades como el ovario; a veces, sin embargo, abortan varios carpelos y uno solo se transforma en fruto (avellano, abedul, carpe, roble, haya, castaño...); en las cariofileas, los tabiques del ovario desaparecen y el fruto es de una sola cavidad; en otras plantas, al contrario, el número de cavidades aumenta en el fruto a consecuencia de la formación de nuevos tabiques (labiadas...). Cuando el pistilo está constituido por carpelos distintos unos de otros, el fruto maduro consta de tantas piezas distintas como había carpelos (ranunculáceas...).

Cuando el fruto haya adquirido su desarrollo normal, y que sus diferentes partes hayan acabado de transformarse, el pericarpio pasa a un estado particular, y se dice que el fruto está maduro. Si el pericarpio es seco, las células acaban de vaciarse, se secan y se llenan de aire; cuando el pericarpio es carnoso, las células contienen cierto número de productos : almidón, tanino, ácidos orgánicos (málico, cítrico...) que comunican a las frutas verdes su acidez particular. La proporción de estos productos varía continuamente durante la maduración : el almidón y el tanino desaparecen, y se producen varios azúcares y materias mucilaginosas.

171. Estructura del fruto maduro. — Las paredes del ovario, transformadas en las paredes del fruto, llevan el nombre de **pericarpio**. La superficie externa del pericarpio puede ser lisa (cereza, tomate), o cubierta de

una capa cerosa (uva, ciruela). A veces, la epidermis externa está provista de pelos, de puntas espinosas (datura, zanahoria), de láminas más o menos salientes en forma de alas (olmo, fresno, arce). La epidermis interna está cubierta a menudo de pelos largos, secos y lanosos, que envuelven las semillas (rinantos...); en otros casos, los pelos son espesos, jugosos, y llenan toda la cavidad del ovario; constituyen la parte comestible de algunos frutos (naranja, limón).

Cuando el pericarpio es homogéneo en todo su espesor, puede ser completamente seco y resistente (frijol, castaña, bellota...) o enteramente carnoso y blando (uva, tomate, grosella); pero sucede también que el pericarpio, en lugar de ser homogéneo, se divide en dos capas: una externa que permanece blanda y carnosa, y otra interna que se

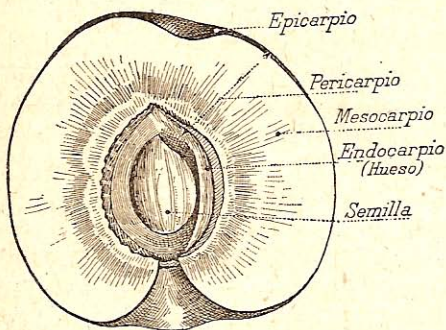


Fig. 156. — Sección longitudinal de un melocotón.

vuelve dura y leñosa, y constituye el hueso que rodea la semilla (ciruela, cereza, durazno...).

Cualquiera que sea el espesor de sus paredes, el pericarpio se compone, como la hoja de que

procede, de dos capas de epidermis entre las cuales se encuentra otra capa blanda más o menos espesa, llamada el **mesocarpio**; el mesocarpio está muy desarrollado en los frutos carnosos (melón, manzana, mamey...). La

membrana externa se llama **epicarpio**, y la interna **endocarpio**. El epicarpio es una película delgada que puede arrancarse fácilmente. El endocarpio tapiza el interior de la cavidad que contiene la semilla.

Las partes inmediatas al ovario pueden contribuir a la formación del fruto; así, por ejemplo, en las flores de ovario adherente, el receptáculo forma parte del fruto: manzana, pera, membrillo...; en otras flores, el cáliz adquiere un desarrollo considerable (alquequenje, belladona y otras solanáceas); en la fresa, el receptáculo forma una masa carnosa en la cual están fijadas las semillas; en la higuera, el receptáculo hueco (siconio) se vuelve carnoso y comestible.

172. Diseminación de las semillas. — La madurez de la semilla corresponde, de ordinario, a la del fruto. Cuando el pericarpio del fruto maduro se abre para poner las semillas en libertad, el fruto se llama **dehiscente** (colza, amapola, celidonia...); en caso contrario, el fruto es **indehiscente** (manzana, albaricoque...). La **diseminación de las semillas** se hace de diferentes maneras según el fruto sea carnoso o seco. Cuando un fruto enteramente carnoso llega a madurez, no tarda en alterarse y descomponerse completamente : las semillas quedan libres. Cuando el endocarpio es leñoso, la semilla queda envuelta en el hueso hasta el momento de la germinación (cereza, durazno...). Las aves y otros animales se alimentan de los pericarpios carnosos y contribuyen a la dispersión de las semillas. Algunos frutos de pericarpio más o menos carnoso se abren **con explosión** y lanzan las semillas a distancia (balsamina...). En muchos casos, las semillas están provistas de **apéndices especiales** : pelos, alas membranosas, penachos, etc., que facilitan su transporte por el **viento** (sauce, álamo, diente de león,

algodonero, pino...); unas semillas están provistas de apéndices espinosos o ganchosos por medio de los cuales

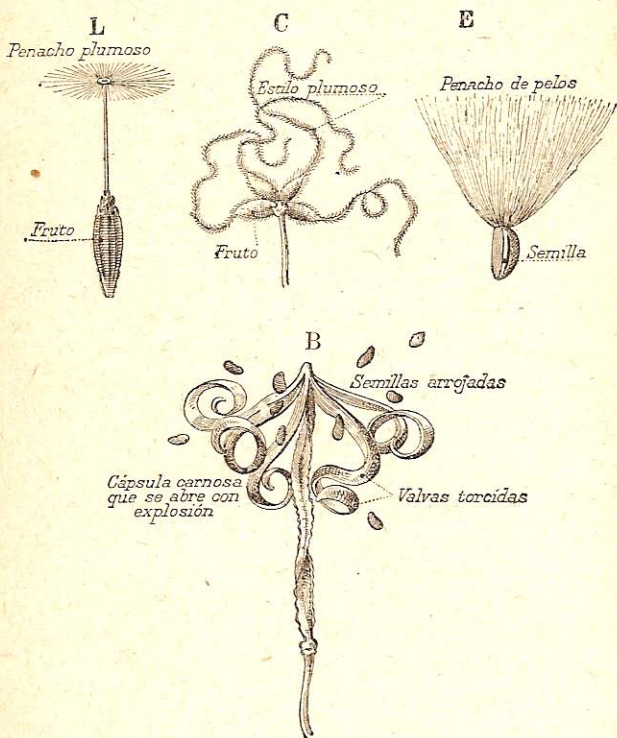


Fig. 157. — Dispersión de las semillas. L, amargón; C, clemátide; E, epilobo; B, explosión brusca de la cápsula de la balsamina.

se fijan al pelo o a la lana de los animales, a los vestidos de los transeuntes; las que no tienen apéndices son dispersadas por las aguas corrientes, los ferrocarriles, navíos, etc.

173. Dehiscencia del fruto. — Se da el nombre de **dehiscencia** a la ruptura de las paredes del pericarpio para soltar las semillas; esta ruptura resulta de la desecación y desigual contracción de las paredes del pericarpio. La dehiscencia puede ser *longitudinal*, *transversal* o *poricida*.

La dehiscencia **longitudinal** es *incompleta*, cuando se produce únicamente en la extremidad del fruto (clavel, saponaria, primavera...); es *completa*, cuando las hendiduras se producen en toda la longitud del fruto (frijol, colza, datura...). La dehiscencia es *septicida* o *ventral*, cuando los diferentes carpelos se separan y se abren en la línea de sutura de los bordes carpelares (peonia, eléboro, ancolia, genciana, cólquico, tabaco...). La dehiscencia se llama *loculicida* o *dorsal*, cuando la hendidura se produce a lo largo de la nervadura media de los carpelos (violeta, jacinto, lirio, azucena...). En algunos frutos, la dehiscencia es a un tiempo *septicida* y *loculicida*: frijol, chícharo, retama.... La dehiscencia es *septífraga* cuando se verifica por dos hendiduras no lejos de los bordes carpelares, separando cada carpelo en dos partes: una valva o ventalla media desprovista de semillas, y dos cordones placentarios sobre los cuales están fijadas las semillas (alhelí, celidonia...).

La dehiscencia **transversal** se efectúa por medio de una hendidura circular, que determina la formación de una especie de tapa u opérculo: anagálide, beleño, llantén.

La dehiscencia es **poricida** cuando se verifica por orificios irregulares o poros, situados generalmente en el borde superior del fruto (amapola, perritos...).

174. Clasificación de los frutos. — La clasificación de los frutos está basada en la consistencia y la

dehiscencia del pericarpio. Según la consistencia del pericarpio, los frutos se dividen en dos grupos : los frutos *secos* y los frutos *carñosos*; y, según la dehiscencia, en frutos *dehiscentes* y frutos *indehiscentes*.

175. Frutos secos dehiscentes. — Los frutos secos dehiscentes se llaman **cajas** o **cápsulas**; según el modo de dehiscencia, se distinguen : la *cápsula propia*, el *folículo*, la *vaina* o *legumbre*, la *silicua*, el *pixidio*, y la *cápsula poricida*.

La **cápsula propia** es un fruto polispermático

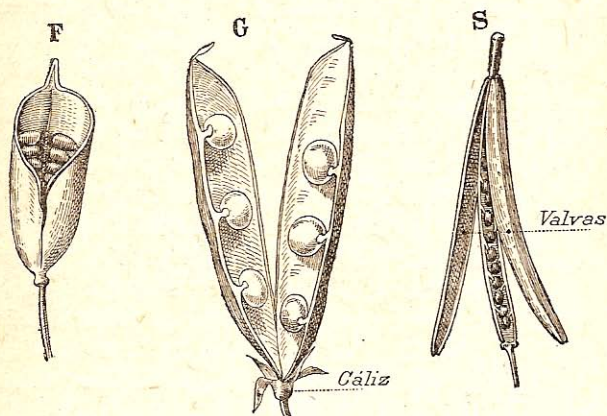


Fig. 158. — Frutos secos dehiscentes. F, folículo (espuela de caballero); G, vaina (guisante); S, silicua (alhelí).

(varias semillas) que proviene de un ovario plurilocular; la dehiscencia puede ser septicida (cólquico), loculicida (violeta), o septífraga (datura).

La cápsula del geranio está formada de cinco carpelos monospermáticos, primero soldados con el eje, pero que a la madurez se desprenden con elasticidad de la base a la punta, y proyectan las semillas.

El **folículo** es una cápsula unilocular polispermática que se abre en forma de cucurucho, siguiendo la línea de sutura de los bordes de la hoja carpelar (acónito, eléboro, ancolia, asclepias, espuela de caballero...).

La **vaina** o *legumbre* es una caja unilocular que se abre por dos líneas, una que corresponde a la línea de sutura y la otra a la nervadura media de la hoja carpelar (acacia, guisante, frijol, retama, altramuza).

La **silicua** es una especie de caja más o menos prolongada, que se abre por cuatro hendiduras, formando dos valvas y dejando en medio un tabique al que van adheridas las semillas (col, alhelí, colza, celidonia...).

La **silícula** es una silicua pequeña y corta (bolsa de pastor, glasto o pastel...).

El **pixidio** es una cápsula de una o varias cavidades,

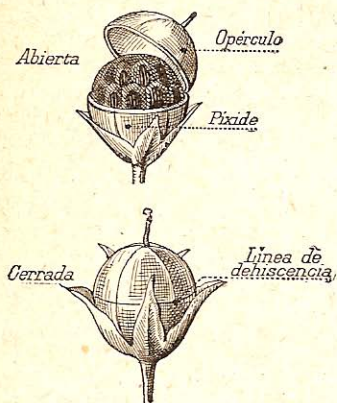


Fig. 159.

Pixidio de la anagálide.



Fig. 160.

Cápsula poricida de la amapola.

que se abre por una hendidura circular (anagálide, beleño, llantén...).

La **cápsula poricida** se abre por agujeros o poros situados generalmente en la extremidad superior

(amapola, perritos); a veces en la base (campánulas).

176. Frutos secos indehiscentes. — Un fruto seco indehiscente se llama **aquenio**; las principales especies de aquenio son : el *aquenio propio*, la *cariópside*, la *bellota*, la *carcécula* y la *sámara*.

El **aquenio propio** es un fruto monospermático, que proviene de un ovario unilocular, y cuyo pericarpio no se adhiere al tegumento de la semilla (alforfón, acedera...). Un fruto seco polispermático indehiscente al llegar a madurez se divide en tantas partes como contiene semillas : cada parte es un aquenio; el fruto es *diaquenio* (umbelíferas, rubiáceas), *triaquenio* (capuchina), *tetraquenio* (labiadas), *poliaquenio* (malva).

La **cariópside** es un aquenio, cuyo pericarpio muy delgado se adhiere con el tegumento de la semilla (maíz, trigo, y gramíneas en general); es el fruto de los cereales.

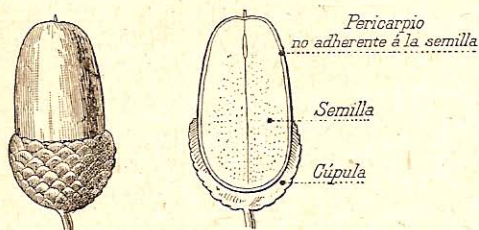


Fig. 161. — Bellota de encina.

La **bellota** es un aquenio que proviene de un ovario adherente plurilocular; es de ordinario monospermático a consecuencia del aborto de todos los óvulos menos uno; la bellota está envuelta parcial o totalmente en una cúpula, la cual puede contener una o varias bellotas (roble, castaño, avellano, haya...).

La **carcérula** es un aquenio plurilocular polispermático, cuyas partes no se separan a madurez (tilo).

La **sámara** es un aquenio que contiene una o varias semillas, cuyo pericarpio se prolonga en forma de ala

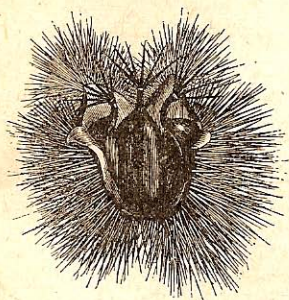


Fig. 162.
Involucro espinoso de la castaña.

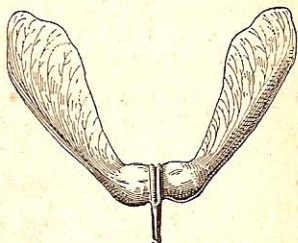


Fig. 163. — Sámara doble del arce.

membranosa (olmo, fresno); el fruto del arce es una *disámara* o *sámara* doble.

177. Frutos carnosos. — Los frutos carnosos tienen el mesocarpio blando, grueso y lleno de zumo; las semillas no quedan en libertad sino después de la descomposición del mesocarpio. Hay dos clases principales de frutos carnosos: la *baya* y la *drupa*.

La **baya** es un fruto blando, succulento, que contiene varias semillas (grosella, uva, tomate...).

Las **pepónides** son unas bayas a menudo voluminosas, y huecas, de epicarpio duro: melón, calabaza, sandía....

Los **hesperidios** (naranja, limón...) son frutos carnosos de corteza gruesa, divididos en varias celdas por tabiques membranosos que pueden separarse sin desgarrarse; las cavidades contienen a madurez, unos pelos vesiculosos llenos de jugo.

La **drupa** (fruta de hueso) es un fruto cuyo mesocarpio

es carnoso y cuyo endocarpio, duro y leñoso, forma un hueso que envuelve la semilla (ciruela, cereza, aceituna, melocotón, aguacate, mango...); la mayor parte de estos frutos contienen una sola semilla.

La manzana, la pera, el membrillo, y demás *frutas de*

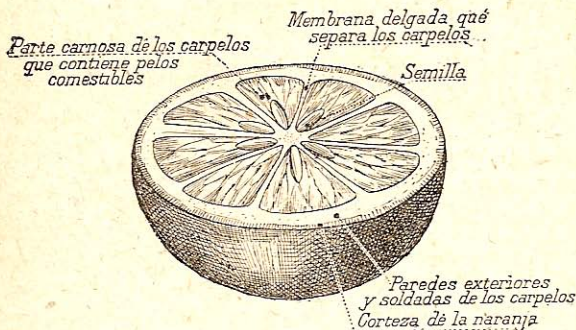


Fig. 164. — Corte transversal de una naranja.

pipa, pueden considerarse como drupas, cuyo endocarpio (o *corazón*), en lugar de formar un hueso, tiene consistencia pergaminosa, y cuyas semillas (*pepitas*), generalmente en número de cinco, están encerradas en otras tantas celdillas.

Los **frutos carnosos dehiscentes** son poco numerosos; son **cápsulas carnosas** que a madurez se abren, a veces con explosión, proyectando las semillas: balsamina, elaterio o cohombro del diablo, castaño de Indias, hama-mélide o avellano silvestre de los Estados Unidos.

La nuez, la nuez moscada y la almendra, son drupas de mesocarpio poco carnoso, de endocarpio leñoso y dehiscente, y cuya semilla única es carnosa y comestible.

178. Frutos múltiples y frutos compuestos.

— Los **frutos múltiples** están formados por varios

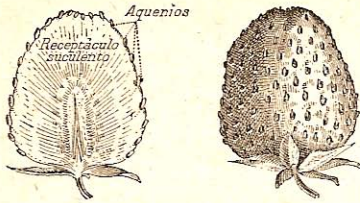


Fig. 165. — Fresa.

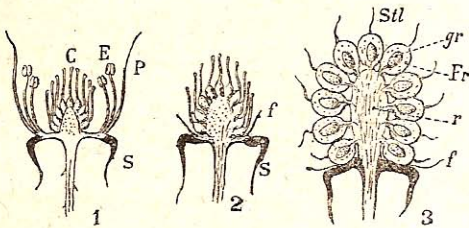


Fig. 166. — Frambueso. 1, corte de una flor abierta; 2, de una flor fecundada; 3, de un fruto maduro.

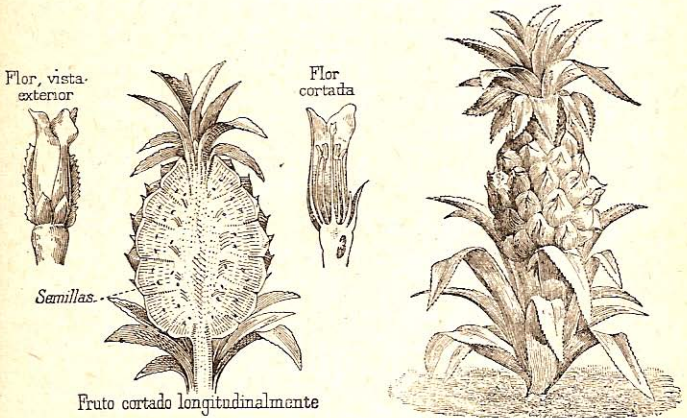


Fig. 167. — Piña (Anana) flor y fruto.

ovarios distintos unos de otros. Así, por ejemplo, el fruto de la lechuga, de los ranúnculos, etc., comprende un gran número de aquenios reunidos en un receptáculo seco. En la fresa, los aquenios están insertos en la superficie de un receptáculo carnoso; el de la zarza está formado por la reunión de pequeñas drupas agrupadas en cabeza.

Los **frutos compuestos** provienen de la soldadura en una sola masa de todas las partes de una inflorescencia : piña o anana.

179. Empleo de los frutos y de las semillas. — Las partes alimenticias varían según los frutos; así, por ejemplo, se come el mesocarpio de la ciruela, de la cereza, de la manzana, del melocotón, del aguacate, del mamey, etc.; la almendra de la castaña, de la nuez, de la avellana...; el fruto entero del tomate, de la uva, de la grosella, de la frambuesa, del higo...; el receptáculo de la fresa. Muchos frutos sirven igualmente para la fabricación de bebidas fermentadas : uva (vino), manzana (sidra), cebada (cerveza), etc.; los granos de los cereales forman la base de la alimentación del hombre, juntamente con las semillas de varias leguminosas : frijol, guisante, lenteja...; varias semillas son oleaginosas : olivo, nogal, colza, algodón, haya, lino, etc. El algodón suministra además la fibra textil que rodea la semilla. La pimienta, la mostaza, el chile..., sirven de condimentos; las cápsulas de la adormidera dejan manar por incisión el opio, del cual se extraen la morfina, la codeína y otros alcaloides (véase **Curso de química**, nº 801).

CAPÍTULO VIII

TALOFITAS

§ I. — TRABAJO PRÁCTICO

180. Algas. — **Protococo** (*protococcus*, *pleurococcus*). Alga unicelular que forma capas verdes en la corteza de los árboles, y otras partes. Observar con lente. Raspar un poco del polvo verde que cubre un pedazo de corteza húmeda (remojado algún tiempo), y montar en agua. Examinar las células, unas aisladas, muchas agrupadas. Describir color, forma, diferentes tamaños. División. Estudiar en alguna célula grande : la pared espesa de celulosa, el protoplasma, el núcleo, los granos de clorofila. Aplicar una gota de disolución de yodo, examinar el resultado. Dibujar una célula aumentada, indicar partes observadas. Dibujar grupos de dos, cuatro... células.

181. Nostoc. —

Esta alga forma una capa verde gelatinosa en la tierra húmeda, en los carriles, después

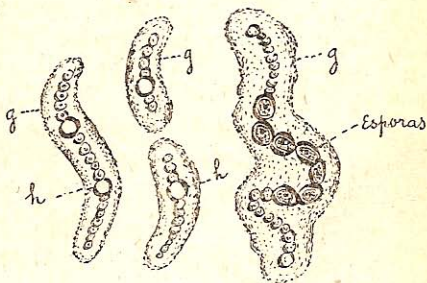


Fig. 168.

Nostoc. g, envoltura gelatinosa; h, heterocisto.

de la lluvia. Examinar apariencia exterior, tacto, color. Montar en agua y notar la disposición general de los filamentos. Con el objetivo de mayor aumento, examinar las células que componen un filamento, color, forma, dos clases (cél. ordinarias y *heterocistos*, célula grandes vacías). Dibujar.

182. Oscilaria. — Capas gelatinosas o membranosas en balsas, arroyos. Montar un pedacito en el agua, y examinar con el objetivo de mayor aumento; observar los filamentos delgados : color, forma, células. Seguir con atención el movimiento de los bastoncitos. Para observar mejor este movimiento, es bueno exponer las plantas durante algún tiempo a la luz directa del sol, el agua no ha de estar fría.

183. Diatomáceas. — Sedimentos de color obscuro o moreno en el fondo de charcos, zanjas, arroyos. Montar en agua y estudiar, notar las diferentes formas presentes. Examinar algunas con objetivo de mayor aumento, notar forma, línea media, esqueleto de sílice, dos valvas, adornos. Dibujar. Reconocer núcleo, protoplasma, cromatóforos. Estudiar movimientos, acción de la luz. Buscar diatomáceas reunidas en cadenas, filamentos, ruedas..., diatomáceas en vía de división. Examinar preparaciones montadas de diatomáceas fósiles, notar la hermosura de los adornos de sílice, las formas variadísimas.

184. Desmidiáceas. — Algas comunes en lagunas, tanques de irrigación, en el sedimento, o adheridas a las plantas acuáticas. Montar en agua, buscar algas unicelulares, verdes, en forma de creciente (*closterium*). Examinar una de ellas con el objetivo de mayor aumento, notar : membrana celular con estrías, transparente en la región central, los cloroplastos, con pirenoides (corpúsculo en el interior de los granos de clorofila y alrededor

del cual se agrupan los granos de almidón), el núcleo y el nucléolo, las vacuolas en cada extremidad, partículas diversas. Notar la simetría entre las dos mitades de la célula. Buscar individuos en vía de división.

185. Spirogira. — Masas filamentosas, espumosas, de color verde brillante, flotando en el agua, viscosas al tacto. Conservar en el acuario (no en vasos metálicos). Estudiar caracteres exteriores, filamentos, desprendimiento de burbujas gaseosas (oxígeno) bajo la influencia de la luz solar. Montar algunos filamentos en el agua y examinar con microscopio. Notar la división del filamento en células alargadas, la clorofila en forma de cinta arrollada en espiral. Buscar las extremidades de un filamento, investigar alguna diferencia. Examinar una célula con el objetivo de mayor aumento : membrana celular, rodeada de uno como estuche gelatinoso, cloroplasto en espiral, pirenoides, núcleo y nucléolo. ¿Cómo está conectado el núcleo con las demás partes? Movimientos. Aplicar gota de disolución de yodo, y examinar pirenoides. Estudiar efecto de la glicerina sobre filamento fresco.

Buscar filamentos en vía de **conjugación** (tiempo frío). Observar la forma de escalera que resulta de la unión de las células de un filamento con las de otro; ver células vacías, tubo de comunicación, examinar la zigospóra que resulta de la unión del protoplasma de las dos células, notar la membrana espesa que la envuelve. Dibujar.

186. Vaucheriá. — Placas verdes afelpadas, en

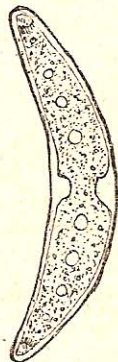


Fig. 169.
Desmidia
(closterium).

suelo húmedo, tiestos, fondo de balsas y charcos. Examinar con lente : caracteres más salientes. Montar unos filamentos en agua, notar las ramas de los filamentos, las extremidades tiernas creciendo, y las partes más viejas destruyéndose; puede haber rizoides. Notar la ausencia de tabiques transversales. Dibujar. Estudiar con el objetivo de mayor aumento la extremidad tierna de un filamento : forma, disposición del protoplasma, cloroplastos (su tamaño y disposición), numerosos núcleos, gotitas de aceite. Investigar movimientos del protoplasma. Buscar órganos de reproducción, y examinarlos detenidamente; dibujar.

187. Chara. — Algas de tamaño relativamente considerable, cuyo eje principal se parece a un tallo articulado, con ramificaciones verticiladas; se parece a las plantas superiores; puede conservarse indefinidamente en el agua. Examinar una planta fresca en el agua, o en un platillo blanco, apariencia general, color, tacto, olor.

Tamaño y disposición general del talo, nudos y entrenudos; longitud de éstos en las diferentes regiones; extremidad o punta, en qué se diferencia de la extremidad opuesta o base, rizoides. Verticilos de hojas filamentosas : dónde se insertan, cuántas son en un mismo verticilo. Examinar especialmente el de la punta. ¿Hay hojas que a su vez se ramifiquen? ¿Hay ramas que crezcan en la axila de los verticilos? Examinar una hoja : ¿de qué consta su eje principal? ¿Cuántos entrenudos en las hojas más grandes? Buscar órganos de reproducción : cuerpos de un color amarillo anaranjado en la axila de algunas hojas. Observar. (Cuando se encuentran plantas así fructificadas, conservarlas en alcohol, pero el color se altera.) Montar parte del talo en agua, examinar y notar la capa externa de células : forma, disposición.

Hacer una sección transversal del eje principal (que a veces se llama tallo) : diferentes formas de células (exteriores, interiores). Examinar una sección longitudinal pasando por un nudo; observar la forma especial de las células del nudo. Dibujar. Estudiar con el microscopio la estructura de una hojita tierna : pared celulósica, granos de clorofila, núcleo, vacuolas; dibujar. En las células terminales de una hoja tierna creciendo activamente, investigar los movimientos del protoplasma (objetivo de mayor aumento). Estudiar preparaciones montadas de la punta del tallo. Examen detenido de los órganos de reproducción.

188. Hongos. — **Moho del pan** : un pedacito de pan mantenido húmedo en un vaso cubierto. El hongo aparece en forma de una masa de filamentos (*hifos*) en la superficie del pan y en las paredes del vaso. Algunos hifos se alzan verticalmente en el aire y rematan por una cabeza redonda (*esporangio*). Describir los caracteres exteriores principales : aspecto, color...; notar diferentes clases de hifos : los que penetran en el pan, los que se arrastran horizontalmente, y los verticales (*esporangióforos*). Montar parte del micelio en el agua, cuidando no romper los hifos, examinar con microscopio el modo de ramificación. Estudiar parte de un hifo con mayor aumento. ¿Hay tabiques transversales en los filamentos? ¿Qué diferencia de estructura con las algas verdes? ¿Hay clorofila? ¿Cómo obtiene su alimento? ¿Por qué se llama saprófito? Examinar y dibujar unos esporangióforos : rizoides en la base, esporangios en la parte superior, color, estructura del pedicelo. Estructura de un esporangio. ¿Qué suelta al abrirse? Describir y dibujar esporas : color, forma, tamaño, número en un esporangio. Estudiar el fenómeno de la **conjugación** y formación

de la *zigospora*; seguir los pasos sucesivos indicados en la fig. 170.

Hacer germinar esporas para tener un cultivo puro;

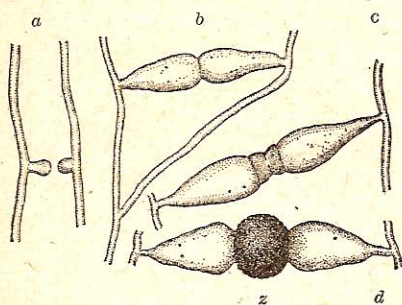


Fig. 170. — Conjugación (mofo).

los líquidos más a propósito para ello son : zumo de naranja o de ciruelas pasas, decocción de excrementos de caballo. Sembrar unas pocas esporas en una gota del líquido, seguir la germinación, el desarrollo del *micelio*, el con-

tenido de los filamentos, el movimiento del protoplasma, el cual ocupa principalmente los bordes.

189. Levadura de cerveza. — Disolver un pedacito de levadura en un poco de agua tibia; al cabo de un momento, tomar una gota del líquido y examinar con el microscopio. (Si se usa levadura de panadero, no confundir la levadura con el almidón.) Disposición de las células : solitarias, agrupadas, cuántas en diferentes grupos, cómo están unidas, cuántas en una planta completa. Dibujar varios grupos. ¿Es igual y constante la forma de las células? ¿Cuál es su tamaño? ¿Es el mismo para todas? ¿Cuál es el color? ¿Hay clorofila? Estructura : membrana (¿es gruesa?), protoplasma de apariencia granular, vacuola, núcleo; éste no se ve sino después de teñir (hematoxilina...); emplear objetivo de mayor aumento y estudiar preparaciones montadas, teñidas. Comprobar la acción del yodo sobre las células de leva-

dura y su contenido. Observar si crecen las células (en líquido azucarado cualquiera); ¿dónde y cómo toman su alimento? Influencia de la temperatura : en tres tubos de ensayo, echar la misma cantidad de agua azucarada y de levadura; exponer uno de ellos a una temperatura suave (30-35° C); mantener el otro a temperatura baja (hielo); hacer hervir

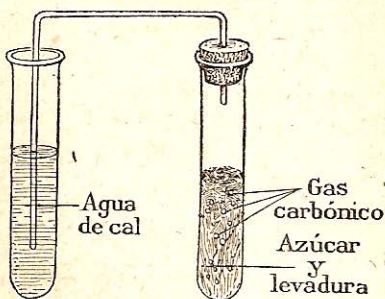


Fig. 171. — Desprendimiento de gas carbónico en la acción de la levadura sobre el azúcar.

el contenido del tercero; al día siguiente, examinar y dar cuenta de los resultados. — Acción de la luz : dos tubos

de ensayo en iguales condiciones de temperatura, uno expuesto a plena luz, el otro rodeado de papel negro o metido en un estuche; comparar resultados. Gas que se desprende del líquido en que obra la levadura. Echar en un tubo de ensayo un poco de agua azucarada tibia y levadura; fijar en la boca del

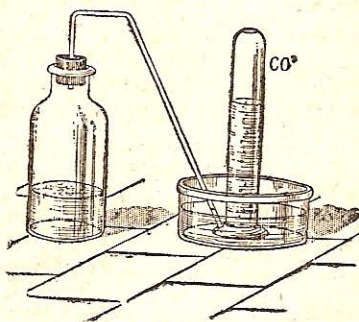


Fig. 172. — Fermentación alcohólica.

tubo de ensayo un tubo de desprendimiento cuya extremidad entra en un vaso con agua de cal (la formación de un precipitado blanco indica el gas carbónico). Formación

del alcohol (fermentación : véase **Curso de Química**, nº 727 y 1120). Examinar cómo se reproduce la levadura (gemación); cómo se originan, crecen y se desarrollan las nuevas células. Cuando falta el líquido nutritivo, las células no producen yemas, cada una se transforma en un saquito (*asco*) y da origen a cuatro esporas.

190. Agárico. — Examinar dónde crece el hongo, la naturaleza del terreno, cómo la planta está fijada al suelo, el número de individuos que crecen juntos, y otras circunstancias notables. Al arrancarlos llevar al mismo tiempo un poco de la tierra que rodea el pie, para no destruir completamente la parte subterránea (*micelio*). — Caracteres exteriores : forma general, variación y diferencias entre individuos, formas sucesivas que pueden observarse durante el desarrollo del hongo. Tamaño : altura de un hongo maduro, variaciones; ¿alcanza el hongo su pleno desarrollo antes de llegar a madurez o después? Estructura : examinar las diferentes partes de un hongo maduro : el *sombbrero* o *píleo*, el *tallo* o *estipe*,

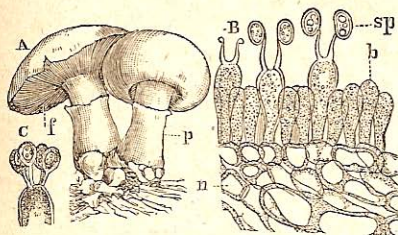


Fig. 173. — Agárico campestre.

rodeado por un *anillo*. ¿Cuál es la forma del *sombbrero*, su diámetro, su espesor, el color y la estructura de la parte superior? ¿Qué puede verse en el borde exterior del *píleo*? ¿Cuál es el color de la cara inferior? ¿no varía con la edad del hongo? Notar las *laminas*, cómo están dispuestas, cuál es su número, su forma, su color, su estructura. Cortar el *píleo* verticalmente en su parte media,

observar la estructura interna. Dibujar : hongo entero, sombrerete visto por arriba, visto por abajo, y la sección vertical. — Estipe : su forma; ¿tiene un diámetro uniforme de abajo arriba? ¿Cuál es su color? ¿es éste el mismo en todos los individuos? ¿Cómo está unido con el píleo? ¿Está fijado a las laminillas? Examinar la parte inferior del estipe. ¿Cómo se fija al suelo? ¿hay raíces? Usando la lente, buscar el micelio, parte subterránea de donde brota el hongo aéreo. Mientras crece el hongo, ¿aumenta el diámetro del estipe en la misma proporción que su altura? Hacer secciones transversales en el estipe, y comparar su estructura con la del sombrerete.

Anillo : ¿cuál es su forma? ¿a qué distancia se encuentra del píleo? Examinar su estructura y comparar con la de la membrana que bordea el píleo. Examinar varios individuos, y darse cuenta que el anillo y dicha membrana están unidos en cierta época, para formar el velo. ¿En qué momento se separan? Estudiar diferentes muestras y dibujar estados sucesivos de desarrollo del hongo.

Estructura microscópica. *Micelio* : sacar del suelo un hongo joven, llevando un poco de la tierra adherida; cortar la parte inferior del estipe, y colocarla con el micelio en un vidrio de reloj con agua, lavar cuidadosamente para separar la mayor parte de las partículas terrosas. Montar parte del micelio en una gota de glicerina y examinar; notar los filamentos blancos, su estructura, los hifos que de ellos se originan, tal vez cristales de carbonato o de oxalato de calcio. Investigar, en cuanto sea posible, cómo la parte inferior del estipe enlaza con el micelio (seguir hifos). Dibujar diferentes partes del micelio, indicando partes observadas. — *Estipe* : sección longitudinal pasando por la parte media del estipe y del anillo. Examinar con poco aumento : ¿hay

tejidos visibles? ¿es el centro tan denso como el borde? ¿De qué región sale el anillo? Con el mayor aumento, seguir los hifos que recorren verticalmente el estipe, su estructura. ¿Tiene el anillo la misma organización? Aplicar a una sección del estipe los reactivos de la celulosa, a otra, la solución de yodo. Hacer un corte transversal, estudiar, comparar con la sección longitudinal, dibujar ambas. — *El sombrerete* : hacer una sección vertical pasando por el medio del píleo y del estipe, y examinar con el mayor aumento. ¿La estructura del sombrerete es la misma que la del estipe? ¿Qué curso siguen los hifos al entrar en el píleo? ¿entran los hifos en las laminillas? Dibujar el camino recorrido por los hifos en la planta entera. Practicar otro corte vertical en el sombrerete a un lado del estipe, cortando transversalmente las laminillas. Examinar con poco aumento cómo están las láminas unidas al píleo. Dibujar. Examinar con el mayor aumento, investigar tejido central formado por hifos, y hacia el exterior el *tejido subhimenial*; las células más externas de esta capa con sus prolongaciones alargadas, dilatadas en la extremidad (su conjunto forma el *himenio*, parte en que se originan las esporas). Buscar células del himenio terminadas por unos cuerne-citos (*esterigmas*), terminadas por una célula ovoidea (*espora*); estas células fértiles son los *básides* (o *basidios*), y las estériles, más alargadas, sin esterigmas ni esporas, son las *paráfisis* (*parafisos*). Separar el píleo de un hongo cuyas láminas tienen un color moreno oscuro o negro, colocarlo, laminillas hacia abajo, en una hoja de papel blanco, cubrir con una campana o un vaso; después de algunas horas, alzar el sombrerete delicadamente, y notar la « *impresión* » dejada en el papel por las esporas. ¿A qué corresponden las líneas oscuras y a qué las líneas claras?

Coger algunas esporas con una aguja, montar en una gota de agua y examinar con objetivo de mucho aumento; notar color, forma, estructura, etc.; dibujar. Arrancar delicadamente una laminilla, colocar en portaobjeto sin agua ni cubreobjeto. Notar las esporas, muchas de las cuales se han desprendido de los esterigmas. ¿Cuál es el color del tejido de la laminilla?

Estudio parecido puede hacerse con diferentes clases de hongos, siguiendo poco más o menos el mismo método.

§ II. — ALGAS

191. *Las talofitas son plantas desprovistas de raíces, de tallo, de hojas y de flores.* El cuerpo de estos vegetales está formado de una masa vegetativa que ha recibido el nombre de *talo*. El tipo de las talofitas comprend las *algas*, los *hongos* y los *líquenes*.

192. Caracteres de las algas. — Las algas son plantas provistas generalmente de clorofila, capaces, por consiguiente, de absorber el gas carbónico del medio ambiente y producir la síntesis de los hidratos de carbono. La clorofila se encuentra en las algas en estado puro (algas verdes), o más o menos oculta por otra substancia roja, parda o azul sobrepuesta a la materia verde (algas rojas, pardas, azules). Las algas viven en el agua o en el suelo húmedo; las mayores habitan el mar, donde viven flotando libremente o suspendidas con flotadores, o fijadas por medio de ganchitos a diversos objetos. La vegetación del mar está compuesta casi exclusivamente de algas. Las algas encierran las plantas más pequeñas (diatomáceas, bacterias), y las mayores (macrocystis) de la creación.

193. Reproducción. — Las algas se reproducen

de dos modos, por **esporas** o por **huevos**; los dos métodos pueden existir simultáneamente en muchas especies. En diversos casos se observa también un modo de **multiplicación vegetativa**, análogo a la estaca : cada filamento se corta en varias partes que hacen una vida independiente, crecen por multiplicación de sus células y reproducen una nueva planta. Cada trozo así formado se llama *hormogonía* (hormogonio).

Este modo de reproducción es común durante la buena estación, cuando son favorables las condiciones de humedad y de temperatura.

Cuando las condiciones exteriores son desfavorables (sequía, frío), se forman células gruesas en que se acumulan reservas nutritivas, y que se cubren de una doble membrana, una exterior cutinizada y resistente, otra interna, delgada y celulósica, aplicada directamente al protoplasma. Las demás partes del filamento se desagregan, y estas células especiales atraviesan la mala estación, y vuelven a engendrar una nueva alga cuando encuentran condiciones favorables. Estas células reproductoras han recibido el nombre de **esporas**. Una espora en las algas no es pues otra cosa que una célula del aparato vegetativo o talo, la cual, a un momento dado, se separa de este último, y tiene la propiedad de engendrar por sí sola un talo semejante al del que procede. Este modo de reproducción se llama también *asexual*.

Cuando las esporas se desarrollan en el agua, no necesitan envoltura protectora cutinizada; muchísimas esporas acuáticas están desnudas y poseen en la superficie del protoplasma unas pestañas vibrátiles, por medio de las cuales se mueven en el agua.

En la reproducción por **huevos** o *reproducción sexual*, dos células diferentes o **gametas** (gametos) se unen mezclando

su protoplasma y forman una sola célula, la **célula huevo**, la cual se envuelve inmediatamente de una membrana de celulosa. Una de las gametas desempeña el oficio de órgano macho y se llama **anterozoide**; es generalmente más pequeña que la otra, y está provista de pestañas que le permiten moverse en el agua hasta llegar a ponerse en contacto con la célula hembra u **oosfera**, más gruesa e inmóvil. La reunión de ambas células constituye el fenómeno de la **fecundación** o **reproducción sexual**. El huevo fecundado es capaz de crecer y multiplicarse para engendrar una nueva planta de la misma especie; pero ninguna de las gametas es apta por sí sola a reproducir el alga.

Las dos gametas pueden ser netamente diferentes, y entonces se dice que hay *heterogamia*. En algunos casos (los *mesocarpos* por ejemplo), las dos gametas son absolutamente idénticas y es imposible decir cuál es la célula macho y cuál la hembra; las dos se desprenden de filamentos inmediatos, se aproximan una a otra, mezclan su protoplasma y forman una sola célula o huevo. En este caso, el proceso se llama *isogamia* o **conjugación**, y el huevo formado recibe el nombre de **zigospora**. En la *espirogira*, la isogamia no es completa en este sentido

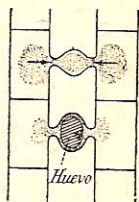


Fig. 174.
Formación delhuevo
en el mesocarpo.

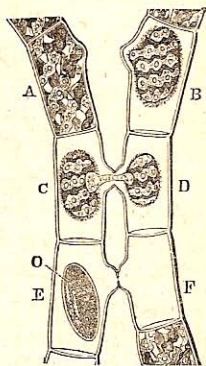


Fig. 175. — Conjugación
(espirogira).

que una de las células no se mueve, y recibe el protoplasma de la otra, con que se mezcla; en este modo de conjugación, todas las células de un filamento desempeñan el oficio de órgano macho y las de otro, el de órgano hembra, pero no se puede encontrar ninguna diferencia en la constitución de las diferentes células.

194. Clasificación. — Las algas se dividen en cuatro órdenes según su coloración : las *algas azules* o *cianofíceas*, las *algas verdes* o *clorofíceas*, las *algas pardas* o *feofíceas*, y las *algas rojas* o *rodofíceas* llamadas también *florídeas*.

195. Las algas azules (*cianofíceas*) tienen un color azul verdoso; la clorofila, en lugar de condensarse en los leucitos, está diseminada en todo el protoplasma, y está acompañada de una materia colorante azul, la ficocianina. Este orden encierra las *oscilarias*, los *nostocs* y las *bacteriáceas*. Ninguna de ellas produce huevos.

Las *oscilarias* tienen la forma de filamentos delgados que forman a menudo una especie de espuma en la superficie de las aguas estancadas; abundan en los manantiales de aguas minerales termales, principalmente de las sulfurosas; están animadas de movimientos oscilatorios, más acentuados en la luz. No producen ni huevos ni esporas; se multiplican por *hermogonías*.

Los *nostocs* se presentan bajo la forma de masas redondeadas, que constan de filamentos enredados y envueltos en una masa gelatinosa; abundan después de una lluvia caliente; cubren la tierra desnuda, las maderas y rocas húmedas. Se reproducen por esporas.

Las **Bacterias**, salvo raras excepciones, están desprovistas de clorofila y de materia colorante; viven como parásitas o saprófitas. Existen en cantidad considerable en todas las materias orgánicas abandonadas a

sí mismas, de las cuales provocan la descomposición o la putrefacción; devuelven al reino mineral las sustancias que formaban cuerpos organizados, y se consideran como agentes esenciales en la circulación de la materia. Su tamaño es de unos pocos micrones, y a veces décimas de micrón.

Según su forma, las bacterias pueden dividirse en : — *micrococos*, o corpúsculos redondeados, — *bacilos* o bastoncitos rectilíneos, — *vibriones*, filamentos cortos, en espiral, — *espirilos*, filamentos alargados, contorneados en espiral, a menudo provistos de pestañas en sus extremidades. Cualquiera que sea su forma, una bacteria está formada de una célula única, cuya estructura es un poco diferente de las células vegetales ordi-

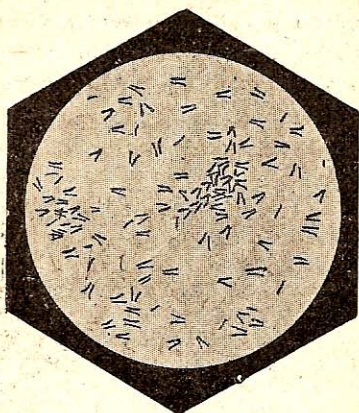


Fig. 176. — Bacilo diftérico.

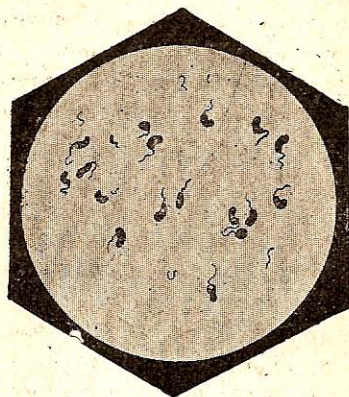


Fig. 177. — Vibrio del cólera.

modificaciones en la membrana o en el núcleo, el

cual es a veces difícil de caracterizar. Colocadas en condiciones favorables a su desarrollo, las bacterias se multiplican por división sucesiva con una rapidez extraordinaria. Se reproducen por esporas cuando las condiciones son desfavorables (medio nutritivo, temperatura y otros agentes exteriores); las esporas se forman adentro de la célula (*formación endógena*), Muchas bacterias no pueden

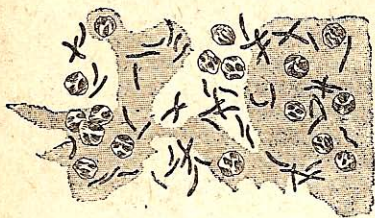


Fig. 178. — Bacilos de la tuberculosis.

vivir sino en presencia del **aire** (*aerobias*), mientras otras, con el contacto del oxígeno, dejan de multiplicarse y formar inmediatamente esporas (*anaerobias*); otras viven indiferentemente en el aire

o en una atmósfera desprovista de oxígeno. En general, una **temperatura** de unos 60 a 80° C mata las bacterias; pero la acción ha de ser brusca; si la temperatura sube lentamente, hay formación de esporas más resistentes (*una temperatura de 140° C mata todo organismo vivo*); la temperatura baja no mata las bacterias.

La **luz solar** disminuye progresivamente la actividad de las bacterias y acaba por matarlas.

Según su función, las bacterias se clasifican en : — *cromógenas*, que tienen la propiedad de segregar materias colorantes; — las *termógenas*, que engendran una cantidad notable de calor; — las *tiógenas* o *sulfobacterias*, que descomponen el gas sulfhídrico, abundan en aguas sulfurosas; — las *fotoógenas*, que producen luz; — los *fermentos*, que tienen la propiedad de oxidar, hidratar o desdoblarse ciertas substancias orgánicas (fermentación; véase

Curso de Química, n^{os} 724-727); — las *patógenas* que determinan ciertas enfermedades contagiosas : difteria (*bacilo de Klebs-Loefer*); tuberculosis (*bacilo de Koch*); tifoidea (*b. de Eberth*); carbunco (*b. anthracis*); cólera (*vibrio cholerae*); peste bubónica (*b. de Yersin*), etc.

196. Algas verdes o clorofíceas. — La mayor parte de las algas verdes viven en las aguas dulces, o en el suelo húmedo, algunas especies son marinas; contienen numerosos granos de clorofila. Algunas se reproducen solamente por esporas, otras únicamente por huevos, y por fin, las hay que pueden reproducirse por huevos o por esporas, según las condiciones del medio exterior. Este orden comprende las *protocócáceas*, las *sifonáceas*, las *conferváceas* y las *conjugadas*.

Las **protocócáceas** (*protococos*) forman una capa verde en la corteza de los árboles, en el lado expuesto a la humedad. Examinada con el microscopio, esta materia se ve formada de gran número de pequeñas células verdes, redondeadas, colocadas unas al lado de otras. Para la reproducción, el contenido de cada célula se divide en dos, luego en cuatro partes, de donde resultan cuatro células hijas, rodeada cada una de su membrana propia y envueltas en la membrana de la célula primitiva; esta membrana se rompe más tarde y las cuatro células quedan libres; cada una constituye un talo, alga entera. En caso de desarrollarse en el agua, las células hijas al salir de la envoltura común están desnudas y provistas de dos pestañas vibrátiles; llevan entonces el nombre de *zoosporas*. Después de haber nadado algún tiempo, la zoospora pierde sus pestañas, segrega una mem-

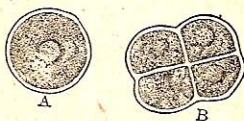


Fig. 179. — Protococo.

brana celulósica, y queda transformada en una nueva alga.

Las **sifonáceas** se llaman así porque su talo, en lugar de estar formado de una reunión de células, está consti-

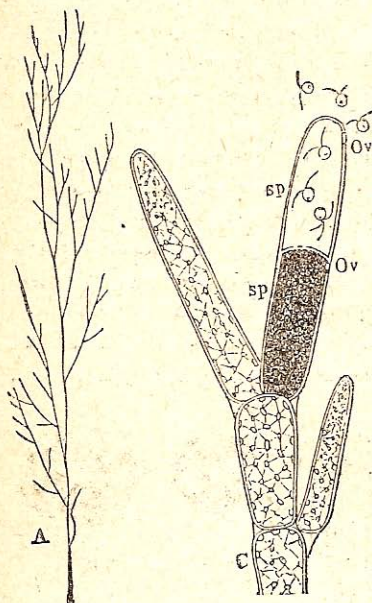


Fig. 180. — Cladophora.

tuido por una cavidad única, simple o ramificada, comparable a una especie de sifón; puede alcanzar unos 20 a 30 centímetros, está completamente llena de protoplasma, en el seno del cual están diseminados numerosos núcleos. A esta familia pertenecen las *vaucherias*, algas de agua dulce, cuyo talo es un filamento delgado y ramificado. Se reproducen ora por esporas, ora por huevos. Las esporas sirven para diseminar la planta mientras las condiciones

son favorables a la vegetación; los huevos son elementos de conservación de la especie durante la mala estación.

Las **conferváceas** son pequeñas algas filamentosas, cuyos talos están formados por células puestas a continuación unas de otras; la mayor parte son de agua dulce; se reproducen por esporas o por huevos. A esta familia pertenecen los géneros *ædogonium* y *cladophora*.

Las **conjugadas** son algas filamentosas de agua dulce;

no se ramifican y los filamentos son hileras de células; nunca producen esporas; sus huevos se forman por conjugación. Las principales son los *mesocarpos*, las *espirogiras* y las *desmidiás* (*desmidiáceas*).

197. Caráceas. — Las caráceas, clasificadas a veces con las algas verdes, tienen un talo filamentososo, ramificado en verticilos, el cual mide desde un decímetro hasta un metro de largo; el diámetro alcanza apenas dos milímetros. Estas plantas tienen un olor pantanoso, algo aliáceo; se incrustan frecuentemente de materia calcárea, que les comunica mayor rigidez. Las caráceas se multiplican por huevos y por pedazos desprendidos de la planta, o por ramas adventicias que se separan. Hay dos principales géneros: *Chara* y *Nitella*. Los órganos de reproducción, antiridios y oogonios,

aparecen en los nudos; el antiridio, en el cual se forman las células machos o anterozoides, tiene la forma de un granito esférico de color rojo; el oogonio es un saquito de forma ovalada, de color amarillo, cuyas paredes están formadas por cinco células alargadas, enrolladas en espiral; contiene la oosfera o célula hembra.

198. Algas pardas o feofíceas. — La mayor parte de las algas pardas son marinas; su talo alcanza a veces un tamaño considerable. Este orden comprende las *diatomáceas* y las *fucáceas*.

Las *diatomáceas* o *diatomeas* son algas microscópicas

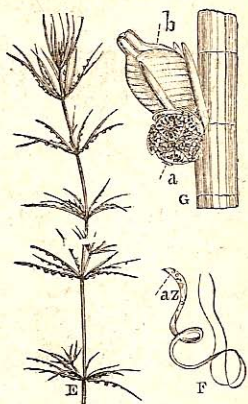


Fig. 181. — *Chara*.

formadas de una célula única; abundan en las aguas dulces y saladas, y en la superficie de la tierra húmeda. Se caracterizan esencialmente

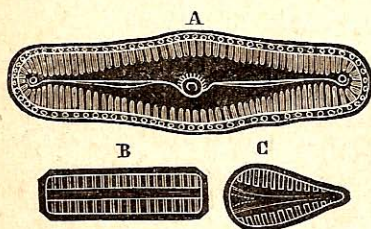


Fig. 182. — Diatomáceas.

depósitos importantes de arena fina conocida con el nombre de trípoli. Para reproducirse, el contenido de



Fig. 183. — Fragmento de fucus.

cada célula se divide en dos; luego aparece en el medio un tabique paralelo a las valvas; este tabique se desdobra y las dos partes se separan, llevándose cada cual una de las valvas de la célula primitiva.

Las **fucáceas** comprenden, entre otras, todas las algas pardas comunes en las costas, y conocidas con el nombre de *varecs*.

El talo de los fucos se fija a las rocas por medio de unos ganchos parecidos a raíces; tiene generalmente la forma de una lámina morena o amarillenta recortada, de aspecto de hoja. Las fucáceas nunca producen esporas.

Se reproducen por medio de huevos. Los anterozoides y las oosferas se originan en los conceptáculos, pequeñas cavidades situadas en el espesor del talo, y comunicando con el exterior por medio de un orificio muy fino, el ostiolo.

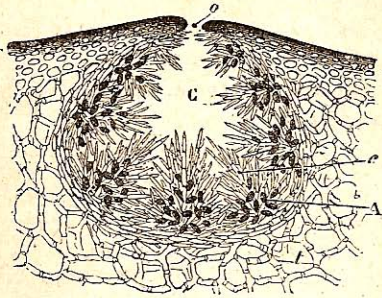


Fig. 184. — Conceptáculo de fucus (anteridios).

Al grupo de las feofíceas pertenecen las grandes especies marinas : *sargazos*, *laminarias*, *macrocystis*, etc.

199. Algas rojas o rodofíceas.

— Las algas rojas, llamadas también *florídeas*, son casi todas marinas y notables por su elegancia; deben su color a un pigmento particular aplicado encima

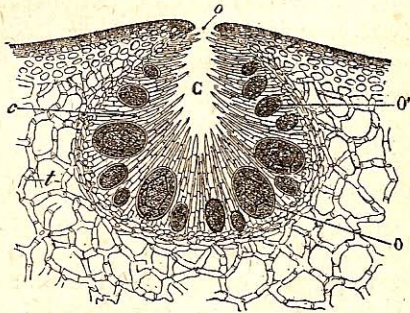


Fig. 185. — Conceptáculo de fucus (oogonios).

de los granos de clorofila. Se reproducen por huevos y por esporas; éstas son siempre inmóviles.

Se encuentran florídeas de agua dulce en las piedras y rocas de los arroyos de curso rápido.

§ III. — HONGOS

200. Caracteres y división. — Los hongos son talofitas siempre desprovistas de clorofila, y, por consiguiente, incapaces de absorber el gas carbónico y de producir la síntesis de los hidratos de carbono; no tienen necesidad de luz para nutrirse y desarrollarse; por esta razón pueden recorrer todas las fases de su desarrollo en la obscuridad completa (trufa...). Sacan su alimento de las materias orgánicas en descomposición (*hongos saprófitos*) o del cuerpo de los vegetales vivos (*hongos parásitos*). El talo puede estar formado de una sola célula ramificada, cuyas expansiones se entrecruzan en todas direcciones (mucorineas); las más veces es pluricelular y consta de filamentos articulados y entretejidos de modo a formar una membrana; el talo puede alcanzar un desarrollo considerable y consistencia leñosa. Los hongos se reproducen siempre por esporas; algunas especies producen a un tiempo huevos y esporas.

Según la naturaleza del talo y el modo de formación de los órganos reproductores, los hongos se dividen en seis órdenes: *mixomicetos*, *oomicetos*, *basidiomicetos*, *ascomicetos*, *uredíneos* y *ustilagíneos*.

201. Mixomicetos. — Los mixomicetos u hongos mucosos están constituídos por una especie de jalea, que se encuentra en la madera o en la tierra húmedas. La materia gelatinosa es una masa protoplásmica desprovista de membrana (*plasmodio*) en la cual están diseminados numerosos núcleos. Se reproducen por esporas que se forman en la superficie del plasmodio; estas esporas pueden resistir a la sequía por tener una membrana celulósica.

202. Oomicetos. — Los oomicetos o *ficomicetos* son

hongos que se reproducen a la vez por esporas y por huevos; el talo es esencialmente unicelular y envuelto en una membrana de celulosa.

Los oomicetos comprenden varias familias : los *mucoráceos*, los *peronosporáceos*, los *saprolegniáceos*.

Los **mucoráceos** comprenden los mohos que se desarrollan rápidamente en muchas sustancias orgánicas abandonadas al aire húmedo : pan, frutas, gelatina, etc. ; las esporas se forman en la extremidad de unos filamentos verticales (*hifos* o *hifas*), y los huevos, por conjugación entre dos filamentos.

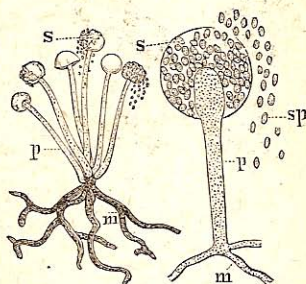


Fig. 186.
Esporangios del mucedo blanco.

Los **peronosporáceos** viven como parásitos sobre las hojas de muchos vegetales vivos : vid, patata, col... determinando varias enfermedades (mildíu...).

Los **saprolegniáceos** se desarrollan en las materias animales en descomposición.

203. Basidiomicetos. — Los basidiomicetos se caracterizan por la *formación exógena de las esporas*; algunas células exteriores del tejido himenial producen dos o cuatro filamentos terminados cada uno por una espóra; se da el nombre de *básides* (*basidios*) a las células madres de las esporas. Este grupo encierra las especies que suelen llamarse *hongos* o *setas*, *hongos de sombrerete* : *agáricos*, *boletos*, etc., algunos de los cuales son comestibles.

204. Ascomicetos. — En los ascomicetos, las esporas se forman adentro de unas células especiales, que llevan el nombre de *ascos* o *ascas*; las esporas son pues de

formación endógena. Muchos ascomicetos desarrollan su micelio en unas materias orgánicas en descomposición (*levadura de cerveza*), varios en la tierra húmeda (*morilla...*), otros, en el interior del suelo (*trufa*). A veces, el micelio se establece como parásito sobre las plantas vivas, donde provoca gran número de enfermedades (*oidio de la vid...*).

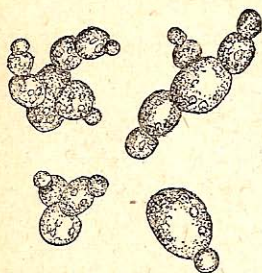


Fig. 187.
Levadura de cerveza.

205. Uredíneos. — Los hongos de este grupo están siempre formados de pequeños filamentos pluricelulares y

ramificados, que viven parásitos sobre otros vegetales, particularmente en las hojas. La mayor parte de ellos cumplen su evolución en varios huéspedes sucesivos. Las esporas se forman debajo de la epidermis; al escarpase producen unas manchas como de herrumbre, conocida bajo el nombre de *añublo* o *tizón*. El añublo del trigo (*puccinia graminis*) vive primero en el bérbero y acaba su evolución en el trigo.

206. Ustilagíneos. — Los ustilagíneos viven también parásitos en los tejidos vivos de los vegetales; lo más a menudo se desarrollan en la plántula en el momento de la germinación, y luego se esparcen en todo el cuerpo de la planta. Las esporas se forman ordinariamente en el interior de los tejidos de la planta huésped, y pueden conservar varios años su facultad germinativa; *caries del trigo, carbón de los cereales...*

§ IV. — LÍQUENES

207. Caracteres. — El talo o aparato vegetativo de los líquenes se compone del talo incoloro, formado por los filamentos tabicados y ramificados de un hongo, y del talo provisto de clorofila y diversamente organizado de un alga. En este contacto íntimo, los dos talos obran uno sobre otro. Efectúase entre ellos un cambio de substancias alimenticias; hay nutrición recíproca; el hongo toma del alga parte de los principios hidrocarbonados que aquélla produce bajo la influencia de la luz y de la clorofila, y que él es incapaz de producir; el alga, a su vez, toma del hongo parte de las materias nitrogenadas y albuminoideas que, con ayuda de dichos hidratos de carbono, puede fabricar más rápidamente que ella; además el hongo protege el alga contra el viento y la sequedad, y le permite, de esta suerte, mantenerse todo el año sobre rocas áridas o cortezas donde no podría vivir sola. Esta asociación de dos plantas en que cada una es de alguna utilidad para la otra ha recibido el nombre de **simbiosis**.

El aparato esporífero de los líquenes se designa de una manera general bajo el nombre de *apotecia*. Las apotecias tienen generalmente la forma de discos, situados en la superficie del talo o alojados en su tejido; se conocen fácilmente por no tener el mismo color que el talo. Las

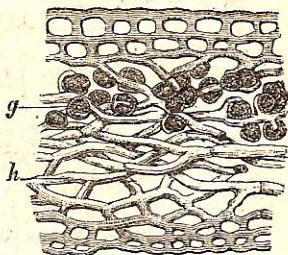


Fig. 188. — Corte de un líquen.
h, hifas ó filamentos del hongo;
g, gonidios o células del alga.

esporas están encerradas en unas células alargadas llamadas **tecas** o *ascos*, entre las cuales se ven células estériles o *paráfisis* (parafisos). Cada teca contiene, de ordinario,



Fig. 189. — Un líquen.

ocho esporas; llegadas a madurez las tecas se abren con elasticidad para diseminar las esporas, las cuales al germinar se asocian con un alga para reproducir un nuevo líquen.

Los líquenes son vivaces; su actividad vital, suspendida durante los períodos de sequía, vuelve a aparecer por la acción de la humedad; desempeñan un papel importante en la naturaleza, preparando la primera capa de tierra vegetal donde puedan crecer los vegetales de organización más elevada.

CAPÍTULO IX

MUSCÍNEAS

§ I. — TRABAJO PRÁCTICO

208. Musgo. — Examinar lugares donde crecen los musgos, si viven aislados o en sociedad. Separar cuidadosamente una plantita, lavar en vidrio de reloj, y examinar las diferentes partes con la lente : ¿cuántas partes hay, cuál es su color, su tamaño, cómo están dispuestas? ¿hay raíces, rizoides, ramas, hojas? ¿De dónde sale el estipe o filamento que soporta la cápsula o urna esporífera? ¿de la punta del tallo (musgo *acrocarpo*) o de los lados (musgo *pleurocarpo*)? Dibujar una plantita

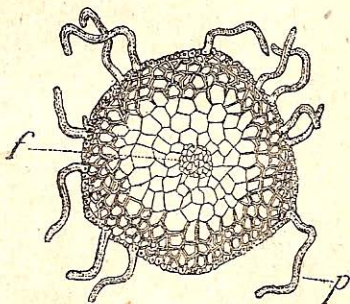


Fig. 190.
Corte transversal en el tallo de un musgo.

entera indicando partes observadas. — Estudiar las hojas : cómo están dispuestas en el tallo, si hay pecíolo, nervaduras; montar una hoja en una gota de agua; examinar con microscopio : células (forma, tamaño, disposición), cloroplastos. En una hoja de esfagno, notar las células

grandes, perforadas, rodeadas de células pequeñas llenas de clorofila. Dibujar una hoja con sus células. — Efecto del agua sobre un manojito de musgos secos. — En un corte longitudinal de un involucre reproductor (fácil de conocer por la disposición de sus hojas en forma de copa), buscar **anteridios**, o **arquegonios**, o ambos. O bien estudiar preparaciones montadas de anteridios y arquegonios. — Estudio del **aparato esporífero**: forma, color, partes (filamento, urna); examinar con lente, dibujar el conjunto. Examinar la *cápsula*, ver la *cofia* o *caliptra*, aplicada como un gorro encima de la urna, examinar con lente; después de separar la caliptra, notar la tapa u *opérculo* que cierra la cápsula; comprimir ligeramente el esporangio entre los dedos para que se alce el opérculo; dibujar. Quitar el opérculo y observar la abertura (*peristoma*), los dientes que la rodean (número, forma, tamaño);

soplar el aliento y notar el efecto de la humedad sobre los dientes.

Dibujar. — En un corte longitudinal y otro transversal de la urna esporífera, examinar las *células madres de las esporas*. Hacer caer unas esporas en una gota de agua y examinar con microscopio. Sembrar esporas maduras en una cajita con tierra húmeda, cubrir con una hoja de vidrio, seguir los pasos sucesivos en la

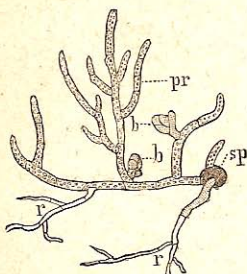


Fig. 191. — Protonema.

germinación; al cabo de una semana o dos, recoger plántulas con la tierra adherida, lavar delicadamente en un vidrio de reloj, montar y examinar con microscopio de poco aumento: *protonema*, filamentos, ramificaciones, rizoides, etc., dibujar.

209. Hepática (*Marchantia*). — Esta hepática se encuentra en lugares húmedos, rocas, paredes sombreadas de zanjas y barrancas; tiene forma como de hoja pegada al suelo. Observarla mientras se adhiere todavía a la tierra, notar el aspecto general de la planta, su cuerpo taloide aplanado y horizontal, cómo está fijado firmemente al suelo. — Observar tamaño y forma del aparato vegetativo, su posición dorsiventral; notar ramificaciones. ¿Hay nudos y entrenudos? ¿Se parecen las ramas al cuerpo principal? Examinar la extremidad lobulada de la planta, notar su modo de ramificarse (dicotomía), las dos partes son iguales al principio, pero una se desarrolla más y prolonga el tallo principal. Examinar la planta con lente y buscar una línea media que constituye como el eje principal, y las expansiones laterales como alas de cada lado de este eje. — Observar las **cúpulas** que se encuentran en la cara superior; examinar con lente su forma exacta, y notar los corpúsculos (*propágulos*) adentro de las cúpulas. — Observar los **rizoides** sedosos de la planta; ¿dónde se encuentran? montar algunos en agua y examinar con poco aumento; ¿los hay de varias clases? ¿cuál es su estructura? ¿cuál puede ser su oficio? — Buscar (lente) unas escamas pequeñas en la cara inferior del talo; montar y examinar con poco aumento. — Examinar la epidermis superior, buscar estomas; hacer cortes transversales del talo, montar, y estudiar la estructura; comparar con la de una hoja ordinaria. — ¿Hay en la hepática unas ramas de forma de parasol? ¿cuál es su posición, su dirección, dónde se insertan en el talo? ¿de cuántas partes constan? (**órganos de reproducción**). Buscar dos clases de ellos, y comparar la parte superior o sombrerete; el de disco entero es el macho; el recortado es la hembra. Examinar con lente. Dibujar.

Practicar un corte longitudinal en el sombrerete macho; examinar en la parte superior las cavidades con *anteridios* adentro, los *ostíolos*. Sección en el sombrerete hembra : en la cara inferior, buscar *arquegonios*, estudiar su forma, comparar con el arquegonio de los musgos. Estudiar en preparaciones montadas la estructura de los anteridios y de los arquegonios.

§ II. — DIVISIÓN Y CARACTERES

Las Muscineas son plantas criptógamas que carecen de flores y de raíces, pero que están generalmente provistas de tallo y hojas. Comprenden los *Musgos*, los *Esfagnos* y las *Hepáticas*.

210. Musgos. — Los musgos son plantas perennes o anuas, pequeñas, generalmente agrupadas, que se

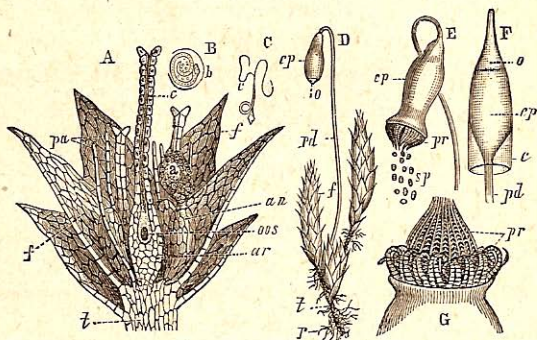


Fig. 192. — Musgo : diferentes órganos.

desarrollan en la superficie del suelo, la corteza de los árboles o sobre las rocas, y adheridas a dichos soportes por medio de pelos absorbentes llamados **rizoides**. Los

tallos, de longitud muy variable, pueden medir desde un milímetro hasta varios decímetros; las hojas son verdes, enteras o dentadas. Los musgos pueden ser *hermafroditos*, *monoicos*, *dioicos* o *polígamos*. En los musgos hermafroditos, los anteridios y los arquegonios están rodeados de un involucre formado de folíolos algo diferentes de las hojas ordinarias. El fruto que resulta del desarrollo del huevo es una **cápsula** inserta en el vértice de un pedúnculo rígido y coloreado, y cubierta generalmente por una cofia que lleva el nombre de **caliptra**. A madurez, la cápsula se abre por la caída de un segmento circular, el **opérculo**. La cápsula está generalmente atravesada por un eje vertical, la **columela**, y su orificio está provisto de una o dos hileras de pequeños dientes que constituyen el **peristoma**. Las esporas germinando en el suelo húmedo producen un filamento que pronto se ramifica, formando una redcilla de hilos verdes enmarañados, que se conoce con el nombre de **protonema**. Más tarde, aparecen yemas pequeñas que se desarrollan, formando otros tantos tallos hojosos. El protonema que reúne todos los tallos por la base acaba por desaparecer, y las nuevas plantas viven aisladas. Se ve pues que la espóra de las muscíneas no da origen directamente a una planta con hojas, sino a un protonema del cual salen los tallos y las hojas; en las plantitas se forman los anteridios y los arquegonios, y, de la fecundación del huevo nace el esporangio con su pedicelo, cuyo conjunto se llama a veces *esporogonio* o **esporofita**; se da el nombre de **gametofita** al tallito hojoso que lleva los órganos de reproducción, y de *alternación de generación* al modo particular de reproducción. Los musgos se multiplican también por brotes estoloníferos o por **propágulos**.

Las especies de musgos son numerosísimas. Estas

plantas desempeñan un papel importante en la naturaleza, contribuyendo a formar la turba y la primera tierra vegetal; cuando llueve, detienen cantidades considerables de agua que devuelven poco a poco al suelo y a la atmósfera.

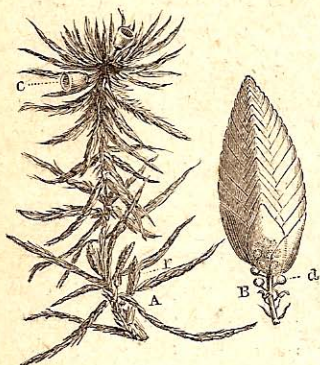


Fig. 193. — Esfagno.

gados, rastreros, escamosos;

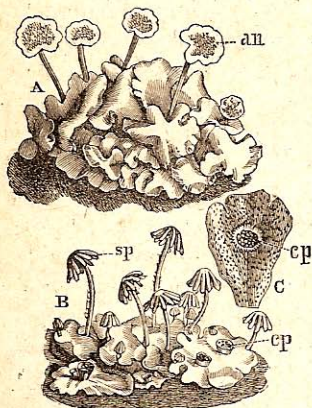


Fig. 194.

Una hepática (Marchantia).

211. Esfagnos. — Los esfagnos son muscíneas vivaces que habitan en los lugares húmedos, cenagosos o pantanosos. Son plantas de tallos delgados, rastreros, escamosos; carecen de rizoides y van destruyéndose lentamente por la base, mientras se desarrollan por la parte superior. Los anteridios se forman en la axila de hojas especiales y los arqueogonios en la extremidad de ramitas laterales. Los esfagnos ocupan principalmente las regiones pantanosas del Norte y originan depósitos importantes de turba.

212. Hepáticas. —

Las hepáticas son muscíneas monoicas o dioicas, de tejido muy delicado; unas están provistas de tallos

distintos y de hojas, otras no presentan ni tallo ni hojas distintas; el aparato vegetativo se reduce a unas expansiones membranosas (*frondas*), dividiéndose por dicotomía y radiando alrededor de un punto central. Los anteridios y los arquegonios están a menudo agrupados en unos discos sesiles o pedunculados. Las esporas al germinar producen un *protonema* análogo al de los musgos; las hepáticas se multiplican también por medio de *propágulos*.

CAPÍTULO X

CRIPTÓGAMAS VASCULARES

§ I. — TRABAJO PRÁCTICO

213. Estudio de un helecho. *Pteris*. — Observar los lugares donde suelen encontrarse las plantas. Aspecto



Fig. 195. — Un helecho.

general del vegetal; partes aéreas y partes subterráneas: dirección, color, tamaño. Examinar el tallo subterráneo (**rizoma**): color, forma, tamaño, dirección; notar la línea lateral de cada lado. ¿Hay nudos y entrenudos en el rizoma? Observar las **raíces** delgadas que salen del rizoma: su aspecto, su tamaño comparado con el del rizoma, color, ramificaciones. ¿Dónde se insertan las raíces? ¿Hay algún

orden en su disposición? ¿Hay rizoides? Observar en el rizoma donde nacen las hojas aéreas o **frondas**, las hojas muertas, las cicatrices dejadas por la caída de las antiguas. Examinar las extremidades del rizoma

y compararlas. Notar las **yemas** apicales en una extremidad. ¿Qué indica esto? Buscar **escamas** que cubren partes de la superficie del rizoma : su oficio. Practicar secciones transversales en el rizoma, examinar primero con lente, darse cuenta de la estructura general, de los haces fibrovasculares, su número, tamaño, disposición, distribución del esclerénquima, del parénquima, etc.; luego estudiar unas secciones delgadas, apli-

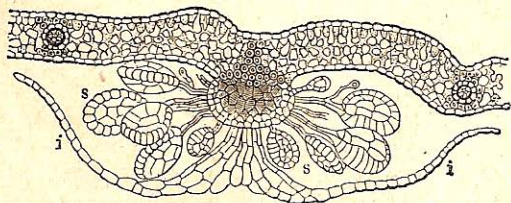


Fig. 196. — Corte en una hoja de helecho. s, e esporangios; i, indusio.

cando los reactivos coloreados; investigar presencia del almidón (yodo). En unas secciones longitudinales, estudiar la naturaleza de los tubos que constituyen los haces, buscar *vasos escalariiformes*.

Practicar cortes longitudinales y transversales en una yema del rizoma; estudiar estructura, células apicales, etc. Estudio de las partes aéreas del helecho (*frondas*), tamaño, disposición, modo de desarrollo, comparar frondas de edad diferente. Examinar las diferentes partes de una fronda : **pecíolo** o *estipe*, eje principal de la hoja, **limbo** o *lámina*, división en **folíolos**, subdivisión de éstos, notar las **nervaduras**, y sus ramificaciones en cada folíolo, los pelos en los pecíolos, *pedicelos*, etc. Practicar secciones transversales y longitudinales en el pecíolo o estipe, comparar con la estructura del rizoma,

buscar vasos escaleriformes, y diferentes clases de tejidos. — Sacar una tira de epidermis de la cara inferior de la hoja, examinar las células epidérmicas, buscar estomas. Examinar con lente el borde de un folíolo esporífero, notar cómo está doblado hacia abajo; observar **indusio**, hilera de **soros**, cómo están dispuestos, su color, tamaño, forma; investigar cómo están agrupados los

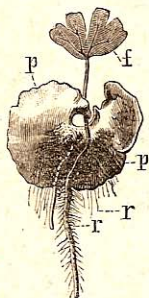
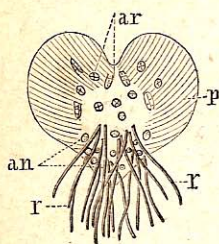


Fig. 197. — Protalo de helecho.

esporangios en el soro; examinar forma general y aspecto de un esporangio, sus dos partes (cápsula y pedicelo); observar, con microscopio de poco aumento, un esporangio no abierto, forma y disposición de las células;

notar el anillo con sus células oscuras, hasta dónde se extiende; dibujar. Examinar una cápsula abierta, dónde se abrió con relación al anillo, posición que tomó éste, el contenido de la cápsula. Dibujar. Montar algunas **esporas** en agua y examinar con el mayor aumento : forma, aspecto, color; dibujar.

Sembrar esporas en una cajita con tierra húmeda, cubrir con una hoja de vidrio, mantener en la sombra, a una temperatura favorable para la germinación. Observar los pasos sucesivos de la germinación; al cabo de unas semanas, recoger algunos **protalos** (cuerpos verdes de forma de hoja aplicados al suelo), lavar delicadamente en un vidrio de reloj, y examinar : forma, tamaño, diferencias entre la cara superior y la inferior, *rizoides*

(¿dónde están?). Seguir el desarrollo de la planta, y notar lo que sale a los pocos días de los protalos no arrancados. Examinar preparaciones montadas de secciones del protalo en que se puedan ver los órganos de reproducción *anteridios* y *arquegonios*.

Un estudio parecido puede hacerse con cualquier otro helecho; comparar: diferencias en tamaño, subdivisiones de las hojas, aparato esporífero, ausencia o presencia del indusio, disposición y tamaño de los soros, etc.

214. Estudio de un equiseto (*cola de caballo*). — Examinar los lugares en que crecen estas plantas, su aspecto general, el rizoma subterráneo, raíces, los tallos aéreos, su altura, y diferentes clases: forma y aspecto, tacto, articulaciones, verticilos de hojas y ramas, la estructura de éstas, su número en cada verticilo, cómo serompen los tallos y las ramas en las articulaciones. Practicar secciones en los rizomas, en los tallos, investigar la naturaleza de los diferentes tejidos. Estudio detenido del **aparato esporífero**: espiga en la extremidad de algunos tallos o ramas, disposición y forma de las escamas esporíferas, esporangios maduros; depositar esporas en una lámina seca; examinar su forma y los apéndices que llevan (*eláteros*); soplar el aliento, y observar el efecto de la humedad y de la sequedad sobre los eláteros, y los movimientos producidos por su contracción o su expansión.

§ II. — CLASIFICACIÓN

Las **Criptógamas vasculares** son plantas desprovistas de flores, pero que tienen raíces, tallos y hojas. Comprenden: los *helechos*, las *equisetáceas* y las *licopodiáceas*.

213. Helechos. — Los helechos son plantas perennes, raras veces anuas, de tallos ordinariamente subterráneos (*rizomas*), de tejido leñoso constituido por vasos escaleriformes. Sus hojas o **frondas** están arrolladas en forma de báculo en la juventud, y están casi siempre más o menos ramificadas en **folíolos** (hojas

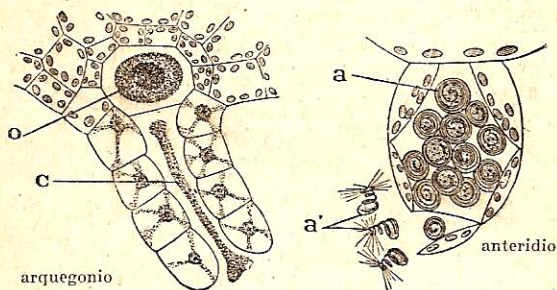


Fig. 198. — Órganos de reproducción de los helechos.

pennadas o *bipennadas*). Los órganos de fructificación compuestos de **esporangios** agrupados en **soros**, nacen en la cara inferior de las hojas; los soros están diferentemente dispuestos a lo largo de las nervaduras o en los bordes de los folíolos; los soros pueden estar desnudos o cubiertos por una escama membranosa, el **indusio**, que es una prolongación de la epidermis. En ciertos géneros, unas hojas solamente llevan fructificación, y, en otros pocos, el aparato fructífero es una fronda especial, una espiga o un panículo. Los esporangios encierran las **esporas**, que al caer al suelo germinan, produciendo una lámina verdosa llamada **protalo**. En la cara inferior de este protalo se desarrollan los órganos de reproducción, los **anteridios**, que contienen los **anterozoides** (órgano macho) y los **arquegonios**, que encierran la **oosfera**

(órgano hembra). Después de la fecundación del huevo, se desarrolla el helecho ordinario. Se ve, pues, que en los helechos, las esporas no producen directamente una planta análoga a la planta esporífera, sino un talo (*gametofita*) en que se forman los órganos sexuales (*gametas*) que



Fig. 199. — Helecho arborescente.

originan el helecho propio (*esporofita*), hay **alternación de generación**.

En los países cálidos, se encuentran helechos, llamados **helechos arborescentes**, cuyo tallo, más o menos alto, se parece al estípite de las palmeras. Las especies de helechos son numerosísimas, particularmente en la zona tropical.

216. Equisetáceas. — Las equisetáceas, llamadas también *colas de caballo*, son plantas vivaces de rizoma rastrero, propias de lugares húmedos. Los tallos aéreos son cilíndricos, huecos, articulados y acanalados;

llevan frecuentemente ramas verticiladas que se forman en las articulaciones; las hojas reducidas a pequeñas lengüetas forman una vaina dentada alrededor de cada articulación del tallo o de las ramas. La epidermis está ordinariamente incrustada de sílice y provista de estomas dispuestos en series más o menos regulares. Los **esporangios** están dispuestos en círculos, en la cara inferior de unas escamas, cuyo conjunto forma una especie de cono o de *espiga*, en la extre-

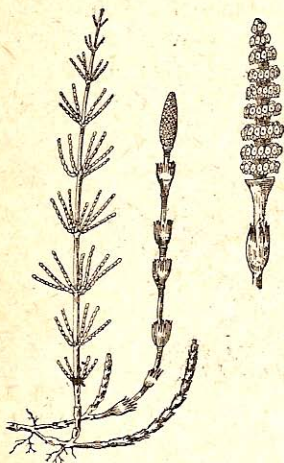


Fig. 200.

Cola de caballo (equisetácea).

midad del tallo o de las ramas. Las **esporas** llevan apéndices filiformes de extremidad dilatada (**eláteros**), que, con la humedad, se enrollan alrededor de la espora y se extienden por efecto de la sequedad. La germinación de la espora da un **protalo** en que se desarrollan los **anteridios** y los **arquegonios**.

217. Licopodiáceas. —

Las licopodiáceas son plantas perennes, herbáceas, de tallos tendidos y radicantes, generalmente ramosos y

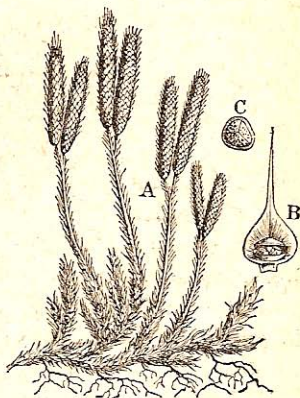


Fig. 201. — Licopodio.

dicótomos, cuyo eje central está constituido por vasos escaleriformes. Las hojas son pequeñas, sencillas y muy numerosas. Los **esporangios** nacen en la axila de algunas hojas o están agrupados en **espigas** terminales. Las **esporas** dan, por germinación, un **protalo** en el cual se forman los anteridios y los arquegonios. El *licopodio*, empleado en medicina, y llamado a veces *azufre vegetal*, está formado por las esporas del licopodio común, muy abundante en algunas regiones.

Las licopodiáceas, así como las equisetáceas y los helechos, alcanzaron un desarrollo considerable durante la **era primaria**; sus troncos, del tamaño del de las palmeras, dejaron impresiones numerosas en los yacimientos de hulla y otros.

CAPÍTULO XI

GIMNOSPERMAS

§ I. — TRABAJO PRÁCTICO

218. Pino. — Observar la forma general y el aspecto del árbol, la disposición de las ramas en el tronco, su tamaño relativo. Examinar ramas de un año, de dos años, la yema terminal, las yemas laterales, las escamas. Examinar el aspecto de la corteza en el tronco, en las ramas viejas y en las jóvenes. Examinar corte de un tronco o de una rama gruesa, observar las capas concéntricas, contarlas. Hacer cortes en ramas de un año, de dos años, montar, y estudiar estructura : medula, capas concéntricas de madera, corteza, vasos resiníferos, rayos medulares. Practicar cortes longitudinales y buscar vasos areolados en la madera secundaria.

Examinar las **hojas** : forma general, relación entre la longitud y el diámetro, base y punta, modo de fijarse en la rama (aisladas, agrupadas). Pasar entre los dedos desde la punta a la base, examinar con lente; ¿qué substancia se encuentra? ¿Cuál es la cara superior y cuál la inferior? Buscar estomas. Estudiar secciones transversales de la hoja; forma de la sección, lado correspondiente a cada cara; observar epidermis, estomas, esclerénquima, haz liberoleñoso (partes, envoltura), ca-

nales resiníferos, células del parénquima (pliegues curiosos en la membrana). Buscar *flores masculinas* e *inflorescencias femeninas*.

Flor masculina (*estambres*) : forma cónica, color, modo de agruparse las flores en la rama (*amento*). Examinar con lente una sola flor; notar : bráctea en la

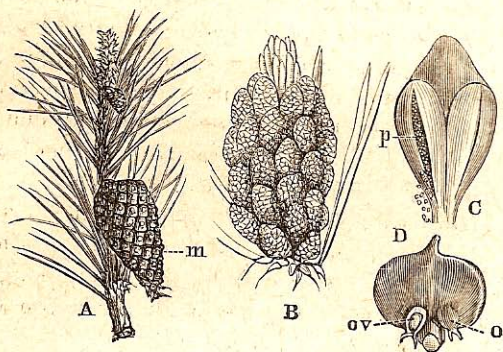


Fig. 202. — Pino silvestre.

base, flor en la axila de la bráctea, escamas estaminales dispuestas alrededor del eje que nace en la axila de la bráctea, y los dos sacos polínicos en la base de cada estambre. Dibujar una flor masculina, indicando las partes observadas. Sacudir una rama que lleva inflorescencia macho y notar el polvo amarillo que se desprende (*polen*). Montar granos de polen, y examinar con el objetivo de mayor aumento, notar la célula central y los dos apéndices laterales, dibujar.

Inflorescencia femenina : observar su posición en la rama, el color, la forma general; para estudiar la estructura, escoger un cono tierno, pequeño, practicar una sección longitudinal, ensayar varios hasta tener una

buena sección; examinar con lente, notar : el eje central, las escamas espesas dispuestas alrededor; en la axila de cada una, dos hojitas delgadas soldadas por su borde (carpelos), y en la cara interna de cada carpelo una masa ovoide (óvulo). Examinar cada parte cuidadosamente. Dibujar una inflorescencia femenina entera (cada bráctea con sus carpelos constituye una flor femenina entera; el cono es la inflorescencia). Montar un par de carpelos y examinar con poco aumento; dibujar.

Examinar **conos** de diferentes edades, hacer cortes, seguir el desarrollo del óvulo en semilla; estudiar conos maduros, estructura de las brácteas, semillas (forma, apéndices, carpelos, disposición en la bráctea).

Hacer un estudio parecido con diferentes clases de coníferas; notar semejanzas y diferencias : forma del tronco, tamaño y disposición de las ramas, longitud y agrupación de las hojas o agujas, órganos de reproducción, aspecto y calidad de la madera, etc.

§ II. — CARACTERES Y CLASIFICACIÓN

219. Las **gimnospermas** son plantas *fanerógamas* cuyas semillas maduras no están encerradas en un fruto, como las pepitas en la manzana, sino que están simplemente colocadas entre unas especies de hojas coriáceas, imbricadas, como las que forman una piña de pino; basta que estas hojas al secarse se separen un poco para soltar la semilla.

Las gimnospermas se dividen en tres clases : las *coníferas*, las *cicádeas*, y las *gnetáceas*.

220. Coníferas. — Las coníferas son plantas leñosas, generalmente de gran tamaño, conocidas con el nombre de *árboles siempre verdes* y de *árboles resinosos*.

Tienen hojas sencillas, estrechas, con frecuencia aciculadas, que persisten durante el invierno.

Las **flores** son **diclinias**, dispuestas en *amentos* o en *conos*, y las plantas son monoicas, raras veces dioicas. Los amentos de **flores estaminadas** (*masculinas*) están formados por conos pequeños, cada uno de los cuales consta de estambres numerosos, insertos alrededor de un eje. El estambre tiene la forma de una escama delgada que lleva dos receptáculos o sacos polínicos, los cuales se abren longitudinalmente para dejar escapar el polen.

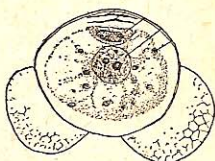


Fig. 203.
Grano de polen del pino.

La **flor pistilada** (*femenina*) consta de dos carpelos, hojitas delgadas soldadas por su borde en una sola escama en la cual están fijados dos óvulos; cada par de carpelos está inserto en la axila de una bráctea protectora; las flores femeninas se agrupan alrededor de un eje formando un cono. No hay ovario cerrado, ni estilo, ni estigma y el polen llega directamente a los óvulos. El **fruto** está compuesto de escamas numerosas, leñosas, delgadas o gruesas, cuyo conjunto constituye el **cono** (*estróbilo*), llamado vulgarmente **piña**. Las **semillas** tienen a veces un apéndice membranoso en forma de ala.

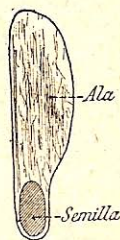


Fig. 204.
Semilla alada
del pino.

En unos pocos casos, el fruto es baciforme o rodeado de una cápsula carnosa. Las coníferas suministran maderas para construcciones y también resinas y trementinas.

Las coníferas se han dividido en : *abietíneas* (pino, abeto, alerce, cedro, secoya, araucaria...); — *cupresíneas*

(enebro, tuya, ciprés, ahuehuete...); — *taxíneas* (tejo).

221. Las *cicádeas* son plantas de las regiones tropi-



Fig. 205. — *Cicas*.

cales, que no tienen el aspecto de las coníferas, sino que se parecen más bien a las palmeras y a los helechos arborescentes; unas producen frutos comestibles; entre las principales figuran: el *chamal* de México (*Dioon edule*), los géneros *cica*, *zamia*....

Las *gnetáceas* comprenden varias especies de lianas de la América tropical; en las regiones templadas se encuentra el género

Ephedra (*tepopote* de México), que, por su aspecto, se parece un poco a las equisetáceas.

Las *cicádeas* o *cicadáceas* forman la transición entre las criptógamas y las fanerógamas; se aproximan a las criptógamas por la disposición de los haces de madera, algunas partes del aparato reproductor, etc. Se les da a veces el nombre de *profanerógamas*.

Las *gnetáceas* forman la transición entre las gimnospermas y las angiospermas.

CAPÍTULO XII

MONOCOTILEDÓNEAS

§ I. — TRABAJO PRÁCTICO

222. Azucena. — Examinar el aspecto general de la planta, su altura, principales partes. Arrancar con cuidado la planta entera. Examinar el **bulbo**, la forma y el tamaño de las raíces que se desprenden de su parte inferior, forma y tamaño del bulbo, su estructura, el color y la disposición de las escamas; practicar una sección en la parte media: tallo corto, inserción de las escamas, su espesor, yema terminal. **Tallo aéreo**: forma, color, desarrollo; corte transversal del tallo: corteza, cilindro central,

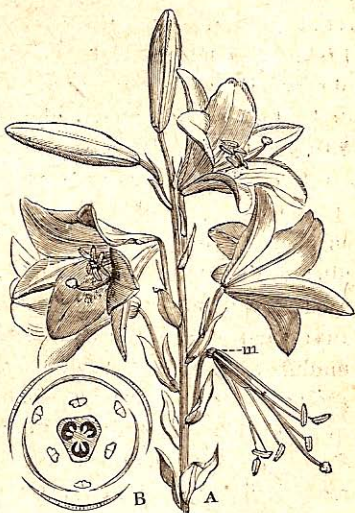


Fig. 206. — Azucena.

haces (cómo están dispuestos). **Hojas**, disposición en el tallo, forma, tamaño, dirección de las nervaduras; aplicar ejercicios indicados en el capítulo de la hoja. **Inflorescencia** : ¿cómo están agrupadas las flores? ¿son axilares, terminales? ¿qué tipo de inflorescencia? ¿Huelen las flores? Estudiar una **flor** : tres sépalos petaloides (*cáliz*); comparar su color con el del cáliz de una flor no abierta; tres pétalos (*corola*) : color, disposición con relación a los sépalos; *estambres* : número, disposición con relación a los sépalos y pétalos, tamaño del filamento, de la antera; ¿es la antera introrsa o extrorsa? ¿cómo se inserta en el filamento? ¿cuál es la dehiscencia? Practicar un corte en una antera no madura (flor no abierta); polen : tomar el polvo que sale de una antera madura : montar, examinar con objetivo de mayor aumento. — *Pistilo* : ¿cuántos carpelos? ¿libres o adheridos? ¿Qué observación acerca del número de partes en cada verticilo de la flor? Examinar las diferentes partes de un carpelo : estigma (forma, división), estilo (tamaño), ovario (¿súpero o ínfero?). Hacer cortes transversales y longitudinales en el ovario : ¿cuántos lóculos? ¿cómo están unidos los carpelos? ¿cuál es el modo de placentación? ¿cuántas hileras de óvulos? Dibujar la sección transversal del ovario, indicando partes. ¿Son numerosos los óvulos? Investigar si el óvulo es anátropo u otra cosa. — **Fruto** maduro; ¿es seco o carnoso? ¿qué nombre le conviene? ¿cómo es la dehiscencia? Examinar las semillas. Hacer un corte en el albumen, investigar materias presentes. Procurar identificar las partes de la plántula. Hacer un estudio análogo con otras liliáceas : tulipán, jacinto, cebolla...; notar puntos de semejanza y de diferencia en el bulbo, el tallo, las hojas, la flor, el fruto, etc.

223. Trigo. — Planta entera, tamaño, partes.

Raíces : forma, color, número, semejanzas o diferencias entre ellas, raíces adventicias (¿dónde se producen?). **Tallo** : nudos, entrenudos; corte transversal, corte longitudinal en la región del nudo. **Hojas** : modo de inserción en el tallo, cuántas en cada nudo, disposición, vaina, ligula, forma de la hoja (largo, ancho), nervaduras, diferencias entre ambas caras, estomas. — **Inflorescencia** : estudio de una *espiga* verde en flor. Notar que la espiga está formada por espiguillas fijadas a lo largo de un eje, examinar disposición de las espiguillas, contarlas. Examen atento de una *espiguilla* (cada una lleva tres o cuatro flores) : eje central sobre el cual se fijan las flores, cada una con su pedicelo correspondiente, dos brácteas (*glumas*) en la base de la espiguilla (se prolongan en forma de barbillas); *glumela inferior* en la mera base del pedicelo de la flor, *glumela superior* un poco más arriba, *dos glumélulas* (escamitas verdes) envolviendo los estambres; *tres estambres* : filamentos largos encorvados bajo el peso de la antera, antera (su forma); *ovario*, carpelo único globular, un solo óvulo, estigmas largos y plumosos. ¿Son hermafroditas las flores? ¿son completas? Estudio de la espiga madura, reconocer partes estudiadas anterior-

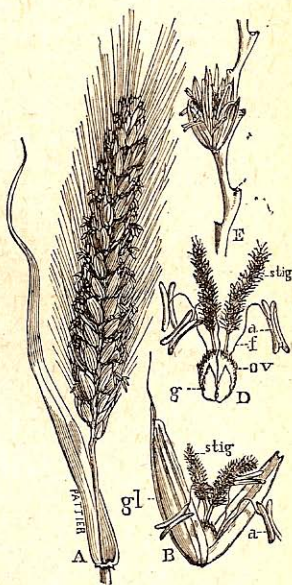


Fig. 207. — Espiga de trigo.

mente. ¿Puede llamarse la espiga un fruto? ¿Cuál es el **fruto** del trigo? Estudiar la semilla.

Examinar espigas de otros cereales (cebada, centeno, avena, arroz) y comparar la estructura de las espiguillas : número de flores, disposición de las glumas, etc.

224. Maíz. — Mismo trabajo que arriba : raíces,

tallos, hojas. El maíz es planta **monoica** (flores **diclinias** en el mismo pie). Las **flores masculinas** constituyen la **panoja**, reunión de espigas en la punta del tallo. Examinar disposición de las espiguillas, cada una con dos flores; partes de la flor : glumas, glumitas, tres estambres; examinar la forma y disposición de las anteras, el polen.

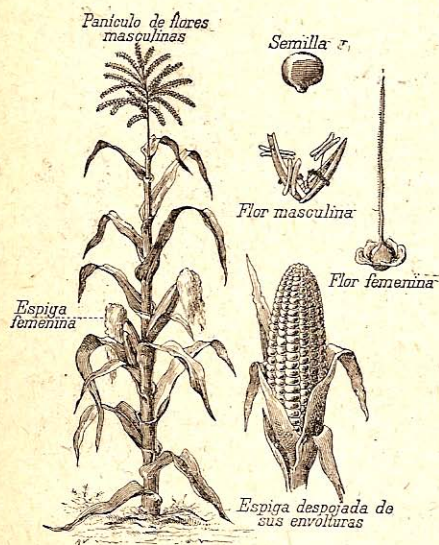


Fig. 208. — Maíz.

La **flor femenina** está en el **jilote** que dará la **mazorca**. ¿Dónde se produce? ¿cuántos hay en cada caña? Partes : pedúnculo, brácteas en forma de hojas verdes, en medio, eje tierno herbáceo, globulitos, pelos largos rubios; reconocer ahí las partes del pistilo. Seguir el desarrollo de la mazorca; examinar a madurez; disposición de los

granos (¿cuántas hileras?), color, tamaño. ¿Es la mazorca un fruto? ¿cómo se llama el fruto del maíz?

Estudio parecido podrá hacerse con las gramíneas de los campos; estudiar raíces, tallos, hojas, inflorescencias.

§ II. — CARACTERES Y CLASIFICACIÓN

225. Caracteres generales. — El carácter fundamental que distingue las **monocotiledóneas** es la presencia de *un solo cotiledón* en el embrión, pero este carácter no es siempre fácil de verificar, mientras otras particularidades son de observación más cómoda : — 1º las flores de las monocotiledóneas tienen piezas florales en número de tres o múltiplo de tres; — 2º las plantas tienen casi siempre hojas alargadas o en forma de cinta, con nervaduras paralelas; — 3º la estructura del tallo permite distinguir con seguridad una monocotiledónea de una dicotiledónea (n^{os} 65 y 92).

Las monocotiledóneas pueden dividirse en tres grupos : — 1ª las que poseen una corola y un cáliz petaloide como las *liliáceas*, las *irídeas*, las *amarilídeas*, las *orquídeas*; — 2ª las de corola verde como el cáliz : *palmas*; — 3ª las que están desprovistas de corola, como las *gramíneas*, las *ciperáceas*, las *aróideas*.

226. Liliáceas. — Plantas herbáceas, vivaces, con frecuencia bulbosas o con rizoma; hojas enteras, planas o cilíndricas, a veces reducidas a una bráctea (espárrago); flores regulares, perianto con seis divisiones frecuentemente coloreadas (en dos verticilos de tres partes); seis estambres, pistilo de ovario libre y con tres cavidades que encierran varios óvulos; fruto capsular o en forma

de baya. Ejemplos de liliáceas : *azucena*, *cebolla*, *ajo*, *puerro*, *tulipán*, *jacinto*, *áloe* o *sábila*, *zorzaparrilla*, *yuca*, *cólquico*, *espárrago*, *dracena*, *formio* o *lino de Nueva Zelandia*, *estrella (milla)*, *lirio del valle (muguete)*, *sello de Salomón*, etc.

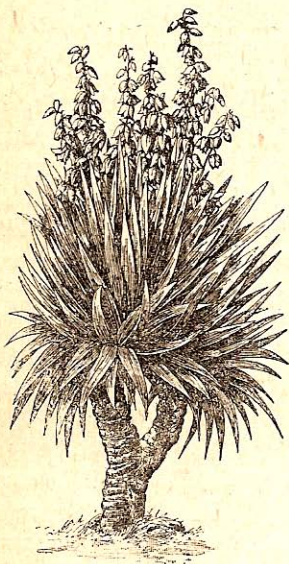


Fig. 209. — Yuca.



Fig. 210. — Agave americana.

227. Amarilídeas. — Las amarilídeas se diferencian de las liliáceas por tener el ovario adherente o ínfero. Ejemplos de amarilídeas : *agave mexicana (maguey)*, *henequén*, *narciso*, *nardo*, *amarilis*, *tuberosa*, etc.

228. Irídeas. — Las irídeas tienen solamente tres estambres, el ovario es ínfero, y los estigmas en forma

de láminas coloreadas (petaloides). Ejemplos de irídeas : lirio o *iris*, *gladiolo*, *azafrán*, *tigridia* (*cacomite*).

229. Junto a las irídeas se colocan : — las **bromeliáceas** : *piña* (*anana*), *tillandsia* (heno colgando de ciertos árboles), *magueyitos* de las

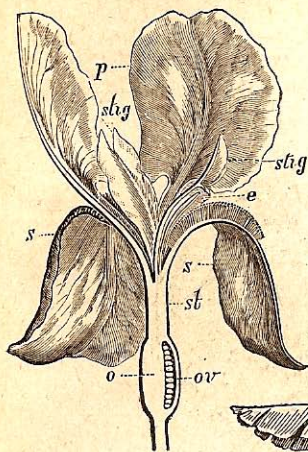


Fig. 211.
Flor de lirio cortada.



Fig. 212. — Tigridia.



Fig. 213. — Plátano (banano).

ramas, etc.; — las **musáceas** : plátano (*banano*); — las **canáceas** : platanillo (*canna*).

230. Orquídeas. — Las orquídeas son plantas herbáceas, de flores irregulares; uno de los pétalos de la corola es mucho más desarrollado y diversamente for-

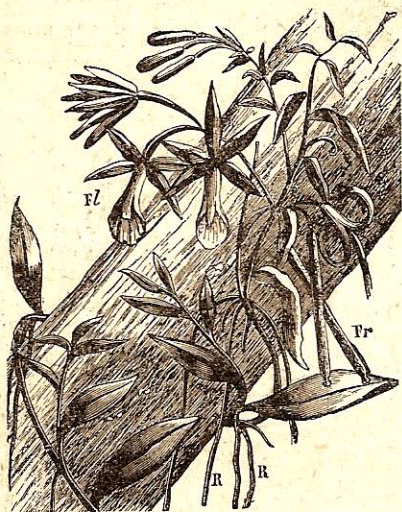


Fig. 214. — Ramo de vainilla.
R, raíces adventicias; Fl, flores; Fr, frutos.

mado (*labelo*); tienen un solo estambre soldado con el estigma, el polen está aglutinado en forma de masas abultadas (*polinias*), el ovario es adherente, el fruto es una cápsula. Gran número de orquídeas son notables por la extraña belleza de sus flores; muchas son epífitas, es decir que viven fijadas sobre otros vegetales, otras son saprófitas. Ejemplos de orquídeas : la *vainilla*, el *órquide morio*, el *ófride*, muchas especies de tierra caliente (adorno).

231. Palmas. — El tallo de las palmas (*estípite*) es generalmente sencillo, cilíndrico y está coronado por un ramo de hojas grandes compuestas (*pennadas* o *palmeadas*). Las flores son *diclinias*, y las plantas generalmente monoicas (cocotero) o dioicas (datilero); unas

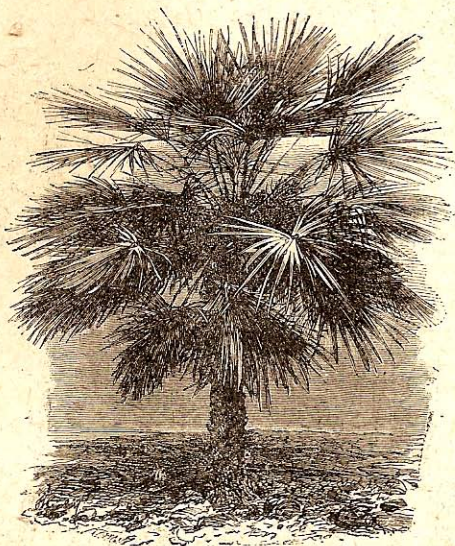
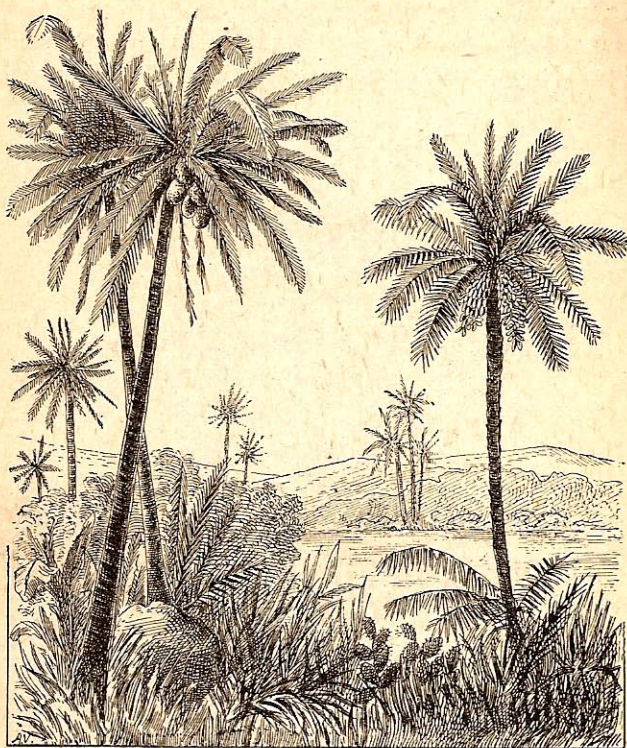


Fig. 215. — Palmito.

pocas especies poseen a un tiempo flores masculinas y flores hermafroditas (palmito). Las flores, machos o hembras, son siempre muy pequeñas y verdosas, pero están agrupadas en racimos a veces enormes, llamados *regímenes*, envueltas en brácteas grandes o *espatas*, arrolladas en forma de cucurucho. Cada flor masculina comprende un perianto de seis partes verdosas, dispuestas

en dos verticilos alternos (cáliz y corola), y seis estambres, dispuestos también en dos verticilos. Cada flor femenina



Cocotero.

Fig. 216.

Datilera.

comprende asimismo un perianto de seis partes verdosas, y, en el centro, un pistilo formado por tres carpelos soldados que forman un ovario de tres lóculos con un solo óvulo cada uno. El fruto es una baya o una drupa. — Ejemplos

de palmas : cocotero, datilero, col palma, sagú, árbol de la cera, palmito, palma real, rotas....

232. Gramíneas. — Las gramíneas son plantas generalmente herbáceas, anuas o vivaces, de raíces fibrosas. El tallo es una caña generalmente hueca. Las hojas son *envainadoras*, con vaina rasgada por un lado, y

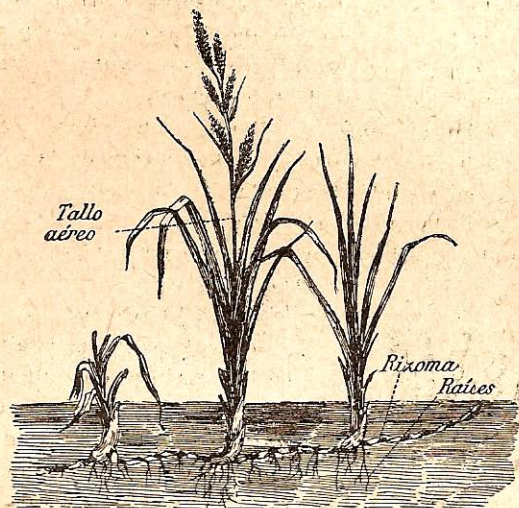


Fig. 217. — Carrizo (*Carex*).

llevando una *lígula* en su parte superior. Las flores son *hermafroditas*, raras veces *diclinias* (maíz). La inflorescencia se presenta en forma de **espigas** o *espiguillas* dispuestas en *panículo*, o formando una *espiga compuesta*. Cada espiguilla lleva generalmente en su base dos brácteas llamadas *glumas*, que rodean el conjunto de las flores de la espiguilla. El cáliz y la corola de cada flor están reemplazados por dos escamas llamadas *glumelas*; en el

interior de las glumelas se encuentran otras dos escamas pequeñas llamadas *glumélulas*; dos o tres estambres, cuyos sacos polínicos se apartan uno de otro a madurez, formando una X larga; el pistilo está formado por un solo carpelo que contiene un solo óvulo y lleva dos estigmas plumosos. El fruto es una **cariópside**.

Ejemplos de gramíneas : **cereales** : *trigo*, *centeno*, *avena*, *cebada*, *maíz*, *arroz*; *caña de azúcar*, *bambú*, *mijo*, *grama*, *sorgo azucarado*, *zahina*, *cañas o carrizos gruesos*, y *gramíneas forrajeras* de todas clases.

233. Ciperáceas. — Plantas que viven generalmente en lugares húmedos; se diferencian de las gramíneas: — por su tallo triangular, — la vaina no rasgada, — el ovario llevando tres estigmas.

Ejemplos de ciperáceas : *carrizos* (*carex*), *tules*, *juncia* (*papiro*).



Fig. 218.
Alcatraz (*Richardia africana*).

234. Aroideas. — Las aroideas crecen generalmente en lugares húmedos; algunas se cultivan para ornato; se caracterizan por su inflorescencia en espádice, envuelta en una bráctea grande, en forma de cucurucho (*espata*). Ejemplos de aroideas : el *yaro* o *alcatraz*, la *piña anona* (*monstera*).

Entre las demás familias de plantas monocotiledóneas, pueden citarse : las **alismáceas** (*sagitaria*), las **juncáceas** (*juncos*), las **pontederiáceas** (*lirio acuático* o *eichornia*), las **dioscoreáceas** (*iñamé...*), las **comelináceas** (*tradescancia*, *hierba del pollo*).

CAPÍTULO XIII

DICOTILEDÓNEAS APÉTALAS

§ I. — TRABAJO PRÁCTICO

235. Sauce. — Notar dónde crece el árbol, su aspecto general, el de las ramas; cortar ramitas y examinar la disposición y la forma de las hojas. Observar principalmente los órganos de reproducción. La planta es **dioica**;

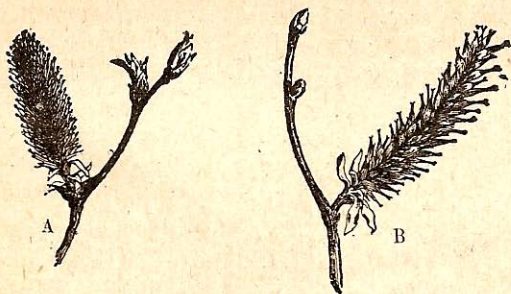


Fig. 219. — Amentos de sauce. A, masculino; B, femenino.

la inflorescencia, un *amentó*; todos los amentos de un mismo árbol son masculinos o todos femeninos. Examinar **amentó masculino** : forma, color, tamaño del amento; disposición de las florecitas; ausencia de perianto, una bráctea y dos estambres. Dibujar. Recoger polen y

examinar con microscopio. Estudiar asimismo el **amento femenino** : tamaño y color, ausencia de perianto, una

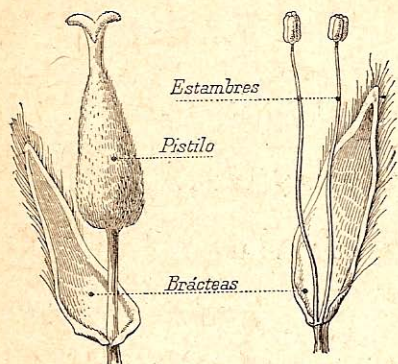


Fig. 220. — Flores de sauce.

bráctea, dos carpelos unidos formando una sola cavidad, numerosos óvulos; dibujar. Buscar **frutos** maduros; ¿en qué árbol se encontrarán? Examinar las capsulitas, la dehiscencia, las dos valvas, las numerosas semillas y sus apéndices. Dibujar el fruto abierto, y una semilla suelta.

236. Acedera. — Lugares donde crece, naturaleza del tallo, disposición y forma de las hojas; ¿hay estípulas?

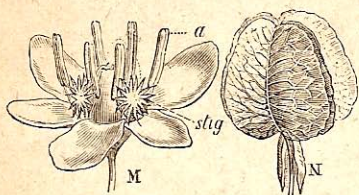


Fig. 221. — Flor y fruto de la acedera.

Tipo de **inflorescencia**, dónde se forman las flores. Color del cáliz o perianto, disposición de los seis sépalos; ¿cuántos estambres, su disposición? Pistilo : tres carpelos soldados, una

sola cavidad, un solo óvulo; examinar cada parte con lente; investigar si el óvulo es ortotropo. **Fruto** : *aqueño* envuelto en un estuche triangular formado por las tres piezas internas del perianto; romper la envoltura y examinar la semilla.

237. Ricino o higerilla. — Aspecto de la planta, forma y tamaño de las hojas, nervaduras. **Inflorescencia** (racimos formados por cimas agrupada); lugar donde se desarrollan, color general, cómo están dispuestas las cimas; en cada racimo las cimas inferiores son masculinas y las superiores son femeninas. Desprender una cima masculina; ver cómo las flores se insertan a la largo del pedúnculo. Partes de una **flor macho**: cáliz regular con cinco sépalos, ausencia de corola, estambres numerosos con filamentos ramificados, anteras con cuatro sacos polínicos. Partes de una **flor femenina**: cáliz con tres sépalos, ausencia de corola, ovario de tres lóculos cada uno con un solo óvulo; estilos soldados en tallo único, y luego separados en la parte superior, cada uno con dos estigmas. **Fruto (cápsula)**: forma, dehiscencia, apéndices exteriores, posición, tamaño, forma de las semillas.

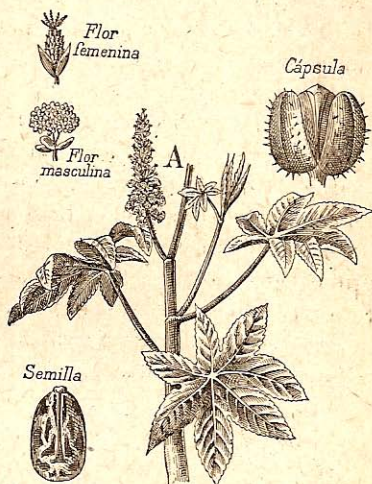


Fig. 222. — Ricino.

§ II. — CARACTERES Y CLASIFICACIÓN

238. Las plantas **dicotiledóneas** se subdividen en *apétalas*, *dialipétalas* y *gamopétalas*, según la disposición

de las envolturas florales. Las **gamopétalas** encierran las plantas cuyas flores poseen una corola de una sola pieza, en forma de tubo o de campanilla, que puede considerarse como resultado de la soldadura de los pétalos por sus bordes laterales : *enredadera, tabaco*.... Las **dialipétalas** son aquellas plantas cuyas flores tienen una corola de pétalos distintos, los cuales pueden arrancarse separadamente sin romper los demás : *ranúnculo, frijol*.... Por fin, las **apétalas** son las plantas en que las partes del perianto tienen todas la misma forma y una misma coloración verde; se consideran estas piezas como un cáliz, y se admite que el verticilo ausente es la corola; de ahí el calificativo de apétalas : *roble, ortiga*.... Este grupo encierra también unas plantas cuyas flores están totalmente desprovistas de perianto.

La división de las dicotiledóneas en apétalas, gamopétalas y dialipétalas no tiene nada de absoluto, y existen formas de transición entre los diferentes grupos.



Fig. 223.

Flores de Avellano.

239. Entre las **apétalas** figuran las siguientes familias: las *quenopodiáceas*, las *poligonáceas*, las *urticáceas*, las *euforbiáceas*, las *cupulíferas*, las *salicíneas*, las *lauríneas*....

Ejemplos de **quenopodiáceas**: *espinaca, remolacha, acelga, betavel, epazote, hediondilla, quelite, amarantos* (amarantáceas)....

Ejemplos de **poligonáceas** : *alforfón, acedera, ruibarbo, centinodia*....

Ejemplos de **urticáceas** : *ortigas, cáñamo, ramío, olmo, morera, higuera, parietaria, lúpulo, árbol del pan*....

Ejemplos de **euforbiáceas** : árboles que producen el *caucho* (*siphonia elástica*, *hevea*); *ricino* o *higuerilla*, *crotón*; *mandioca* (*huacamote* o *yuca*), *manzanillo*, *boj*, varios *euforbios*, *mercurial*, *jabillo elástico*....

Ejemplos de **cupulíferas** (*amentáceas*) : *roble*, *encina*, *alcornoque*, *haya*, *castaño*, *carpe*, *avellano*, *abedul*, *alno*; el *nogal* pertenece a las **jungláneas**, familia que se aproxima a las cupulíferas.

Ejemplos de **salicíneas** : *sauce*, *álamo*, *chopo*.

Ejemplos de **lauríneas** : *laurel*, *alcanforero*, *canelo*, *aguacate*.

CAPÍTULO XIV

DICOTILEDÓNEAS DIALIPÉTALAS

§ I. — TRABAJO PRÁCTICO

240. El estudio de las principales familias botánicas ha de ser esencialmente práctico; luego se escogerá una o varias plantas en que sean muy visibles los caracteres propios de la familia, y se estudiará en cada muestra : el tallo (algunas veces las raíces), las hojas, las flores y los frutos, anotando cuidadosamente el resultado de las observaciones.

Tallo : leñoso, herbáceo, rastrero, voluble, acuático, cilíndrico, cuadrado, color, tamaño, ramas, zarcillos, espinas....

Hojas : alternas, opuestas, verticiladas, pecioladas, sesiles, simples, compuestas, forma, color, borde, nervaduras, pelos, olor; presencia de estípulas.

Flores : terminales, axilares, solitarias, tipo de inflorescencia, olor; brácteas; *calículo* (si lo hay); *cáliz* : número, disposición, color, forma de los sépalos; *corola* : número, disposición, color, forma de los pétalos; *estambres* : número (si son más de diez se califican de indefinidos), punto de inserción, forma, color y tamaño del filamento; *anteras* : forma, inserción con el filamento, dehiscencia, color y demás propiedades del polen; *pistilo* : número de

carpelos, libres, soldados, estilo, estigma, ovario súpero o ínfero, número de cavidades, placentación, óvulos. Diagrama de las flores.

Fruto : carnosos (baya, drupa...), seco dehiscente (cápsula, vaina, silicua, folículo...), seco indehiscente (aquenio, poliaquenio...). Después de darse cuenta exacta de todos los detalles, podrá uno ejercitarse en el manejo de la *clave de investigación sistemática* de la familia.

§ II. — CLASIFICACIÓN

241. Ranunculáceas. — Tipo para el trabajo práctico : *el ranúnculo*, llamado a veces *botón de oro* ; —

cáliz regular formado de cinco sépalos perfectamente distintos; — *corola* regular, de cinco pétalos de color amarillo de oro, alternando con los sépalos; — *estambres* muy nu-

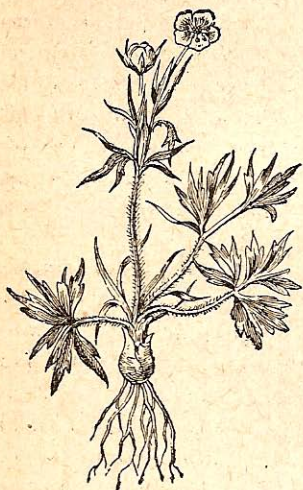


Fig. 224. — Ranúnculo.

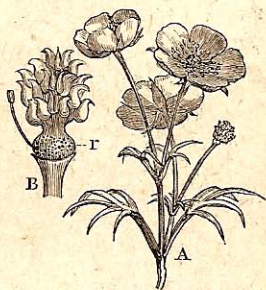


Fig. 225. — Flor de ranúnculo.

merosos (raras veces igual número en diferentes flores);

están fijados directamente en el pedúnculo, sin adherencia alguna con las partes del perianto; — en el centro de la flor, el pedúnculo hinchado forma una especie de cabeza o *receptáculo*, cuya superficie está cubierta por numerosos *carpelos* pequeños, completamente independientes unos de otros; cada carpelo consta de un ovario y de un pequeño estigma, y contiene un solo óvulo. Llegado a madurez, cada carpelo es un *aquenio*; el fruto del ranúnculo es pues un *poliaquenio*.

Todas las ranunculáceas no tienen exactamente los mismos caracteres que los ranúnculos; algunas tienen flores irregulares; la mayor parte son plantas de tallo herbáceo, de *hojas alternas*, más o menos *recortadas*; muchas contienen jugos venenosos; algunas especies se cultivan por la belleza de sus flores.

Ejemplos de **ranunculáceas** : ranúnculo, *elébora*, *ancolia*, *acónito*, *espuela de caballero*, *clématide de los sctos*, *anemona*, *peonia*....

242. Papaveráceas.

— Tipo para el trabajo práctico : la *amapola*; — *cáliz* formado de dos sépalos verdes, envuelve completamente el botón floral, se cae cuando se abre la flor; — *corola* formada por cuatro

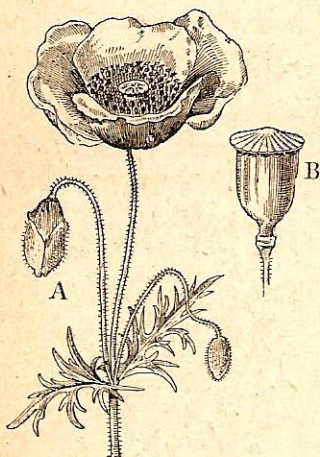


Fig. 226. — Amapola.

pétalos libres, rojos; — *estambres* numerosos fijados en la base del pistilo; las anteras maduras son negras; — *pistilo*

de ovario libre, compuesto de un número variable de carpelos soldados y formando una cavidad única, óvulos muy numerosos, *placentación parietal*; las *placentas* forman láminas salientes que podrían tomarse equivocadamente por tabiques normales; el estigma es sesil y persistente; — el fruto es una *cápsula* que tiene la misma forma general que el ovario, pero con mayores dimensiones; se abre por numerosos orificios dispuestos en círculo debajo de los estigmas; encierra numerosísimas semillas.

Las papaveráceas contienen casi todas un jugo o látex blanco o amarillo de olor desagradable y sabor acre, de propiedades deletéreas.

Ejemplos de **papaveráceas**: *amapola*, *adormidera*, *argemone* (*chicalote*), *celidonia* (fruto, silicua).

243. Crucíferas. —

Tipo para el trabajo práctico: el *alhelí*; — *cáliz* formado por cuatro sépalos distintos, alargados y colocados casi verticalmente; — la *corola* consta de cuatro pétalos dispuestos en cruz; la *extremidad superior* dilatada (limbo), la inferior angosta (uña); — seis *estambres*, cuatro grandes y dos pequeños (*estambres tetradínamos*); — *pistilo* libre, alargado; estilo reducido a uno como cuello corto debajo del estigma bilobulado; el ovario está formado de dos carpelos soldados por sus bordes, formando una sola

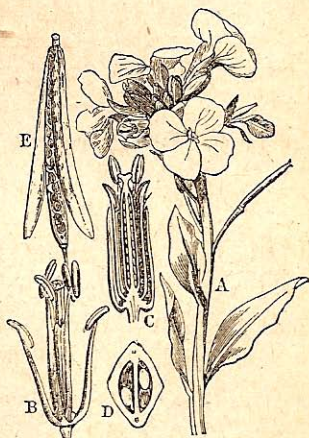


Fig. 227. — Alheli, flor y fruto.

angosta (uña); — seis *estambres*, cuatro grandes y dos pequeños (*estambres tetradínamos*); — *pistilo* libre, alargado; estilo reducido a uno como cuello corto debajo del estigma bilobulado; el ovario está formado de dos carpelos soldados por sus bordes, formando una sola

cavidad; pero en medio de ésta se forma un tabique suplementario; la *placentación* es *parietal*; — el fruto es una *silicua*.

Ejemplos de **crucíferas** : *alhelí*, *col*, *nabo*, *rábano*, *berro*, *camelina*, *colza*, *mostaza*, *pastel*, *bolsa de pastor*, *lunaria*, *canastilla de plata*....



Fig. 228.
Bolsa de pastor.

244. Cariofileas. — Tipo para el trabajo práctico : el *clavel* simple; — *cáliz* formado por cinco sépalos parcialmente soldados, formando un tubo con cinco dientes agudos (los sépalos están separados en muchas cariofileas); — en el clavel hay, además, un cálculo en la base del cáliz; — la *corola* está formada por cinco

pétalos libres, cuya base es afilada (uña), y la parte superior ensanchada

(limbo); — los *estambres* son normalmente diez, dispuestos en dos círculos concéntricos (los interiores pueden abortar); — *pistilo* redondeado terminado por dos estilos largos, encorvados en forma de báculo; ovario

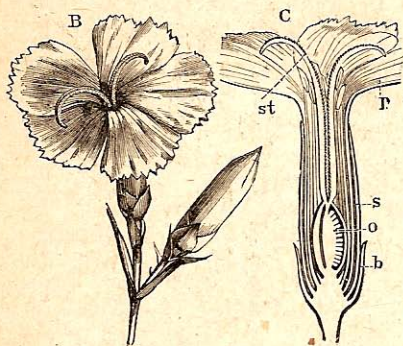


Fig. 229. — Ejemplo de cariofilea (clavel).

libre formado por dos carpelos soldados en cavidad bicelular y *placentación axil*; pero los tabiques transversales

se destruyen parcialmente, y las placentas quedan solas en el centro, aparentando una placentación axil; en otras cariofileas, el ovario está formado de tres o cinco carpelos; — el fruto es una *cápsula*.

Las cariofileas son plantas herbáceas, de hojas opuestas, simples, no recortadas; el tallo es generalmente dilatado en los nudos.

Ejemplos de **cariofileas** : *clavel*, *saponaria* o *jabonera*, *sileno*, *minutisa*, *neguilla* de los trigos...

245. Malváceas. — Tipo para el trabajo práctico : la *malva*; — *cáliz* formado por cinco sépalos, debajo de los cuales hay un *calículo*

de tres hojitas verdes;

— *corola* de cinco pétalos ligeramente soldados por su base;

— *estambres* numerosísimos, de filamentos soldados en un haz único, parecido a una columna carnosa

(estambres monadelfos), anteras libres;

— *pistilo* formado de un gran número de carpelos dispuestos en una corona,

con un solo óvulo cada

uno; los estilos soldados en un tallito único que recorre el tubo central que resulta de la soldadura de los filamentos de los estambres, los estigmas son libres;

— el fruto consta de tantos *aquenos* como carpelos había; estos aquenos están dispuestos al lado unos de otros,

formando como sectores de un queso o de un pastel circular.



Fig. 230. — Malva.

La familia de las malváceas encierra un gran número de plantas bastante diferentes unas de otras en el aspecto general, el tallo; unas son herbáceas, otras son árboles de grandes dimensiones; las hojas contienen un zumo mucilaginoso y se usan en medicina a causa de sus propiedades emolientes.

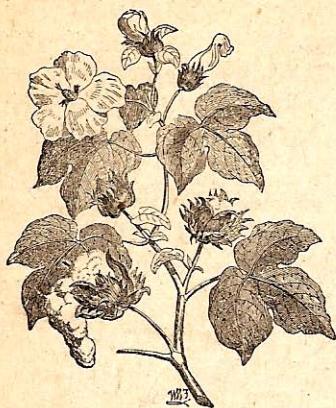


Fig. 231. — Algodón.

Ejemplos de **malváceas**: *malva silvestre*, *malvavisco*, *malva rosa* (*altea*), *abutilón*, *hibisco*, *algodón*, *baobab*, *cacao*....

246. Leguminosas. — Tipo para el trabajo práctico

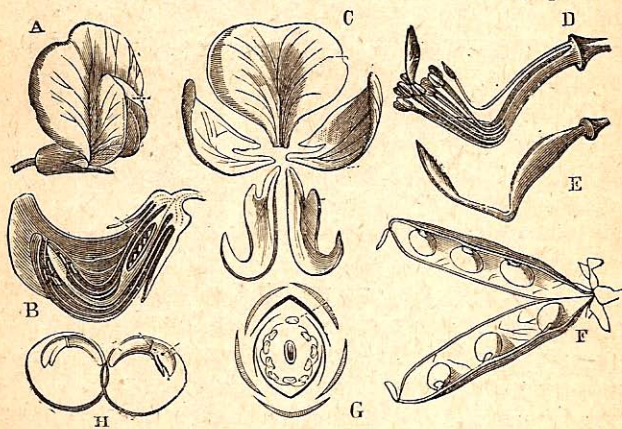


Fig. 232. — Flor y fruto de guisante.

el *guisante cultivado* (*chícharo*); — *estípulas* grandes en

la base del pecíolo de las hojas, *hojas compuestas pennadas*, los últimos folíolos transformados en zarcillos; — *flor irregular* formada de dos mitades laterales simétricas; — *cáliz* gamosépalo, en forma de embudo, cuyos bordes están provistos de cinco dientes pequeños; — *corola* muy irregular, formada de cinco pétalos desiguales independientes; uno, mayor que los demás, ocupa la parte superior y se llama *estandarte*, dos, colocados simétricamente de cada lado, forman las *alas*; los dos últimos, en la base, están ligeramente unidos por sus bordes y constituyen la *quilla*; la corola se llama *papilionácea* (amariposada); este calificativo se aplica también a la familia; — los *estambres* son diez; nueve están soldados por



Fig. 233. — Flor y fruto de acacia.

sus filamentos y forman una especie de gotera encorvada, abierta en su parte superior, en la cual está alojado el pistilo; el décimo estambre se aplica a lo largo de la hendidura de dicha gotera; — el *pistilo* es alargado, el estilo encorvado termina por un estigma dilatado; — el fruto es una *vaina*.

La familia de las leguminosas es una de las más importantes; encierra plantas herbáceas o leñosas; muchas de las cuales son útiles como alimenticias, medicinales o forrajeras,

Comprende varias tribus : *papilionáceas*, *cesalpíneas*, *mimóseas*. Ejemplos de **papilionáceas** : *frijol*, *guisante*, *garbanzo*, *haba*, *lenteja*, *trébol*, *alfalfa*, *esparceta*, *retama*, *aráquide* (*cacahuete*), *añil*, *robinia* o *acacia falsa*, *altramuz* (*lupino*), *colorín*....

Ejemplos de **cesalpíneas** : *algarrobo*, *cañafistula* (*cassia*), *palo de Campeche*, *palo del Brasil*, *ciclamor* o *árbol de Judea*, *copaiba*, *habero*, *cascalote*, *tamarindo*.

Ejemplos de **mimóseas** : *mimosas*, *sensitivas*, *acacias*, *mezquite*, *uña de gato*, *huísache*, etc.

Las mimóseas tienen flores regulares, los estambres muy numerosos, ligeramente soldados por la base de los filamentos.

247. Rosáceas. — La familia de las rosáceas encierra gran número de plantas, cuya organización presenta ciertas diferencias en los caracteres secundarios;

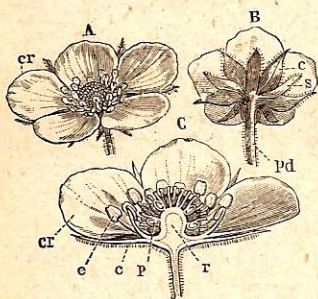


Fig. 234. — Flor del fresal.

suelen estudiarse por tribus separadas : **frágarias** (tipo el *fresal*), **róseas** (tipo el *rosal*), **amigdaláceas** (tipo el *almendro*), **pomáceas** (tipo el *manzano*)....

El **fresal** se caracteriza en primer lugar por sus ramas rastreras o *estolones*, que llevan en su extremidad una yema

terminal, la cual, en contacto con la tierra húmeda, echa raíces adventicias y produce una nueva planta; — las *hojas* son *compuestas*, con tres folíolos dentados y dos estípulas en la base del pecíolo común; — las flores son regulares : el *cáliz* está formado por cinco sépalos verdes

extendidos horizontalmente; debajo está un cálculo formado también de cinco piezas; — la *corola* consta de cinco pétalos blancos, extendidos como los rayos de una rueda y alternando con los sépalos; — los *estambres*, en número de veinte, están dispuestos en tres verticilos concéntricos e insertos sobre las piezas del cáliz; — el *pistilo* está formado por un gran número de pequeños carpelos distintos, fijados en una prominencia o receptáculo en el centro de la flor; — los frutos son *aquenos*, y el *receptáculo* desarrollado se vuelve carnoso y constituye la fresa.

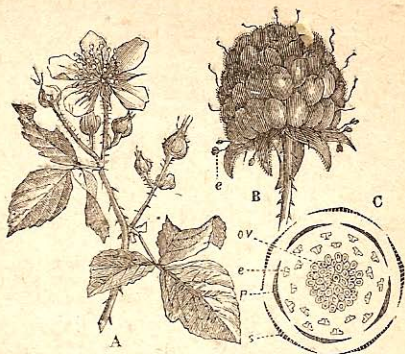


Fig. 235. — Zarzamora.

Fig. 236.
Flor y fruto de rosal silvestre (escaramujo).

Ejemplos de **fragarias** : *fresal*, *potentilla*, *zarzamora*, *frambueso*....

El **rosal silvestre** (*agavanzo, escaramujo*), tipo de las *róseas* se caracteriza por su flor, cuya parte central tiene la forma de una copa honda; numerosos *carpelos* independientes están fijados en el fondo de esta copa, los estilos y los estigmas aparecen al exterior; los *estambres*, los *pétalos* y los *sépalos* están fijados en el borde superior de la copa. Después de la fecundación, las paredes de la copa crecen y resulta una masa roja ovoide, como una especie de fruto, en cuyo interior están los *aquenos* (frutos verdaderos). Las *hojas* del rosal son *compuestas*, pennadas, con dos *estípulas* en su base. En los rosales cultivados, la mayor parte de los estambres está reemplazada por pétalos y los que quedan son generalmente estériles.

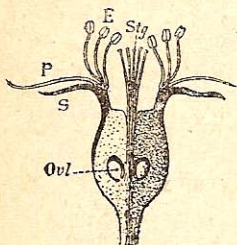


Fig. 237.
Corte de una flor de peral.

después de la fecundación, las paredes de la copa crecen y resulta una masa roja ovoide, como una especie de fruto, en cuyo interior están los *aquenos* (frutos verdaderos). Las *hojas* del rosal son *compuestas*, pennadas, con dos *estípulas* en su base. En los rosales cultivados, la mayor parte de los estambres está reemplazada por pétalos y los que quedan

son generalmente estériles.

Ejemplos de **róseas** : *rosales* de todas clases.

En el **almendro** y en el **melocotonero**, tipos de las *amigdaláceas*, el pistilo consta de un solo carpelo que encierra dos óvulos; el fruto es una *drupa*. Ejemplos de **amigdaláceas** : *almendro, melocotonero, albaricoque, ciruelo, cerezo, capulín...*

En las *pomáceas*, cuyos tipos son el **manzano** y el **peral**, el pistilo está formado de un *ovario adherente*, y consta de cinco carpelos soldados en un solo ovario de cinco cavidades, cada una con dos óvulos; la masa hinchada en el centro de la cual está el ovario, crece considerablemente después de la fecundación, y contribuye a formar el fruto, en la extremidad del cual puede verse el limbo del cáliz.

Ejemplos de **pomáceas** : manzano, peral, membrillo, tejocote, níspero, serbal, espino blanco....

248. Umbelíferas. — Tipo para el trabajo práctico : la **zanahoria**. Las *hojas* muy recortadas, son alternas y envainadoras en su base; — las *flores*, siempre pequeñas, están dispuestas en forma de *umbela compuesta*; — el

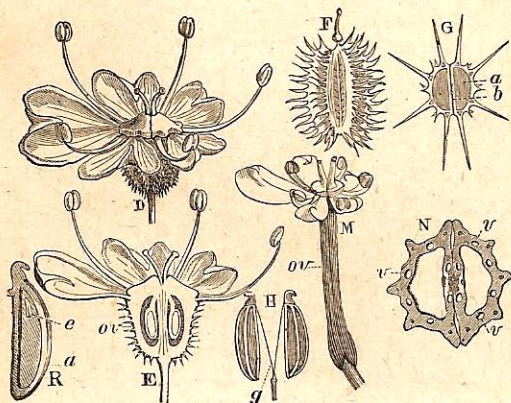


Fig. 238. — Flor y fruto de umbelíferas.

cáliz consta de cinco sépalos muy pequeños; — los cinco pétalos de la *corola* están a menudo doblados hacia adentro, alternan con cinco estambres; — el *ovario* es *ínfero*, y está formado de dos carpelos que limitan dos cavidades con un óvulo cada una; los dos estilos son libres y visibles en el centro de la flor. El fruto consta de dos *aquenos* que se separan al secarse y están fijados en la extremidad de un pedúnculo común bifurcado.

Ejemplos de **umbelíferas** : zanahoria, apio, perejil, perifollo, hinojo, culantro, anís, angélica, cicuta....

249. Entre las numerosas familias de plantas diali-

pétalas, cuya importancia varía con los climas, figuran entre otras : — las **lináceas** (*lino*); las **violariáceas** (*violeta, pensamiento*); las **geraniáceas** (*geranio, pelargonio, erodio*); las **tropeoláceas** (*capuchina*); las

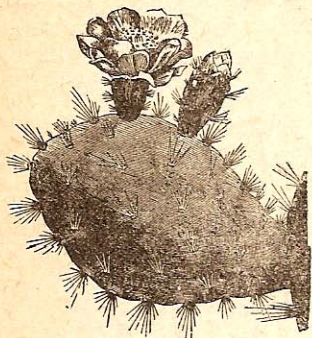


Fig. 239.
Rama y flor de nopal (cáctea).

las **oxalidáceas** (*oxalis o agritos*); las **onagrariáceas** (*onagra, arete o fucsia*); las **ampelídeas** (*vid, parra virgen*); las **mirtáceas** (*eucalipto, guayabo, pimienta*); las **crasuláceas** (*siempre viva, oreja de burro o echeveria*); las **rutáceas** (*ruda, zapote blanco*); las **cáceas** (*nopal, biznaga, garambullo, órganos*); las **auranciáceas** (*naranja,*

limonero, lima, cidro); las **pasiflóreas** (*pasionaria, granadita de China, papaya*); las **anonáceas** (*anona, chirimoya*); las **begoniáceas** (*begonias*).

CAPÍTULO XV

DICOTILEDÓNEAS GAMOPÉTALAS

250. Las plantas que constituyen esta sección tienen los pétalos más o menos soldados entre sí; el número de las partes de la corola se conoce por los lóbulos del borde superior; unas gamopétalas tienen el **ovario libre** o **súpero** (*solanáceas, borragíneas, personadas, labiadas...*), otras, el **ovario ínfero** o **adherente** (*rubiáceas, compuestas*). El trabajo práctico se hará conforme a las indicaciones dadas en el capítulo anterior (nº 240).

251. Solanáceas. — Tipo para el trabajo práctico: la *patata* o la *hierba mora*. Las *hojas* alternas, recortadas en folíolos; la flor es regular; — el *cáliz* está formado por cinco sépalos soldados por su base; — la *corola* consta de cinco pétalos igualmente soldados, excepto en el borde superior, y tiene así la forma de un embudo muy abierto con cinco dientes

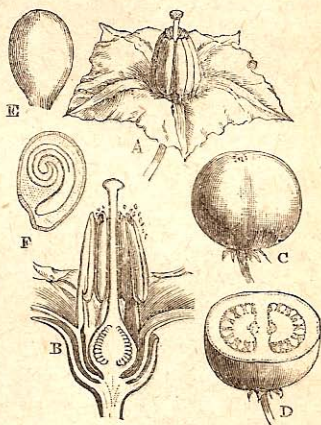


Fig. 240. — Flor (A, B), fruto (C, D) y semilla (E, F) de la Patata.

regulares que alternan con los del cáliz; — cinco *estambres*, de filamentos gruesos y cortos que, por su base, se insertan en la cara interna de la corola; las cinco anteras, muy voluminosas, de un color amarillo de oro, adyacentes unas con otras, forman una especie de tubo en el cual pasa el estilo; tienen dehiscencia poricida; — el *pistilo* está formado de dos carpelos soldados que constituyen dos cavidades con numerosos óvulos. El fruto es una *baya*, en la base de la cual persiste el cáliz.

Las solanáceas forman dos grupos según la naturaleza del fruto : baya o cápsula.

Ejemplos de **solanáceas de baya** : *patata*, *hierba mora*, *tomate*, *berenjena*, *chile* o *pimiento*, *dulcamara*, *belladona*, *huele de noche*....

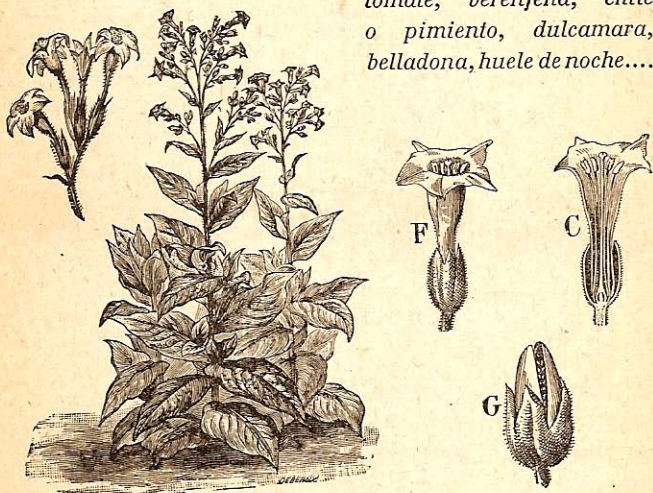


Fig. 241. — Tabaco : mata, flor y fruto.

Ejemplos de **solanáceas de cápsula** : *tabaco*, *daturo* o *estramonio*, *floripondio*, *copa de oro*, *beleño* (fruto : *pixidio*), *betunia* o *petunia*....

252. Borragíneas. — Tipo para el trabajo práctico : la *borraja*. Las *hojas* simples, alternas, están cubiertas de pelos ásperos; la inflorescencia es una *cima unípara* o *cima escorpioide*; *cáliz* regular con cinco dientes, *corola* regular con cinco lóbulos; cinco *estambres*, cuyos filamentos se insertan en el tubo de la corola; el *pistilo* está compuesto de dos carpelos que forman dos cavidades con dos óvulos en cada una, pero aparece muy temprano un tabique suplementario que divide cada cavidad en dos lóculos (un óvulo cada uno).

Ejemplos de **borragíneas** : *borraja*, *heliotropo*, *viperina*, *pulmonaria*, *nomeolvides* o *raspilla* (*miosotis*)....

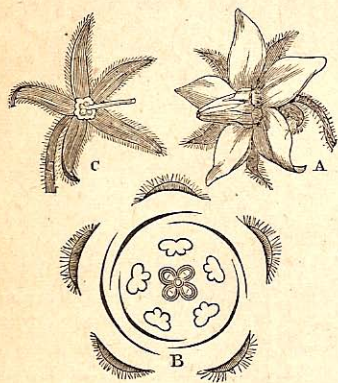


Fig. 242. — Flor de borraja.



Fig. 243. — Digital purpúrea.

253. Personadas o escrofulariáceas. — Tipo para el trabajo práctico : la *digital purpúrea*; *cáliz* formado de

cinco pétalos unidos por su base; lo más notable es la *corola* en forma de tubo, terminado por dos labios, el superior con dos lóbulos, y el inferior con tres lóbulos; además esta corola se prolonga inferiormente por una especie de espuela hueca, constituida a expensas del pétalo inferior; los cuatro *estambres* están fijados por sus filamentos en la cara interna de la corola; los dos inferiores son mucho más cortos que los demás (estambres didínamos); el *pistilo* consta de un ovario de dos cavidades, con numerosos óvulos de placentación axil; el fruto es una *cápsula* de dehiscencia *poricida*.

Ejemplos de *personadas* : *digital*, *linaria*, *dragón* (*perritos*), *verónica*, *paulonia*, *castilleja* (*cola de borrego*), *azafrancillo*, *pentstemon* (*jarritos*)....

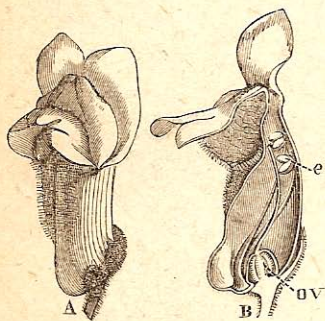


Fig. 244. — Flor de dragón (perritos).

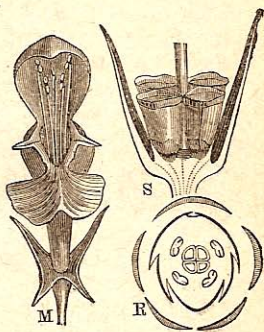


Fig. 245. — Flor y fruto de lamio (ortiga muerta).

234. Labiadas. — Tipo para el trabajo práctico : una *salvia* o un *lamio* (*ortiga muerta*). Las *hojas*, simples y opuestas, cubiertas de pelos; la sección del tallo es cuadrangular; flores irregulares; *cáliz* formado por cinco sépalos unidos, dos un poco más grandes; la *corola*

tiene la forma de un tubo terminado por cinco lóbulos; los tres inferiores más desarrollados forman un labio muy saliente; los dos superiores forman el otro labio; los *estambres*, en número de cuatro en muchas labiadas (dos en la salvia), están fijados en la cara interna de la corola; son didínamos. El *pistilo* está formado de dos carpelos soldados en dos cavidades, que contienen cada una dos óvulos; luego crece un tabique suplementario que divide cada cavidad en dos lóculos, con una semilla cada uno. El fruto consta de cuatro *aquenos* dispuestos en un cuadrado y rodeados del cáliz persistente.



Fig. 246. — Salvia oficial.

Ejemplos de **labiadas** :

lamio (*ortiga muerta*), *salvia* (muchas especies), *menta* (*hierba buena*), *romero*, *poleo*, *orégano*, *tabaquillo*, *toronjil*, *albaca*, *marrubio*, *tomillo*, *lavándula* (*espliego*)...

255. Rubiáceas. — La familia de las rubiáceas comprende hierbas, arbustos y árboles; la mayor parte viven en la zona tórrida; los caracteres son variados; el tallo es frecuentemente tetragonal; las hojas son verticiladas; en México, puede tomarse, como tipo para el estudio, la *bouvardia* (*contrahierba colorada*); *cáliz* en tubo corto, cuatro lóbulos; *corola* en forma de embudo alargado, formada por cuatro pétalos, cuatro *estambres*

de filamento corto, insertos en el tubo de la corola; ovario

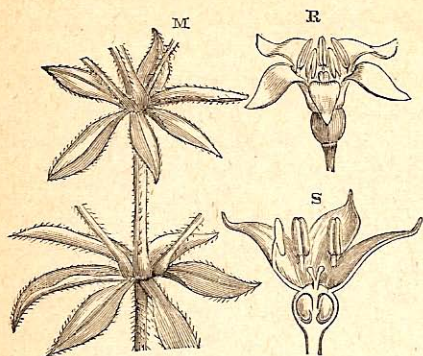


Fig. 247. — *Rubia*. M, fragmento del tallo; R, flor; S, corte de la flor.

adherente, pistilo formado, por dos carpelos con dos cavidades.

Ejemplos de *rubíaceas*: *rubia*, *cajeto*, *galio*, *gardenia*, *ipecacuana*, *quino*, *houstonia* (flor de San Juan)....

256. Compuestas o Sinentéreas. — Las

plantas de esta familia son generalmente herbáceas;

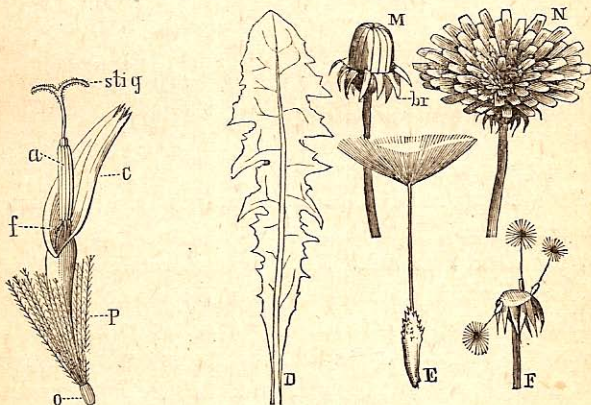


Fig. 248. — Flor ligulada.

Fig. 249. — El amarigón (comp. liguliflora).

las flores están agrupadas en un receptáculo común y rodeadas de un *involucro* formado de escamas más

o menos numerosas; el conjunto lleva el nombre de cabezuela. *Cáliz* de limbo entero o casi nulo o dividido

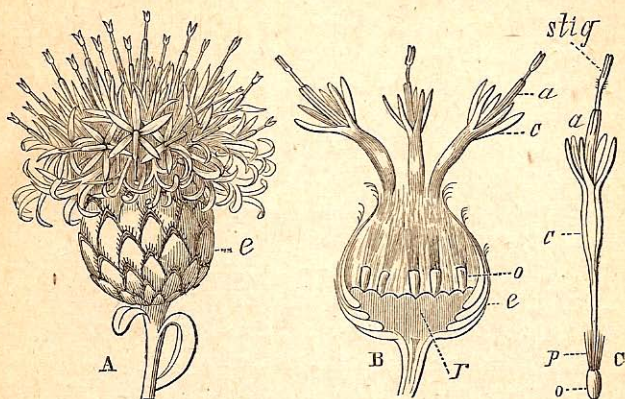


Fig. 250. — Ejemplo de tubuliflora (centaurea).

en pelos más o menos largos. *Corola*, ora regular de cinco dientes (flor **tubulosa**), ora irregular, de limbo proyectado lateralmente en forma de lengüeta (flor **ligulada**); estambres de filamentos libres y *anteras soldadas* en un tubo que rodea el estilo, el cual termina por dos estigmas; el ovario es adherente y el fruto es un *aquenio*.

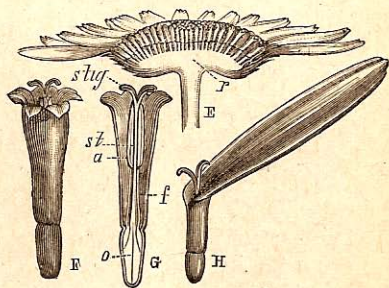


Fig. 251. — Cabezuela de compuesta radiada.

Según la forma de la corola y la disposición de las flores en la cabezuela, las compuestas se dividen en tres

grupos : — las *tubulifloras*, cuyas flores son todas tubulosas; — las *ligulifloras*, cuyas flores son todas liguladas; — las *radiadas*, en que las flores del centro de la cabezuela son tubulosas y las de la circunferencia, liguladas.

Ejemplos de **tubulifloras** : *cardo*, *aciano*, *centaurea*, *alcachofa*....

Ejemplos de **ligulifloras** : el *diente de león* (*amargón*), la *lechuga*, la *achicoria silvestre*....

Ejemplos de **radiadas** : *girasol*, *margarita*, *dalia*, *crisantemo*, *senecio*, *zinnia*....

257. Otras familias. — **Cucurbitáceas** (*calabaza*, *sandía*, *melón*, *pepino*, *chayote*, *nueza*); **caprifoliáceas** (*madreselva*, *saúco*, *viburno*); **primuláceas** (*primavera*, *anagálide*, *ciclamen* o *mitra*); **oleáceas** (*olivo*, *fresno*, *trueno*); **dipsáceas** (*cardencha* o *cardo de cardar*, *escabiosa*); **apocíneas** (*adelfa* o *laurel rosa*, *vinca* o *cielo raso*); **convulvuláceas** (*camote*, *jalapa*, *campanilla* o *quiebra plato*, *enredadera*, *manto de la virgen*, *cuscuta*); **nictinagíneas** (*buganvilla*, *maravilla*), etc.

APÉNDICE

REACTIVOS

El **ácido acético** se usa para aclarar los tejidos; hincha los granos de almidón y las paredes celulósicas; disuelve los cristales de carbonato de calcio con efervescencia; la disolución diluída hace el núcleo más visible; la disolución de 1 a 2 por 100 se obtiene mezclando el ácido glacial con agua destilada.

El **ácido crómico** se emplea para fijar; disolución de un gramo del anhídrido cristalizado en 100 cc. de agua destilada.

El **ácido cromo-nítrico** endurece y fija los tejidos. Mezclar 4 volúmenes de ácido nítrico al 10 por 100, 3 volúmenes de alcohol al 90 por 100, y 3 volúmenes de una disolución de ácido crómico al 1/2 por 100. Dejar en reposo algunas horas; la mezcla tiene color morado.

El **ácido pícrico** se emplea en disolución acuosa saturada, para fijar.

El **ácido sulfúrico** se usa al 50 por 100; verter el ácido en el agua muy despacio revolviendo, y enfriando el vaso.

El **alcohol absoluto** sirve para fijar, deshidratar. Se puede preparar del modo siguiente : calcinar sulfato de cobre (vitriolo azul pulverizado); echar el polvo blanco en un vaso de boca ancha con alcohol al 95 por 100; agitar

frecuentemente; al cabo de 24 horas, decantar el líquido y echar otra cantidad de sulfato anhidro. El alcohol se considera completamente deshidratado (absoluto) cuando el sulfato anhidro de cobre (blanco) no se vuelve azul con su contacto.

El **alcohol diluído** se emplea al 90 por 100 (180 cc. del 95 por 100 con 10 cc. de agua), al 70 por 100 (140 cc. del 95 por 100 con 50 cc. de agua), al 50 por 100 (100 cc. del 95 por 100 con 90 cc. de agua), al 35 por 100 (70 cc. del 95 por 100 con 120 cc. de agua); es líquido conservador, deshidratante.

El **alcohol acidulado** se obtiene agregando 5 a 8 gotas de ácido chorhídrico puro a unos 100 cc. de alcohol al 70 por 100 o al 35 por 100.

El **bálsamo de Canadá** se usa para montar las preparaciones; disolución concentrada en el xilol.

El **bicromato de potasio** fija los tejidos; la disolución contiene : agua 100 cc., bicromato de potasio 3 gr., y ácido acético 5 gr.

El **carmín acético** tiñe rápidamente los tejidos frescos y hace más visible el núcleo; calentar hasta ebullición ácido acético al 45 por 100, agregar carmín en polvo fino hasta saturación; filtrar, diluir con agua destilada.

El **carmín aluminado** (Grenacher) es un buen colorante; preparar una disolución saturada de alumbre de potasio, disolviendo en caliente, y decantando el líquido enfriado. Luego se disuelve carmín hasta saturación en la disolución hirviente de alumbre; la mezcla toma una hermosa coloración rojo morado; filtrar. Para conservación, agregar una gota de fenol. Este colorante no se conserva de un modo indefinido; hay que filtrarlo de vez en cuando.

El **cloroyoduro de zinc** puede obtenerse mezclando

con unos 50 cc. de disolución saturada de cloruro de zinc unos 10 cc. de disolución de yoduro de potasio, saturada de yodo.

El **cloruro de calcio yodado** se prepara del modo siguiente : a 50 cc. de disolución acuosa saturada de cloruro de calcio, agregar 2 1/2 gr. de yoduro de potasio y 1/2 gr. de yodo; calentar ligeramente, filtrar sobre amianto.

Los **colores de anilina** (verde, azul, morado, rojo, etc.) se usan en disolución acuosa o alcohólica, generalmente diluída.

La **eosina** se emplea en disolución saturada en alcohol al 70 por 100 o en agua.

La **floroglucina clorhídrica** se prepara disolviendo la floroglucina en alcohol metílico hasta saturación, y luego agregando ácido clorhídrico puro, hasta que comience la precipitación. En la práctica, se obra así : se colocan las secciones en una gota de solución alcohólica medianamente saturada; después de un momento, se deposita en la preparación una gota de ácido clorhídrico puro.

El **formol** puede emplearse en disolución de 1 a 4 por 100; la disolución comercial está al 40 por 100.

La **fucsina amoniacal** se obtiene del modo siguiente : a una disolución alcohólica medianamente saturada, agregar amoníaco (álcali) hasta que la coloración roja desaparezca, y el líquido tome un tinte amarillento; filtrar, conservar en frascos esmerilados.

La **glicerina** puede emplearse pura o bien en mezclas : partes iguales con agua destilada, o partes iguales con alcohol al 90 por 100.

La **hematoxilina** de Delafield se prepara así : en 100 cc. de disolución acuosa saturada de alumbre de amoníaco, echar gota a gota la disolución de 1 gramo de

hematoxilina cristalizada en 6 cc. de alcohol absoluto; exponer al aire y a la luz; agregar después 25 cc. de glicerina y 25 cc. de alcohol metílico.

La disolución de **magenta** (roseina) tiñe los tejidos frescos; puede obtenerse con un gramo de la materia colorante y unos 100 cc. de alcohol al 95 por 100; diluir con agua destilada según necesidad.

El **moreno de Bismark** se usa en disolución al 1 a 2 por 100 en alcohol a 70-80 por 100.

El **morado de genciana** se emplea en disolución acuosa al 1 por 100.

El **reactivo de Millon** se prepara disolviendo un poco de mercurio en su propio peso de ácido nítrico, y agregando a la disolución dos veces su volumen de agua destilada.

El **rojo congo** se emplea en disolución acuosa al 1 por 100.

El **rojo Sudán III** se emplea en disolución alcohólica saturada y filtrada; las secciones permanecen de 5 a 10 minutos en el reactivo, se lavan con agua y montan en glicerina; las membranas suberificadas toman un color rojo vivo.

La **safranina** puede disolverse en alcohol : medio gramo de safranina en 50 cc. de alcohol absoluto, y, después de tres días, agregar 10 cc. de agua destilada. Este colorante se usa también en disolución acuosa al 1 por 100.

La **solución nutritiva** para las plantas (fórmula de Sachs) contiene, por un litro de agua, medio gramo de cada una de las sustancias siguientes : nitrato de potasio, cloruro de sodio, sulfato de calcio, fosfato de calcio, y unas gotas de una disolución diluída de cloruro férrico.

La **solución nutritiva** para cultivo de levadura, mohos, esporas de hongos (fórmula de Pasteur) contiene : agua 840 cc.; fosfato de potasio 2 gr.; fosfato de calcio

2 decigr.; fosfato de magnesio 2 decigr.; tartrato de amonio 10 gr.; azúcar de caña 150 cc. de disolución saturada.

El **sulfato de anilina** se emplea en disolución acuosa, a la cual se agregan unas gotas de ácido sulfúrico.

La **tintura de alcana** existe preparada en el comercio.

El **verde de yodo** acético se usa en disolución acuosa al 1 por 100, adicionada de unas gotas de ácido acético.

El **verde de metilo** se emplea en disolución acuosa al 1 por 100, con unas gotas de ácido acético.

El **yodo** se disuelve en el yoduro de potasio : 1 gr. de yoduro en 10 cc. de agua destilada; se agregan 25 centigramos de yodo, y se diluye la disolución hasta tener un volumen de 250 cc.

ÍNDICE

Los números se refieren a los párrafos.

	NOCIONES PRELIMINARES	1 a	8
CAP.	I. — La célula vegetal.		
/ / / / /	I. — Trabajo práctico	9 a	15
	II. — Estructura de la célula	16 a	22
	III. — Evolución de las células	23 a	28
CAP.	II. — Semilla. Germinación.		
/ / / / /	I. — Trabajo práctico	29 a	32
	II. — Partes de una semilla	33 a	36
	III. — Germinación de la semilla	37 a	40
CAP.	III. — La Raíz.		
/ / / / /	I. — Trabajo práctico	41 a	44
	II. — Caracteres exteriores	45 a	51
	III. — Estructura de la raíz	52 a	57
	IV. — Funciones de la raíz	58 a	63
CAP.	IV. — El Tallo.		
/ / / / /	I. — Trabajo práctico	64 a	68
	II. — Caracteres generales del tallo	69 a	83
	III. — Estructura del tallo	84 a	93
	IV. — Funciones del tallo	94 a	95
CAP.	V. — La Hoja.		
/ / / / /	I. — Trabajo práctico	96 a	105
	II. — Caracteres exteriores	106 a	114
	III. — Estructura de la hoja	115 a	116
	IV. — Funciones de la hoja	117 a	123
	V. — Nutrición de las plantas	124 a	127
	VI. — Multiplicación de las plantas por medio de los órganos vegetativos	128 a	131

CAP. VI. — La Flor.		
§	I. — Trabajo práctico	132 a 140
§	II. — Caracteres exteriores	141 a 151
§	III. — Estructura de la flor	152 a 154
§	IV. — Funciones de la flor	155 a 162
CAP. VII. — El Fruto.		
§	I. — Trabajo práctico	163 a 169
§	II. — Estructura y clasificación	170 a 179
CAP. VIII. — Talofitas.		
§	I. — Trabajo práctico	180 a 190
§	II. — Algas	191 a 199
§	III. — Hongos	200 a 206
§	IV. — Líquenes	207
CAP. IX. — Muscineas.		
§	I. — Trabajo práctico	208 209
§	II. — División y caracteres	210 a 212
CAP. X. — Criptógamas vasculares.		
§	I. — Trabajo práctico	213 214
§	II. — Clasificación	215 a 217
CAP. XI. — Gimnospermas.		
§	I. — Trabajo práctico	218
§	II. — Caracteres y clasificación	219 a 221
CAP. XII. — Monocotiledóneas.		
§	I. — Trabajo práctico	222 a 224
§	II. — Caracteres y clasificación	225 a 231
CAP. XIII. — Dicotiledóneas apétalas.		
§	I. — Trabajo práctico	235 a 237
§	II. — Caracteres y clasificación	238 a 239
CAP. XIV. — Dicotiledóneas dialipétalas.		
§	I. — Trabajo práctico	240
§	II. — Clasificación	241 a 249
CAP. XV. — Dicotiledóneas gamopétalas.		250 a 257
Apéndice: Reactivos		269