

Orestes Cendrero

CURSO ELEMENTAL
DE
HISTORIA NATURAL

BOTÁNICA

SEXTA EDICIÓN

CURSO ELEMENTAL

DE HISTORIA NATURAL

BOTÁNICA

TROZOS DE HIGIENE MODERNA

Son unas nociones de divulgación científica, muy útiles para las Escuelas y para todas aquellas personas que no hayan estudiado esta rama de la Ciencia en algún Centro docente, puesto que en dichos Trozos hallarán las principales reglas para prevenirse contra el contagio de las enfermedades más frecuentes, etc., etc., según puede deducirse por los títulos de los folletos que constituyen la colección completa, y que se enumeran a continuación. Cada folleto se vende separadamente.

TÍTULOS	Ejemplar — Pesetas
FOLL. 1.— <i>Qué son los microbios, cómo viven y cómo se desarrollan</i>	0,50
— 2.— <i>Ésterilización y desinfección.—Procedimientos sencillos para desinfectar objetos, etc.</i>	0,50
— 3.— <i>Concepto de los términos etiología, profilaxis, invasión, infección, receptividad, inmunidad, incubación, endemia, epidemia y pandemia</i>	0,30
— 4.— <i>La tuberculosis.—Con los principales procedimientos para destruir las moscas, que tanto contribuyen a la propagación de ésta y demás enfermedades</i>	0,75
— 5.— <i>La fiebre tifoidea o tifus abdominal.—Las fiebres paratifoideas.—El tifus exantemático o tabardillo</i>	0,40
— 6.— <i>La gripe.—La tos ferina</i>	0,30
— 7.— <i>Las fiebres eruptivas (viruela, sarampión y escarlatina)</i>	0,30
— 8.— <i>La difteria.—La pulmonía y la bronconeumonía</i>	0,30
— 9.— <i>La meningitis cerebro-espinal.—La parálisis infantil</i>	0,30
— 10.— <i>La encefalitis letárgica.—La erisipela.—La gangrena</i>	0,30
— 11.— <i>El carbunco.—El tétanos.—El muermo</i>	0,30
— 12.— <i>El cólera.—La peste</i>	0,30
— 13.— <i>La fiebre amarilla.—Con los principales procedimientos para destruir las larvas de los mosquitos o agentes transmisores de esta enfermedad, del paludismo, etc.</i>	0,40
— 14.— <i>El paludismo</i>	0,30
— 15.— <i>La rabia</i>	0,30
— 16.— <i>La sífilis.—La disenteria</i>	0,30
— 17.— <i>Higiene del sistema muscular</i>	0,30
— 18.— <i>Higiene del sistema nervioso.—El sueño</i>	0,30
— 19.— <i>Higiene de la piel y del pelo</i>	0,30
— 20.— <i>Higiene del olfato, gusto, vista y oído</i>	0,30
— 21.— <i>Higiene de la boca, dientes y faringe</i>	0,30
— 22.— <i>Higiene de la digestión.—Acción del tabaco sobre el aparato digestivo</i>	0,30
— 23.— <i>El agua: su grado de potabilidad según su procedencia: su purificación</i>	0,30
— 24.— <i>La leche.—Las bebidas aromáticas (café, mate, coca, etc.): su acción sobre el organismo</i>	0,30
— 25.— <i>Las bebidas alcohólicas (vinos, cervezas, licores, etc.).—Alcoholismo y su profilaxis</i>	0,40
— 26.— <i>Alimentos vegetales y animales: su valor nutritivo</i>	0,40
— 27.— <i>Enfermedades que pueden adquirirse por intermedio de los alimentos vegetales (quiste hidatídico, etc.)</i>	0,40
— 28.— <i>Enfermedades que pueden adquirirse por intermedio de los alimentos animales (solitarias y triquina)</i>	0,40
— 29.— <i>La alimentación insuficiente y la sobrealimentación.—Los condimentos.—Las conservas.—Los utensilios de cocina</i>	0,30
— 30.— <i>Higiene del aparato circulatorio: acción del tabaco sobre el mismo</i>	0,30
— 31.— <i>Higiene del aparato respiratorio: acción del tabaco.—Capacidad y ventilación de las habitaciones</i>	0,30
— 32.— <i>El calor del cuerpo.—Los vestidos</i>	0,40
— 33.— <i>Los baños.—Las viviendas</i>	0,30
— 34.— <i>Los retretes.—Los pozos negros y su desodorización.—Las alcantarillas</i>	0,40
— 35.— <i>Higiene de los niños (1.^a y 2.^a infancia y puericia)</i>	0,50
— 36.— <i>Las calles: su pavimentación y limpieza.—Las basuras</i>	0,50

De venta en las principales librerías de España y de América.

Cada folleto se vende por separado, tanto por unidad como en grandes cantidades.
Para los pedidos al por mayor, DIRIGIRSE AL AUTOR,

CURSO ELEMENTAL DE HISTORIA NATURAL

BOTÁNICA

POR

Orestes Cendrero Curiel

DOCTOR EN CIENCIAS NATURALES

EX-ENCARGADO DE LOS CURSOS PRÁCTICOS DE ORGANOGRAFÍA Y FISIOLÓGIA COMPARADAS EN LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID.

EX-PENSIONADO POR EL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES Y JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS EN LA ESTACIÓN DE BIOLÓGIA MARÍTIMA DE SANTANDER.

INDIVIDUO DE LA COMISIÓN EXPLORADORA DE LAS COSTAS DEL NORTE DE ÁFRICA, ENVIADA POR EL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES DE MADRID Y LABORATORIO

BIOLÓGICO MARÍTIMO DE BALEARES.

CORRESPONDIENTE DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HIGIENE Y DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE BIOLÓGIA.

EX-AUXILIAR DE MINERALOGÍA Y BOTÁNICA Y ZOOLOGÍA EN LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO.

EX-CATEDRÁTICO, POR OPOSICIÓN, DE HISTORIA NATURAL Y FISIOLÓGIA E HIGIENE EN EL INSTITUTO NACIONAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE HUELVA,

Y ACTUALMENTE CATEDRÁTICO, TAMBIÉN POR OPOSICIÓN, DE DICHAS ASIGNATURAS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE SANTANDER.

Obra declarada de mérito y de utilidad para la enseñanza por la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, por el Consejo de Instrucción Pública y por el Ministerio de Instrucción Pública, agosto 1923.

Sexta edición corregida y aumentada

(Segunda tirada)

PRECIO: { Rústica 6,50 pesetas.
 { Encuadernada . . 7,50 »

SANTANDER

1932

ES PROPIEDAD DEL AUTOR, QUIEN SE
RESERVA, EN TODOS LOS PAÍSES, LOS
DERECHOS DE REPRODUCCIÓN DE
TEXTO Y GRABADOS, DE ADAPTACIÓN
Y DE TRADUCCIÓN.

Títulos y precios de las obras didácticas del mismo autor

	<i>Precio</i> — <i>Encua-</i> <i>ternadas</i>
Elementos de Anatomía y Fisiología, 8.^a edición	12,00 pts.
Elementos de Higiene, 8.^a edición	6,00 »
Nociones de Anatomía, Fisiología e Higiene, 9.^a edición	9,00 »
Lecciones de Anatomía, Fisiología e Higiene, 3.^a edición	16,00 »
Geología, 6.^a edición (segunda tirada), rústica, 6,50	7,50 »
Botánica, 6.^a edición (segunda tirada), rústica, 6,50	7,50 »
Zoología, 6.^a edición (segunda tirada), rústica, 6,50	7,50 »
Nociones de Historia Natural, 6.^a edición	15,00 »
Lecciones de Historia Natural, 3.^a edición	14,00 »
Biología (en colaboración con el Dr. E. Rioja)	30,00 »
Elementos de Biología general y especial (en colaboración con el doc- tor E. Rioja)	32,00 »
Prácticas de Biología (en colaboración con el Dr. E. Rioja)	12,00 »
Prácticas de Anatomía y Fisiología (en colaboración con el Dr. E. Rioja)	8,00 »
Elementos de Geología (en colaboración con el Dr. Fernández Navarro)	32,00 »
Prácticas de Mineralogía y Geología (en colaboración con el Dr. J. Royo)	15,00 »
Clave mineralógica (en colaboración con el Dr. J. Royo)	3,00 »

Talleres Tipográficos A. Andrey y C.^a—Reinosa

AL ILUSTRE BOTÁNICO ESPAÑOL

DON BLAS LÁZARO IBIZA

(1858-1921)

Doctor en Ciencias Naturales y en Farmacia;
Catedrático de Botánica descriptiva en la Facultad de Farmacia de la
Universidad de Madrid; Miembro de la Real Academia de Ciencias
Exactas, Físicas y Naturales; etc.; etc.

TESTIMONIO DE ADMIRACIÓN Y RESPETO

EL AUTOR.

PRÓLOGO A LA PRIMERA EDICIÓN

Es frecuente que en las obras de Botánica destinadas a la segunda enseñanza, se atiende más a la parte descriptiva que a la general y, dentro de aquélla, más a la Fanerogamia que a la Criptogamia. Además, con el plan que suele adoptarse, y que consiste en el estudio de toda la parte descriptiva de los distintos Tipos después de la general de todos ellos, no es fácil que el alumno pueda darse exacta cuenta de las relaciones que ligan los distintos grupos entre sí.

Por estas razones, en la presente obra, y bajo el plan que yo creo más racional, doy a la Criptogamia alguna mayor amplitud que de ordinario y en todos los grupos, siguiendo el criterio hoy predominante en el profesorado, estudio más extensamente la parte general que la descriptiva.

Para terminar hago constar mi agradecimiento a los distinguidos compañeros a cuya cariñosa solicitud debo el haber llevado a cabo esta obra.

Orestes Cendrero.

Santander, septiembre 1916.



PRÓLOGO A LA TERCERA EDICIÓN

Varios distinguidos profesores han tenido la bondad de indicarme la conveniencia de que acentuara los nombres científicos, tanto para mayor comodidad de los alumnos, como para que aquellos que no han estudiado latín, cargaran la acentuación donde debe hacerse. Y uno de los primeros tendía a vencer mi natural resistencia a poner acentos ortográficos en palabras de un idioma donde no existen dichos acentos, con estas otras razones: «La Iglesia, modelo de madres, acentúa las palabras polisílabas en los Misales y Breviarios que han de ser manejados por Sacerdotes, en quienes se presupone dominio del latín».

Por todo lo que antecede, y como mi aspiración es que la obra facilite su labor todo lo posible a los profesores y alumnos, en la presente edición he acentuado los nombres científicos (excepto, por dificultades tipográficas, aquellos donde el acento cae sobre la *y* o sobre la *æ* u *œ*, de acuerdo con los deseos manifestados por los precitados profesores.

Además de la modificación indicada, he introducido otra, consistente en la intercalación de numerosas figuras, principalmente fotografías de vegetales diversos. De estas figuras, unas han sido tomadas directamente por mí y otras son reproducción de las que para la obra han obtenido y enviado diversos profesores, alumnos y amigos españoles y extranjeros, principalmente de los países hispano-americanos. Gracias al desinteresado concurso que todos ellos me han prestado, he podido conseguir que de la mayor parte de las especies que cito en el texto puedan formarse los alumnos una idea lo más próxima posible a la realidad viendo la fotografía correspondiente, siendo de esperar que en la próxima edición consiga hacer figurar la fotografía de todas las especies que cito porque son muchos los profesores, etc., que me tienen anunciados envíos que no han podido alcanzar a la presente, a pesar de haberla demorado todo lo posible. Aunque al pie de cada grabado aparece el nombre

del comunicante de la fotografía, me complazco en testimoniar aquí en conjunto a todos ellos mi sincero agradecimiento por su interés hacia mi obra.

Por último, reciban mis queridos compañeros las gracias más expresivas por sus indicaciones, por el valioso concurso que me han prestado y por la favorable acogida que siguen dispensando a la obra.

Orestes Cendrero.

Santander, febrero 1922.

ALGUNAS INDICACIONES SOBRE LA PRONUNCIACIÓN DE LAS PALABRAS LATINAS

Son varias las naciones hispanoamericanas donde el Latín no forma parte integrante del Plan de Estudios del Bachillerato, y otras donde su estudio se hace después del de la Historia Natural. En las Escuelas Normales tampoco se cursa dicho idioma. En todos estos casos los alumnos pronuncian los nombres científicos como si estuvieran escritos en castellano, so pena de que el profesor se imponga la labor de enseñar a los alumnos las reglas de pronunciación latina o de corregirles en cada caso particular la pronunciación defectuosa. Las breves reglas que doy a continuación tienden a evitar todos estos inconvenientes.

La mayor parte de las letras del alfabeto latino, y sus combinaciones, se pronuncian como en castellano. Se exceptúan las siguientes:

La **ch** se pronuncia siempre como **k**. Ejemplo: **cheirantus** se dirá **keirantus**.

La **j** se pronuncia como la **y**. Ejemplo: **juglans** se pronunciará **yuglans**.

La **r** suena fuerte en comienzo de palabra y cuando va después de *l*, de *n* o de *s*; en los demás casos es suave.

En buena prosodia, a la **g** se le debía dar sonido suave. Ejemplo: **gimnotus** y **conger** se debían pronunciar como pronunciaríamos si en castellano estuviese escrito **guimnotus** y **conguer**; pero ordinariamente se pronuncia como en castellano.

Cuando las letras **g** y **q** van seguidas de **u**, ésta debe sonar, es decir, que debe pronunciarse como pronunciaríamos en castellano si tuviese diéresis. Ejemplo: **aquifolium** debe decirse **aquífolium**. Sin embargo, lo más frecuente es que se pronuncien como en castellano, y así, **anguilla** no se dice **angüilla**, sino **anguilla**.

Aun cuando algunos latinistas modernos dicen que la **c** y la **z** deben pronunciarse, respectivamente, como **k** y como **s** suave, conviene advertir que, sin duda por ley de la costumbre, se pronuncian siempre como en castellano. Según esto, *cicer* debía decirse *kiker*, y, sin embargo, se dice *cicer*.

La **ll** no existe en latín; por esto, cuando se encuentran dos **ll** juntas, deben pronunciarse como si fueran dos **l** castellanas. Ejemplo: *allium* se dirá *al-lium*.

La **t** se pronuncia como **c** si va seguida de **i** y de otra vocal (*Gentiana* se dirá *Genciana*), excepto si a la **t** la preceden una **s** o una **x** o la sigue una **h**, en cuyos casos se pronuncia como en castellano. Algunos latinistas modernos la pronuncian siempre como en castellano, es decir, que para ellos no tiene nunca sonido de *c*.

La **f** existe en latín y se pronuncia como en castellano; pero la unión de las consonantes **p** y **h** se pronuncia también como **f**. En cambio, la unión de **rh** se pronuncia como **r**, y ya se vió que **th** se pronuncia **t**. Ejemplo: *sarcorhamphus* se dirá *sarcoramfus*.

Los diptongos **ae** y **oe** se pronuncian como **e**; en esta obra se representan, respectivamente, por **æ** y **œ**. Cuando se deshace el diptongo y cada letra se pronuncia con su sonido propio, se coloca diéresis sobre la segunda vocal. Ejemplo: *gypaetus* se dirá *gypa-etus* y no *gypetus*.

Lec 24 (1)

PRELIMINARES

La rama de la *Historia Natural* (*) que se ocupa del estudio de los seres vivos, recibe el nombre de *Biología* (del gr. *bios*, vida; *logos*, tratado), la cual, a su vez, se subdivide en dos grandes grupos o *Reinos* denominados *Botánica* o *Fitología* y *Zoología*, según estudien los vegetales (gr. *botane*, planta; *fyton*, vegetal) o los animales (gr. *zoon*, animal). Pero como el campo que abarca cada uno de estos Reinos es muy extenso, ha sido preciso subdividir cada uno de ellos en otras varias ramas, que reciben idénticos nombres, ya se trate de la Botánica o de la Zoología, y que circunscribiéndonos a la primera, son: *Anatomía* (del gr. *anatome*, corte, disección), que tiene por objeto el estudio de la estructura del cuerpo del vegetal, y que se divide en *general* y *descriptiva*. La Anatomía general estudia las partes repetidas en un mismo vegetal y comunes a otros muchos, como son: 1.º, los principios inmediatos o *Estequiología* (del gr. *stoiqueion*, elemento); 2.º, los elementos anatómicos o *Citología* (del gr. *kytos*, célula); 3.º, los tejidos o *Histología* (del gr. *istos*, tejido). La Anatomía especial, descriptiva u *Organografía*, como indica su nombre (del gr. *organon*, órgano), describe los distintos órganos y aparatos, mientras que la *Fisiología* (del gr. *fysis*, naturaleza) se ocupa del funcionamiento de las células y tejidos (*Fisiología general*) y de los órganos y aparatos (*Fisiología especial*) en estado normal. Son también ramas de la Botánica la *Embriología* u *Ontogenia* y la *Fitografía*; trata la primera (del gr. *ontos*, el ser; *genesis*, origen), de conocer todas aquellas fases por que el ser atraviesa antes de nacer y las metamorfosis o cambios que experimenta después de haber nacido; y la segunda (del gr. *fyton*, vegetal; *grafo*, yo describo), también llamada *Botánica descriptiva* y *Botánica especial*, de dar los nombres, clasificar y describir las distintas especies vegetales, determinar su distribución geográfica y el beneficio o perjuicio que reportan, así como averiguar las relaciones que tienen entre sí y con los ya fósiles, o sea

(*) Para la definición de Historia Natural, analogías y diferencias entre los seres naturales, etc., véase mi obra *GEOLÓGIA*, pág. 9.

que existieron en otras épocas de la vida de la Tierra y que nos han legado sus restos más o menos mineralizados, llamándose *Paleobotánica* (del gr. *palaios*, antiguo) este último estudio, y *Fitogeografía* o *Geografía Botánica*, la rama que se ocupa de la distribución geográfica de los vegetales y de las causas de dicha distribución.

Analogías y diferencias entre vegetales y animales.—Todo el mundo



Fig. 1.

sabe distinguir un vegetal de un animal de los de organización más complicada (chopos, perros, etc.). Pero si en vez de comparar las formas complicadas de cada grupo, establecemos esta comparación entre las formas más elementales (por ejemplo: un alga diatomácea o bacteriácea y un protozoo), las diferencias que los separan se hacen tan imperceptibles, que llegan a desaparecer. El porqué de esta falta de diferencias puede comprenderse considerando el conocido dibujo de la *figura 1*. Cada línea representa uno de los reinos, correspondiendo el extremo libre de ambas a los vegetales y animales más complicados, que son los que están más separados por sus diferencias, mientras que éstas se van atenuando a medida que se aproximan al vértice del ángulo, que corresponde a los animales y plantas más sencillos, en los cuales las diferencias son más difíciles de establecer.

Las principales analogías y diferencias existentes entre ambos grupos de seres se encuentran: 1.º en la forma exterior; 2.º, en la composición química; 3.º, en las funciones de nutrición, y 4.º, en las de relación.

FORMA EXTERIOR—
En general, puede decirse que *en los vegetales los órganos se extienden fuera del cuerpo*, como las raíces, ramas, etc., teniendo en conjunto una forma ramificada; mientras que *en los animales los órganos se desarrollan en el interior del cuerpo*, como el estómago, los intestinos, etcétera, por lo que no presentan el aspecto ramificado de los vegetales. Hay, sin embargo, excepciones; un grupo de animales de organización poco complicada, los pólipos (*figs. 2 y 3*) tienen una forma tan ramificada como una planta, hasta el punto de que por esta circunstancia han sido considerados durante mucho tiempo como vegetales.



Fig. 2.—Un pólipo (*Campulária flexuosa*), tamaño natural.



Fig. 3.—El mismo de la figura 2, aumentado.

Los pólipos son animales cuya forma ramificada les hace semejar vegetales.

COMPOSICIÓN QUÍMICA.—No hay diferencia alguna en cuanto a la *calidad* de los elementos químicos; pero si bien los *cuerpos simples son los mismos*, las agrupaciones de ellos difieren, pues al paso que *en los vegetales predominan* los compuestos de carbono, oxígeno e hidrógeno llamados *sustancias hidrocarbonadas* o *hidratos de carbono*, *en los animales predominan* los compuestos de carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno conocidos con los nombres de *sustancias cuaternarias* o *albuminoideas*. No quiere esto decir, sin embargo, que dichas sustancias sean *exclusivas* de cada uno de ellos, pues la *celulosa*, sustancia ternaria que endurece las membranas de las células vegetales, se encuentra también en algunos animales (Tunicados (*fig. 4*)(*); las semillas de algunas Leguminosas contienen en gran cantidad la *caseína* (sustancia cuaternaria), y las de otras, *colesterina* (sustancia ternaria), encontrándose ambas en los animales, en la leche y los sesos, respectivamente; la *clorofila*, sustancia cuaternaria que da color a las partes verdes de los vegetales, existe también en algunos animales, como en varios protozoos y pólipos, y, en cambio, carecen de ella algunos vegetales, los hongos, por ejemplo, ocurriendo lo mismo con las grasas y otras sustancias.



Fig. 4.—Un Tunicado (*Ciona intestinalis*). (Según el Dr. Emilio Rodríguez y López Neyra de Gorgot). Los Tunicados son animales cuya envoltura o *túnica* tiene celulosa lo mismo que los vegetales. La piel o pellejo de los garbanzos, alubias, etc., es de celulosa.

FUNCIONES DE NUTRICIÓN.—En general *los vegetales consumen como alimentos diversos materiales inorgánicos* del suelo y de la atmósfera y los transforman en la materia organizada que los forma, lo que no sucede con *los animales*, los cuales *necesitan alimentos previamente formados por otro ser orgánico*, ya sea vegetal o animal, pero habiéndolo tomado este último de un vegetal; por esto puede decirse que los animales son, en realidad, parásitos de los vegetales. Pero este carácter diferencial no puede tomarse como absoluto, porque entre los vegetales hay bastantes que tienen que nutrirse de un modo idéntico al de los animales, a saber: de alimentos ya elaborados por otro ser orgánico. Entre los vegetales de poca complicación orgánica se encuentran las bacterias y todo el numeroso grupo de los Hongos (*fig. 5*), y en



Fig. 5.—Hongo común (*Psalióta* o *Agáricus campestris*).

Todos los hongos se alimentan de materia orgánica, lo mismo que los animales. Por ello no se les encuentra más que donde aquella abunda (estiércol, hojas y troncos en descomposición, etc.)

(*) Véase mi ZOOLOGÍA, sexta edición, pág. 197.

tre los vegetales más complicados, las plantas llamadas barbas de capuchino y cabellos de Venus (*Cuscuta*), el muérdago (*Viscum*, fig. 6), etc., todos los cuales no tienen más nutrición que la análoga a la de los animales. Otras plantas hay que tienen en dicha nutrición un complemento de la nutrición propia de los vegetales; tal ocurre, entre otras, con la *Dionaea*



Fig. 6.—Muérdago (*Viscum album*). Es planta que también tiene necesidad de alimentarse de materia orgánica, por lo cual vive sobre muchos vegetales (manzanos, etc.), cuya savia chupan.

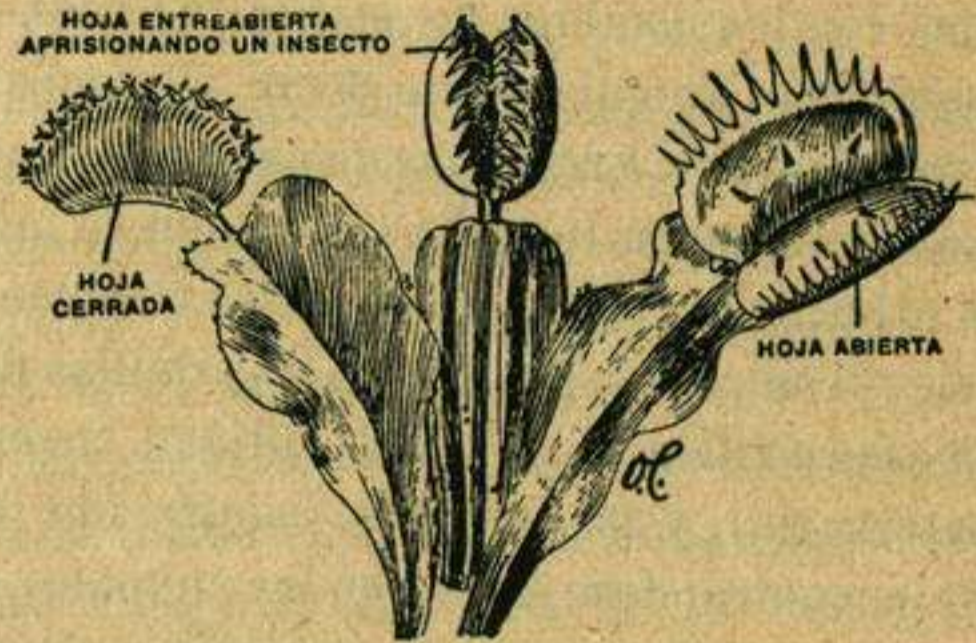


Fig. 7.—*Dionaea muscipula*.

muscipula o *atrapamoscas* (fig. 7), cuyas hojas están formadas por dos lóbulos provistos en los bordes de pelos largos y rígidos; ambos lóbulos pueden aproximarse girando sobre el nervio medio de un modo análogo a como lo verifican las dos valvas de una concha; cada lóbulo tiene en su parte interna glándulas que segregan un líquido ácido y azucarado y unos pelos cortos a los cuales basta tocar ligeramente para que la hoja se cierre y entrecruce los largos pelos de sus bordes a fin de que no se pueda abrir fácilmente. Los insectos, atraídos por la secreción líquida, se posan sobre la hoja y ésta se cierra en cuanto tocan los pelos del interior, dejándolos así aprisionados y digiriéndolos luego; cuando la digestión ha terminado, se abre de nuevo la hoja y las partes duras y no digeribles del insecto caen a tierra. Análogos hechos se verifican en otra pequeña planta de nuestro país que habita en los suelos húmedos y montañosos, la *Drósera rotundifolia* o rocío del sol (fig. 8), en la cual unos pelos largos y mazudos se doblan sobre el insecto que se posa en sus hojas. (Véase *plantas carnívoras*, pág. 117).



Fig. 8.—*Drósera rotundifolia*.

FUNCIONES DE RELACIÓN.—Todos los animales gozan, por lo menos en al-

guna época de su vida, de la facultad de trasladarse de un lugar a otro; pero los vegetales carecen en general de esta facultad, que, sin embargo, se observa en las esporas, por esto llamadas zoosporas (del gr. *zoon*, animal), de algunas algas (*fig. 9, 10 y 11*), que presentan un movimiento análogo al de ciertos animales sencillos (Protozoos), pues cuando van nadando, hasta evitan los obstáculos que hallan en su camino. Y entre los vegetales más complicados se encuentran, por no citar más ejemplos, la sensitiva, planta cuyas hojas se cierran durante la noche o cuando se les da un pequeño golpe (*figs. 12 y 13*), y las *Dionœa* y *Drósera* ya citadas.



Figs. 9, 10 y 11.
Tres tipos de zoosporas.



Figs. 12 y 13.

Fig. 12.—Hojas de sensitiva con la disposición en que están colocadas durante el día y cuando no se las toca.

Fig. 13.—Las mismas con la posición que toman durante la noche o cuando se les da un golpe.

Importancia de la Botánica.—No es menester aducir muchas razones en pro de la importancia de este estudio, puesto que es del dominio vulgar que por las múltiples aplicaciones que los vegetales tienen en numerosas industrias, Medicina, etc., su conocimiento es utilísimo para

todas las personas en general, ya que la principal riqueza natural de todos los países es precisamente el reino vegetal. Ordinariamente los países más prósperos son aquellos que más profunda y científicamente hacen el estudio de la Historia Natural en general y particularmente de la Botánica.

MICROSCOPIO Y PREPARACIONES MICROSCÓPICAS

Como en Historia Natural el manejo del *microscopio* (del gr. *mikrós*, pequeño; *skópeo*, examinar) es de práctica constante, conviene tener una somera idea sobre el asunto del epígrafe.

En Física se estudia que el microscopio consiste, en esencia, en un juego de lentes superpuestas, cuya finalidad es amplificar o aumentar el tamaño de la imagen que se observa. Para los estudios de iniciación puede servir cualquier modelo con tal que sea de bastante poder amplificador.

Pero no basta disponer del microscopio: es menester también saber cómo se han de disponer los objetos para poderlos estudiar con él, es decir, hay que saber hacer una *preparación microscópica* o *micrográfica*.

Las preparaciones microscópicas son de dos clases, denominadas: *transitorias* o *volantes* y *permanentes* o *definitivas*. El nombre de las primeras alude a que una vez estudiado el objeto, la preparación no se guarda, y el de las segundas, a que conservan, si no durante tiempo indefinido, porque también las preparaciones *envejecen*, es decir, se alteran con el tiempo, por lo menos durante algunos años.

Las preparaciones *permanentes* exigen bastantes cuidados, mucho tiempo, numerosas operaciones y algunos reactivos de uso poco corriente, por lo cual sólo me ocuparé de las *transitorias*. El modo de hacer éstas varía según se trate de unos o de otros seres; pero siempre se necesita disponer de unas delgadas láminas de vidrio de forma rectangular alargada llamadas *portaobjetos* porque sirven para colocar el objeto, y de otras más pequeñas, también de vidrio, delgadísimas y de forma variada denominadas *cubreobjetos* porque sirven para tapar el objeto. Además es necesario un líquido *indiferente*, es decir, inofensivo para los seres vivos y que no los estropee ni arrugue: generalmente se emplea el agua corriente, o, mejor, con un poco de sal (7,5 gramos de sal por 1.000 de agua).

Cuando se trata de observar seres unicelulares, como los infusorios, por ejemplo, se toma con una pipeta una gota del agua que les contenga, se coloca ésta en el portaobjetos, se tapa con el cubreobjetos y ya está la preparación en condiciones de ser llevada al campo del microscopio.

Para hacer preparaciones de seres pluricelulares, es menester tener en cuenta que los objetos que hayan de examinarse deben ser de pocas micras (milésima de milímetro) de grosor, porque si son gruesos, no pasa la luz a través de ellos. Por esto hace falta disponer de unos aparatos llamados *microtomos* (gr. *mikrós*, pequeño; *temno*, cortar), provistos de una cortante navaja, o sencillamente de una *navaja histológica*, que es una navaja de afeitar con una de sus caras planas. Se coloca el objeto (previamente endurecido por una larga permanencia en alcohol, si no fuese bastante duro) entre dos mitades de un trozo cilíndrico de médula de saúco cortado longitudinalmente y al que antes se le hizo un canal a lo largo de cada mitad, y se dan finos cortes, lo que no se consigue más que con larga práctica. Estos cortes se llevan al portaobjetos y se procede como se indicó para los seres unicelulares (*).

(*) Para el manejo del microscopio, manera detallada de hacer las preparaciones, etc., consúltese la obra titulada PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero, pág. 7 y siguientes.

CONSTITUCIÓN ORGÁNICA DE LOS VEGETALES

ESTRUCTURA DE LA CÉLULA VEGETAL

Todos los vegetales están constituidos por uno o muchos corpúsculos, en general microscópicos, los cuales tienen estructura análoga y poseen vida propia. Estos corpúsculos reciben diversos nombres, de los que los más frecuentes son: *células*, *plástidas* y *elementos anatómicos*. La célula es el *elemento orgánico primordial* y por consiguiente conviene conocer con algún detalle su estructura y su funcionamiento y desarrollo, porque su estudio, conocido con el nombre de *Citología*, es el fundamento de la Biología.

Dimensiones y forma de la célula.—Acaba de decirse que la célula es generalmente microscópica y a causa de tal pequeñez es preciso utilizar para medir su *tamaño* la milésima de milímetro o *micra*, habiéndolas, sin embargo, visibles a simple vista, por medir cuatro o más centímetros de longitud, como las que constituyen las fibras textiles del lino y cáñamo, etc. Inversamente, hay células cuyas dimensiones son tan exiguas, que no llegan a una micra, siendo a veces menores de 0,1 de micra y como por debajo de esta dimensión no pueden ser apreciadas ni por los mejores microscopios, se las denomina *invisibles* o *ultramicroscópicas*, es decir, que no se ven con los microscopios corrientes (lat. *ultrá*, más allá): tal ocurre con algunas bacterias (*). La *forma* es también muy variable, y generalmente la tienen esférica cuando son jóvenes o viven libres (*fig. 41*), y poliédrica, estrellada, etc., *figs. 38, 39, etc.*), cuando son adultas y viven asociadas (**).

(*) Véase mi obra ELEMENTOS DE HIGIENE, octava edición, pág. 14.

(**) Para el estudio de las células al microscopio, consúltese la obra PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero, página 34 y siguientes.

Estructura de la célula.—Toda célula viva consta, procediendo de fuera adentro, de *membrana*, *citoplasma* y *núcleo*; además, en el citoplasma existen los *centrosomas*, las *mitocondrias* y los *plasmitos* (*fig. 14*).

CITOPLASMA.

--El citoplasma, llamado también *protoplasma*, es una sustancia viscosa, en la que se destacan numerosas granulaciones cuando se examina al microscopio

con un aumento pequeño. Con gran aumento se distingue una *estructura* particular debida a la existencia de dos sustancias: una clara y transparente, llamada por esto *hialoplasma*, y la otra más consistente conocida con el de *espongioplasma*, nombre que alude a la suposición de que la materia que la constituye está reunida en fibrillas, las que se anastomosan formando mallas análogas a las de una esponja, entre las cuales queda retenido el hialoplasma o *jugo celular* (*fig. 15*). Sin embargo, esta teoría, conocida con el nombre de *reticular*, no es la sustentada por todos los autores, pues los partidarios de la *teoría alveolar* creen que el espongioplasma forma a la manera de los tabiques de una espuma jabonosa en cuyo interior estaría el hialoplasma. Y, por fin, fundándose en el aspecto granuloso observado con los aumentos pequeños, no faltó quien defendiese que dichos granos serían de espongioplasma flotantes en el hialoplasma; pero dicho aspecto se explica hoy suponiendo, según la teoría que se admita, que las granulaciones no son más que los nudos de la red del espongioplasma o los puntos de unión de varios tabiques de

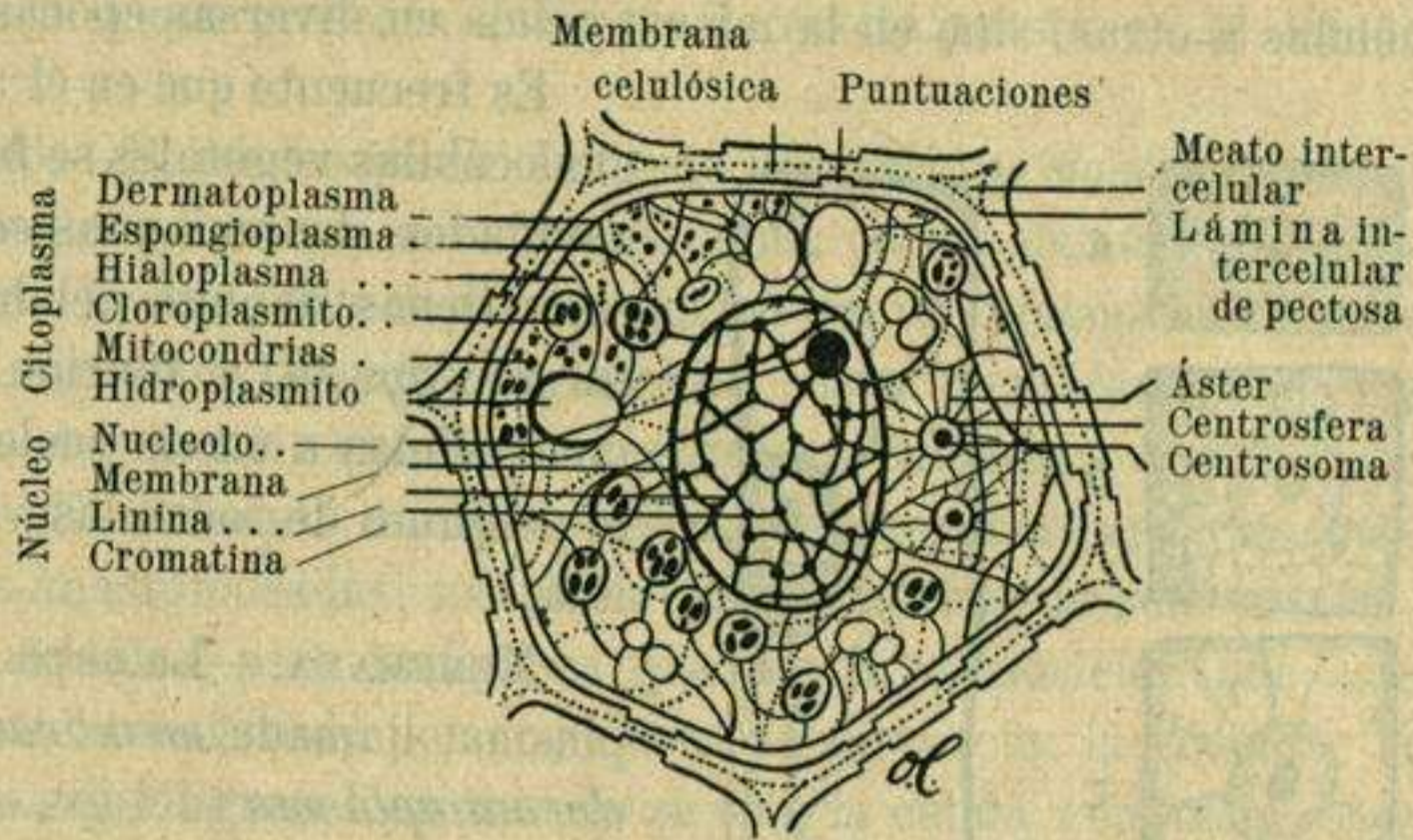


Fig. 14. — Representación esquemática de una célula vegetal muy aumentada (*).

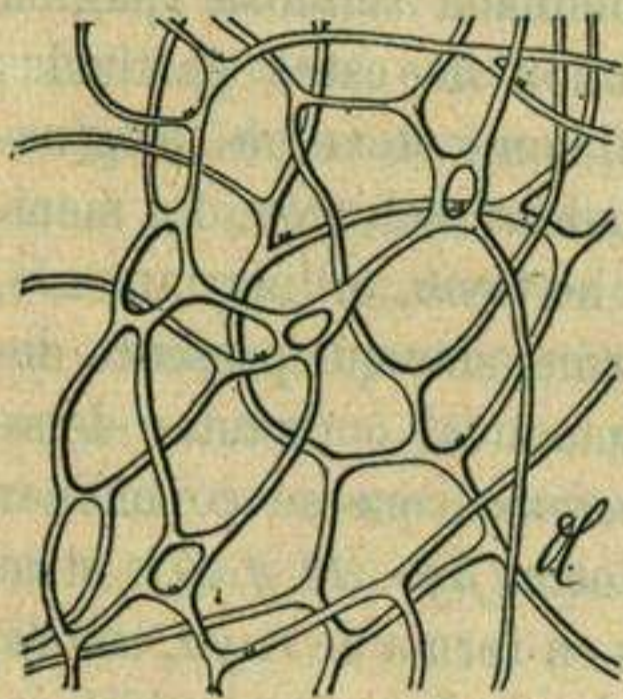


Fig. 15.—Fibras de la esponja común, muy aumentadas. Algunos autores suponen que la parte sólida del protoplasma está formada por fibras que adoptan una disposición parecida, y que entre ellas queda el hialoplasma.

(*) Para evitar repeticiones, siempre que se trate de células, se supone que están vistas con gran aumento.

esta sustancia. No son éstas las únicas teorías que se conocen para explicar la constitución del protoplasma; pero conviene advertir que la mayoría de los autores están hoy conformes en admitir que ésta varía, no sólo de unas células a otras, sino en la misma célula en diversas épocas de su vida.

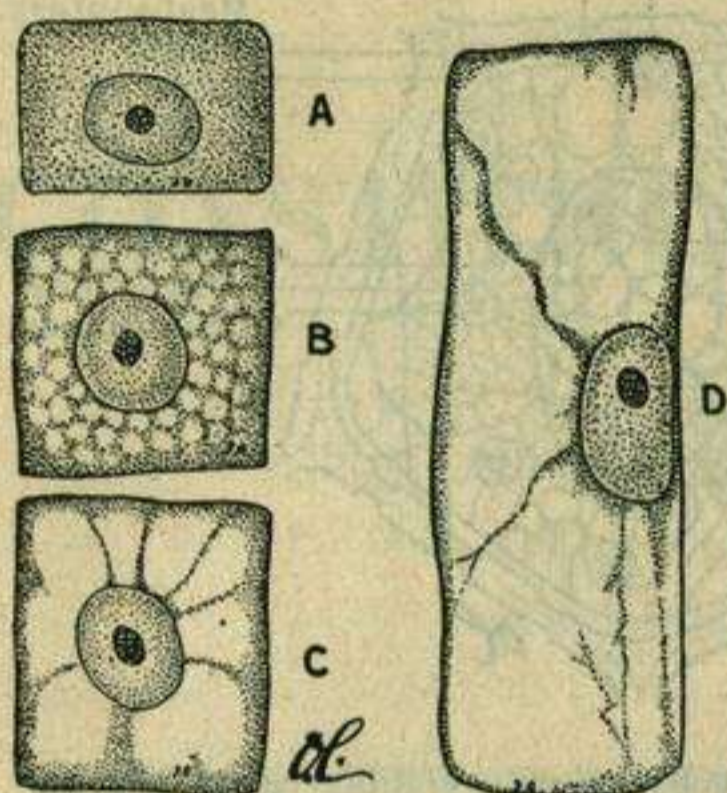


Fig. 16.—Esquema de la formación de las vacuolas en una célula vegetal.—A, célula sin vacuolas; B, comienzo de la formación; C, estado más avanzado; D, estado final, en el que no quedan más que unas bridas de protoplasma que van del núcleo a la periferia. (Imit. Prenant.) (De la obra ELEMENTOS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero).

Es frecuente que en el citoplasma de muchas células vegetales se formen una o varias cavidades denominadas *vacuolas*, las cuales están llenas de jugo celular y cuyo tamaño, forma (*fig. 16*) y función, varían mucho de unas células a otras: suele llamarse *vacuoma* al conjunto de todas las vacuolas de una célula.

MEMBRANA.—La capa periférica del citoplasma, llamada *membrana fundamental* o *dermatoplasma* (del gr. *derma*, piel) es albuminoidea, hialina y carece de la estructura estudiada en el protoplasma: en cambio está sembrada de pequeñas granulaciones, también de naturaleza albuminoidea, denominadas *plasomas*. Estas son arrojadas gradualmente al exterior y allí se transforman en una sustancia denominada *celulosa* (página 38). Por la agregación de estas partículas

celulósicas se constituye la *membrana celular*, que, como se ve, es origina-

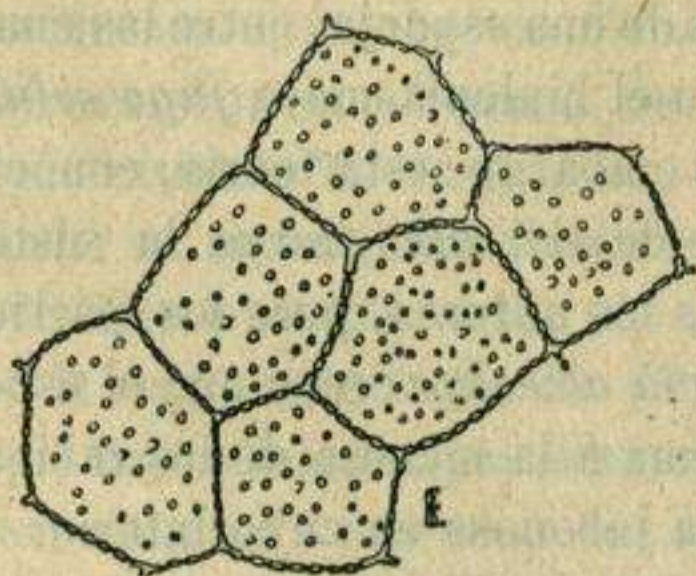


Fig. 17.—Células de la médula del tallo del aligustre en las cuales se ven las puntuaciones de comunicación. (De la obra PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero).

da por una verdadera secreción. La membrana celulósica no tiene, ordinariamente, un espesor uniforme, sino que presenta depresiones de forma oval o circular denominadas *puntuaciones*, que se comunican de una célula a otra (*figs. 14 y 17*), otras veces son líneas en forma de *raya*, *anillo*, *espirales*, etc., dando lugar a nombres especiales que reciben las células que los poseen, como células *punteadas*, *rayadas*, *anulares*, *espirales*, etc. (*figura 18*). En general, todas las células vegetales están provistas de esta *membrana celulósica*, pero hay algunas células libres, como unos hongos gelatinosos llamados Mixomicetos

La membrana celulósica no tiene, ordinariamente, un espesor uniforme, sino que presenta depresiones de forma oval o circular denominadas *puntuaciones*, que se comunican de una célula a otra (*figs. 14 y 17*), otras veces son líneas en forma de *raya*, *anillo*, *espirales*, etc., dando lugar a nombres especiales que reciben las células que los poseen, como células *punteadas*, *rayadas*, *anulares*, *espirales*, etc. (*figura 18*).

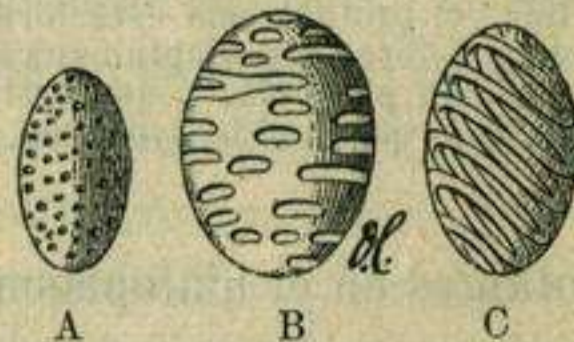


Fig. 18.—Membranas celulares A, punteada; B, rayada; C, espiral.

(figs. 19, 20 y 22), que carecen de membrana, y si el protoplasma no se mezcla con el líquido en que viven, es debido a su gran *tensión superficial*, es decir, a la resistencia que opone el protoplasma a mezclarse con el agua, resistencia análoga a la que presenta una gota de aceite puesta en el citado líquido.

NÚCLEO (fig. 14).—El núcleo es un elemento necesario y constante en toda *célula viva*, hasta el punto que cuando una célula carece de núcleo se considera como muerta. La capa que separa al núcleo del citoplasma es muy tenue y se considera como una *membrana nuclear*; esta membrana encierra las restantes partes del núcleo, que son: el *filamento nuclear*, el *jugo nuclear* y el *nucleolo*. El filamento nuclear constituye para unos una red irregular de trabéculas anastomosadas, mientras que para otros no son sino tabiques que limitan alvéolos; pero cualquiera que sea la disposición que este filamento adopte, está constituido por dos clases de sustancia: la *linina* y la *cromatina*; ambas se distinguen bien cuando se tiñe la célula con colorantes especiales, como el verde de metilo, por ejemplo, que deja incolora a la primera, al paso que colorea en verde a la segunda, que es a lo que alude su nombre. Entonces se ve que la linina es la que forma el retículo cuyos nudos, o bien algunos discos en el filamento, serían de la otra sustancia, que por ser la más característica del núcleo, recibe también el nombre de *nucleína*. Entre las mallas del filamento nuclear existe un líquido cargado de materias albuminoides, al que se denomina *jugo nuclear* y, por fin, dentro del núcleo se encuentra otro corpúsculo, de mayor tamaño que los gránulos cromáticos, conocido con el nombre de *nucleolo*, de papel desconocido.

El volumen del núcleo es, generalmente, tanto mayor cuanto las células tienen más activos cambios nutritivos; en algunas células se encuentra dividido en numerosos y pequeños fragmentos diseminados en el citoplasma, por lo cual se creyó que dichas células carecían de núcleo.

CENTROSOMAS (fig. 14).—En el seno del citoplasma y generalmente muy próximos al núcleo, a veces alojados en una depresión de este, se encuentran dos corpúsculos esféricos y de pequeñísimo tamaño, a los que se conoce con el nombre de *centrosomas*. Cada uno de ellos yace en el centro de una esfera formada por protoplasma hialino, a la que se llama *esfera atractiva* o *centrosfera*, y a partir de ésta irradian, en ciertos momentos de la vida ce-

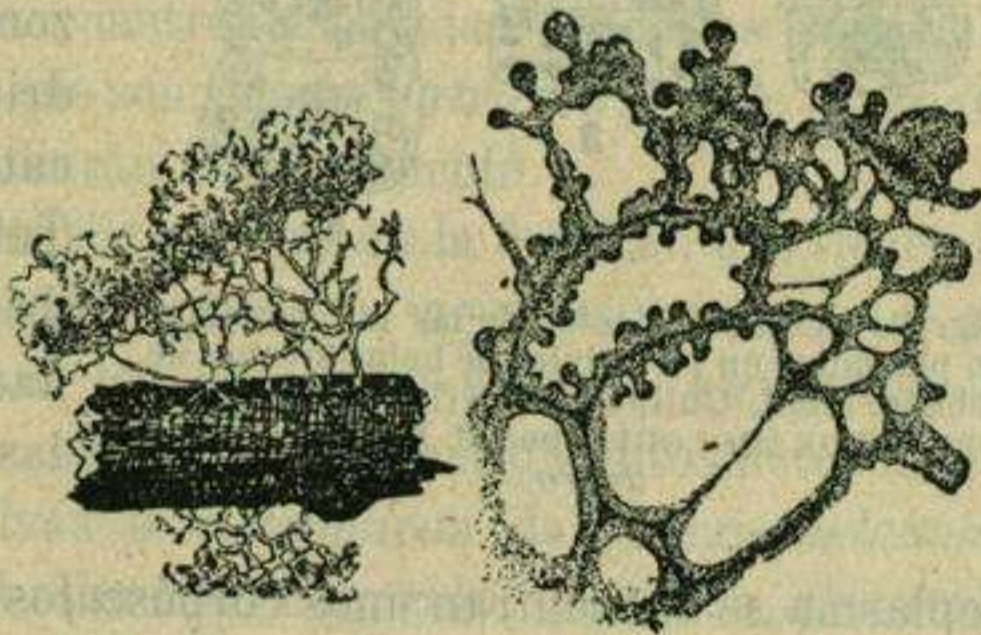


Fig. 19.

Fig. 19.—Un Mixomiceto entero sobre un trozo de madera.

Fig. 20.

Fig. 20.—Un trozo del mismo, aumentado.

lular, finas líneas que constituyen lo que se conoce con el nombre de *áster*. Se creía antes que en toda célula no había más que un centrosoma; pero investigaciones modernas han elevado su número a dos, como regla general, pudiendo existir hasta doce en algunas células, y aunque generalmente están situados cerca del núcleo, no es raro que se encuentren lejos de éste. Aun cuando los centrosomas existen en toda célula vegetal, algunas veces no se distinguen bien por impedirlo las numerosas inclusiones del protoplasma.

MITOCONDRIAS (fig. 14).—Modernos investigadores han denunciado en el citoplasma, especialmente en el de las células jóvenes, unos nuevos elementos hasta el presente inadvertidos; son éstos las mitocondrias, cuyo nombre quiere decir *granos integrantes de hilos*, y consisten en pequeños corpúsculos redondeados o alargados, que se encuentran libres en los espacios

del espongioplasma y que a veces se agrupan en filamentos en forma de rosario o moniliformes. Al conjunto de las mitocondrias se le denomina modernamente *condrioma*. Las mitocondrias están formadas por una sustancia química especial y en la fisiología de la célula se verá que poderosas razones son las que elevan a la mitocondria hasta colocarla en la importante categoría de cofactor de la herencia. También se sabe hoy que las mitocondrias de las células jóvenes son las que dan origen a los *plasmitos* de las células adultas (fig. 21).

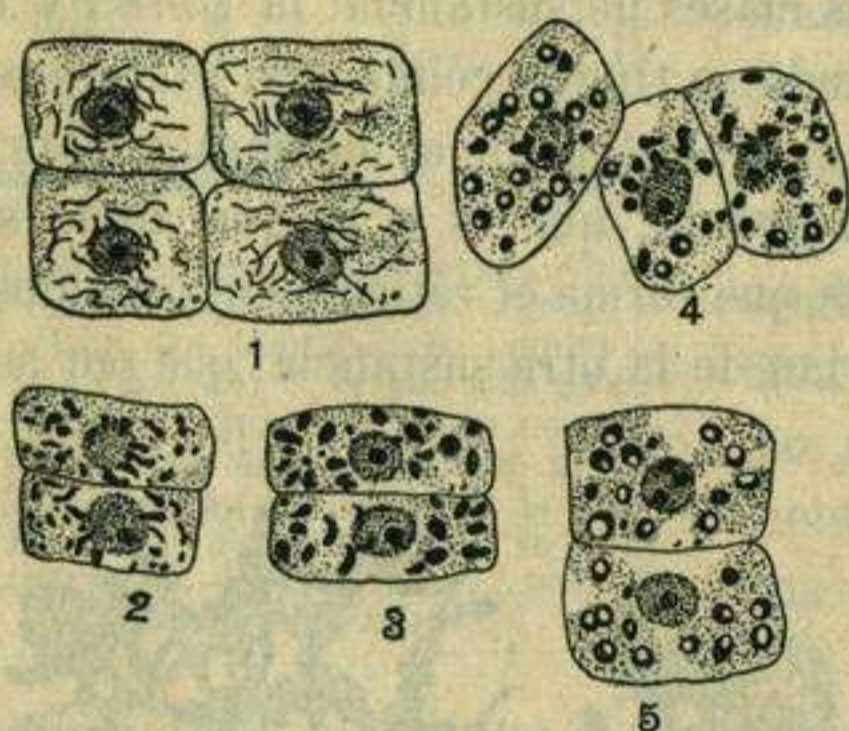


Fig. 21.—Transformación de las mitocondrias en plasmidos en las células de hojas jóvenes de cebada. (Imit. Guillermond.) (De la obra ELEMENTOS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero).

PLASMITOS.—Diseminados en el citoplasma se encuentran unos corpúsculos de formas diversas, conocidos con los nombres de *plasmidos*, *plastos* y *leucitos*. Su número es variable; pero como nunca faltan en las células vegetales, se los considera como parte esencial de éstas. Hay varias clases de plasmidos, pero pueden reunirse en dos grupos: unos son coloreados y se llaman colectivamente *chromoplastos* (gr. *kroma*, color), de los cuales los más importantes son los *cloroplastos* o plasmidos de color verde, cuyo color es debido a la sustancia denominada *clorofila* (págs. 26 y 38); otros son llamados colectivamente *acromoplastos* o plasmidos incoloros (gr. *a*, sin; *kroma*, color) y entre ellos se encuentran los *amiloplastos*, los *oleoplastos* y los *hidroplastos*, nombres que reciben según contengan almidón, aceite o agua, respectivamente (fig. 14).

FISIOLOGÍA DE LA CÉLULA

Las células son verdaderos organismos en miniatura, dotados de vida propia; pero esta vida se desenvuelve de distinta manera en aquellas células que viven aisladas, que en las que se asocian y diferencian para constituir los seres pluricelulares. Allí, la célula se encuentra en condiciones de desarrollar sus propias actividades y tiene por fuerza que subvenir a todas sus necesidades. Aquí, su vida tiene que supeditarse en cierto grado a la vida y necesidades del conjunto, y la suma de la vida de todas las células del ser es la que integra la vida de éste. Por esta causa, no es de extrañar que la célula libre sea más complicada que la célula asociada, pues este último caso, y aun cuando parezca paradójico, es una verdadera muestra de perfeccionamiento, por la misma razón que consideramos como más perfecta la sociedad actual, en la cual cada individuo tiene su oficio que desempeñar, en virtud de la división del trabajo (célula asociada), que aquella otra constituida por pueblos primitivos, en la que cada individuo es al mismo tiempo guerrero, agricultor, constructor, etc., para su propio servicio (célula libre).

Pero ya vivan aisladas, ya se encuentren asociadas, en todas las células se verifican las mismas funciones, que son: las de *nutrición*, las de *reproducción* y las de *relación*, que se estudiarán sucesivamente.

Funciones de nutrición.—Consisten éstas en la facultad que tienen las células de tomar del medio ambiente en que viven, aquellas sustancias o *alimentos* que les servirán para reponer los desgastes sufridos ejerciendo sus funciones. Se irán dando a conocer sucesivamente los distintos actos que se distinguen en las funciones nutritivas o *metabólicas* (del griego *metabolos*, cambio) y que son: prehensión del alimento, ingestión, digestión, absorción, asimilación, desasimilación, excreción y respiración.

Los vegetales sin membrana, como los Mixomicetos, ejecutan verdaderos actos de prehensión y englobamiento. Cuando al moverse las células de estos

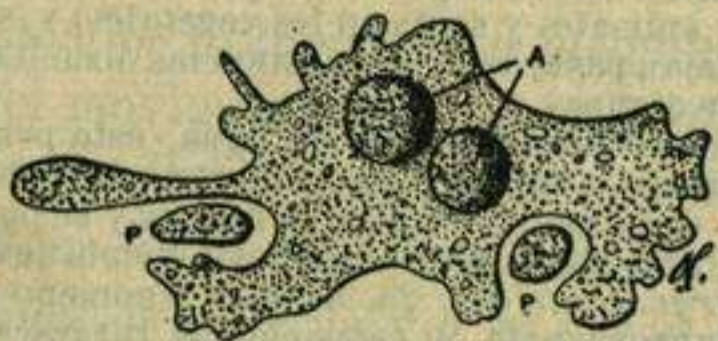


Fig 22.—Mixomiceto con dos grandes partículas *A* incluidas en su protoplasma y emitiendo pseudópodos para englobar otras dos *P* (aumentado).

vegetales encuentran algún cuerpo extraño, no pueden, a causa de la mucha tensión superficial del protoplasma, hacerle penetrar directamente en su cuerpo. Para conseguir esto, el protoplasma se deprime a su nivel, como indica la *fig. 22*, y termina cerrándose por encima de él: este primer tiempo de la nutrición se conoce con el nombre de *ingestión*. Una vez englobada la partícula alimenticia, comienza el *trabajo químico* de la nutrición,

gracias a un jugo ácido y a fermentos que el protoplasma difunde en dicha partícula y que da por resultado que la sustancia ingerida, de insoluble, se trueque en soluble y capaz de ser asimilada por el protoplasma. Este momento químico de la nutrición constituye la *digestión*, y los *productos* obtenidos mediante ella son las *sustancias asimilables*.

Las células libres provistas de membrana celulósica, así como las asociadas de los vegetales pluricelulares, carecen de esta facultad de ingerir partículas *sólidas* por impedírsele la membrana: su único alimento consiste en sustancias *líquidas*, y las que en ellas se hallan disueltas, así como algunas gaseosas. Todas estas sustancias penetran a través de la membrana mediante la fase de la nutrición conocida con el nombre de *absorción* (*), que se verifica merced al proceso físico de la endósmosis, gracias a la cual el líquido que baña las células y las sustancias en él disueltas penetran en el interior de la célula y se difunden por ella. Pero como estas sustancias son, generalmente, incapaces de ser asimiladas por el protoplasma, sufren dentro de éste una *digestión* análoga a la que sufren las partículas sólidas en las células sin membrana y cuya finalidad es también convertirlas en *sustancias asimilables*.

Estas sustancias asimilables que se encuentran ya dentro del protoplasma,

(*) La absorción está sometida a determinadas condiciones físicas, de las cuales las principales son la *difusión* y la *ósmosis*. En cualquier tratado de Física puede verse que la *difusión* consiste en la propiedad que poseen algunos líquidos de naturaleza diferente, o de diferente grado de concentración, de mezclarse espontáneamente; cuando la difusión se verifica a través de una membrana permeable recibe el nombre de *ósmosis*, que puede ser *endósmosis* y *exósmosis* según se refiera a la corriente entrante o a la saliente. Se denominan *membranas permeables* las que se dejan atravesar *por el disolvente y por el cuerpo disuelto*: es decir, que si tenemos sal disuelta en agua, tanto el agua, que es el disolvente, como la sal, que es el cuerpo disuelto, pasan a través de una membrana permeable: estas membranas (ejemplo, las vejigas de buey y de cerdo que se venden en el mercado para encerrar manteca) sirven para separar las sustancias *coloides* de las *cristaloides* de que se hablará en la pág. 34. Artificialmente se forman algunas membranas que se dejan atravesar *por el disolvente pero no por el cuerpo disuelto*: es decir, que en el ejemplo anterior dejarían pasar el agua, pero no la sal: a dichas membranas se las denomina *semipermeables*. Se citan las membranas de las células vegetales como ejemplo de membranas semipermeables; pero aceptado de un modo absoluto, esto no es exacto. A este respecto no hay más que considerar los pelos absorbentes de las raíces (véase pág. 85) por los cuales se verifica la absorción de agua del suelo *con las sustancias minerales que lleva disueltas*; es decir, que se portan como membranas permeables. Lo que sí se puede asegurar es que las membranas *de todas las células*, tanto animales como vegetales, se conducen *como semipermeables* para algunas sustancias y *como permeables* para otras; es decir, que encontrándose sumergidas en el seno de un líquido que lleve disueltas varias sustancias, dejan pasar algunas de dichas sustancias disueltas, pero no a otras. De esto precisamente dependen la absorción y la asimilación (pág. 25); pues las células de animales y vegetales pluricelulares, por ejemplo, se hallan bañadas por los líquidos nutricios (sangre en los animales y savia en los vegetales) y, sin embargo, no dejan pasar todas las sustancias disueltas, sino solamente algunas.

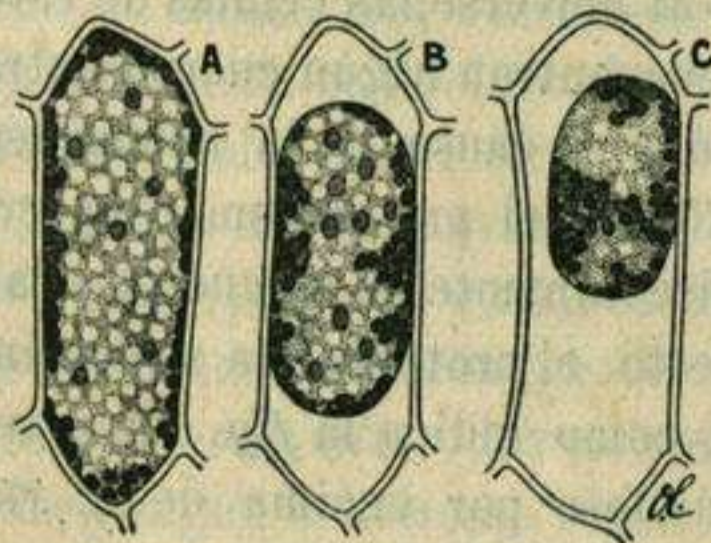


Fig. 23.—A, célula vegetal turgente; B y C, la misma plasmolizada.

lula se dice que está *plasmolizada* (fig. 23, B y C) y al fenómeno se le denomina *plasmólisis*.

no hacen más que difundirse por el mismo; pero aún habrán de sufrir la última transformación, que da por resultado el que una parte de ellas sean empleadas en la fabricación de las *reservas alimenticias* que utilizarán en las épocas en que escasee el alimento y otras sean convertidas en *protoplasma*, sirviendo para reconstituir el destruido y aumentar el volumen del cuerpo de la célula. Esta fase de la nutrición constituye la *asimilación*, llamada también *anabolismo*, es decir, construcción.

Tanto el protoplasma como las sustancias de reserva que contiene, se están destruyendo continuamente por efecto del trabajo diario; esta destrucción se conoce con el nombre de *desasimilación* o *catabolismo*, y las sustancias así producidas reciben el nombre de sustancias de *desasimilación* o de *desecho*, las cuales en adelante resultan, no sólo inutilizables por la célula, sino perjudiciales, por cuya razón son arrojadas al exterior en virtud del acto denominado *excreción*, al cual es también debido la salida de los materiales inatacables por los líquidos digestivos en el caso de las células sin membrana. En las células con membrana la salida de los productos de excreción se verifica por exósmosis, y lo mismo ocurre con la mayor parte de ellos en las células sin membrana; pero en éstas las partículas sólidas no atacadas salen al exterior cuando, por efecto del movimiento protoplásmico de que luego se hablará, se aproximan a la superficie, siendo entonces depositadas en el medio ambiente por un mecanismo inverso al que determinó su entrada, es decir, separándose gradualmente el protoplasma, en el cual queda una depresión.

Respiración.—Acaba de indicarse, y luego veremos más ampliamente, que el protoplasma posee movimiento. Y como la Física enseña que todo movimiento significa trabajo y éste no es más que una forma de la energía que, como es sabido, ni se crea ni se destruye, sino que lo que hace es transformarse, resulta que el origen del movimiento no es otro que la transformación de una energía preexistente. ¿Pero de donde proviene dicha energía? Observemos lo que ocurre en una máquina de vapor: al quemarse, o, lo que es lo mismo, al oxidarse el carbón, desprende una cantidad de energía en forma de calor, de la que una parte se pierde, pero otra se utiliza en calentar el agua y vaporizarla; la expansión de estos vapores mueve el pistón y con él todos los órganos de la máquina. De una causa análoga proviene la energía y el movimiento del protoplasma: el oxígeno del medio ambiente es atraído por la célula, ya sea libre o federada, y al entrar en su protoplasma oxida o quema los diversos materiales, principalmente los hidrocarbonados, produciendo la energía y a su vez el movimiento. Pero, como en toda combustión, al propio tiempo que el protoplasma absorbe el oxígeno, desprende anhídrido carbónico, y precisamente en esta continuada absorción de oxígeno y desprendimiento de anhídrido carbónico es en lo que consiste la *respiración*: es decir, que la célula respira.

Asimilación clorofilica.—Las distintas funciones enumeradas son comunes a todas las células vegetales, y también a las animales; pero las células vegetales, libres o asociadas, provistas de *clorofila* o sustancia que da el color verde a las mismas (págs. 22 y 38), poseen además otra función muy importante, llamada *asimilación clorofilica* o *función clorofilica*, de la que carecen las células que no poseen clorofila. Como esta función se estudiará ampliamente más adelante (véase el capítulo destinado a *asimilación clorofilica*), no haré más que indicar que en virtud de ella, y gracias a la energía suministrada por las radiaciones luminosas, la célula puede tomar del medio ambiente materia inorgánica (el anhídrido carbónico y algunos compuestos minerales), que convertirá en la sustancia orgánica que la constituye.

PAPEL DE LOS PLASMITOS.—Depende éste de la sustancia que posean. Los cloroplasmitos tienen la función indicada para la clorofila y son los encargados de formar *directamente* sustancias orgánicas, principalmente el almidón, a expensas de materiales inorgánicos. Para el mejor cumplimiento de la misión que les está encomendada, los cloroplasmitos gozan de la propiedad de poder cambiar de posición en la célula, en consonancia con la cantidad de luz que ésta recibe. Así, cuando la luz es demasiado intensa y puede ejercer sobre ellos efectos destructores, se colocan normalmente a la superficie de la célula por donde la luz incide, de manera que ésta no les hiera directamente

(*fig. 24*). Inversamente, cuando es poco intensa, se colocan paralelamente a la superficie de incidencia de la luz, con objeto de poder aprovechar todas las radiaciones luminosas en el ejercicio de su función (*fig. 25*) (*).

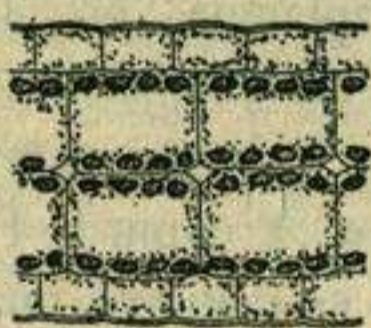
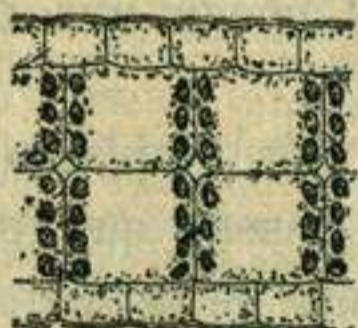


Fig. 24.

Fig. 24.—Posición de los cloroplasmitos a la luz intensa.

Fig. 25.

Fig. 25.—Idem a la luz débil.

En ambas figuras se supone que la luz penetra por las partes superior e inferior.

Los plasmitos incoloros (amiloplasmitos, etc.) elaboran las sustancias que encierran (almidón, grasas, etc.) a expensas de los mate-

riales orgánicos previamente formados por los cloroplasmitos, que resultan, por tanto, los más importantes. Algunos hidropasmitos originan los granos de aleurona, de que se hablará más adelante.

Tanto los plasmitos coloreados como los incoloros gozan de la propiedad de aumentar su número, multiplicándose por división directa en cuanto alcanzan un tamaño dado (*fig. 26*).



Fig. 26.—Fases de la división de un cloroplasmito.

INFLUENCIA DEL NÚCLEO EN LAS FUNCIONES DE NUTRICIÓN.—Todas las manifestaciones celulares estudiadas hasta ahora re-

(*) Para el estudio de los cloroplasmitos al microscopio, consúltese la obra PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero, pág. 43.

caen en el protoplasma, sin que el núcleo parezca tomar en ellas intervención de ninguna clase. Mas examinando atentamente los respectivos papeles del protoplasma y del núcleo, se ve que el núcleo tiene, por el contrario, tal importancia en la dirección de las funciones de nutrición; que sin él no pueden verificarse. Por ejemplo: algunas células espesan su membrana en un punto determinado y en este caso el núcleo se encuentra siempre muy próximo a la membrana y enfrente precisamente del lugar en que ésta ha de verificar el engrosamiento (*fig. 27*). Pero esta intervención directa del núcleo se evidencia de una manera terminante con las experiencias de *merotomía* (del gr. *meros*, parte; *temnein*, cortar) instituidas por Balbiani (*), para los animales. Consisten éstas en colocar un *Protococcus* (**), u otro vegetal unicelular en el campo del microscopio y con un fino escalpelo dividir la célula en dos partes, una con núcleo y otra sin él, y se ve que al cabo de cierto tiempo la primera, no sólo continúa

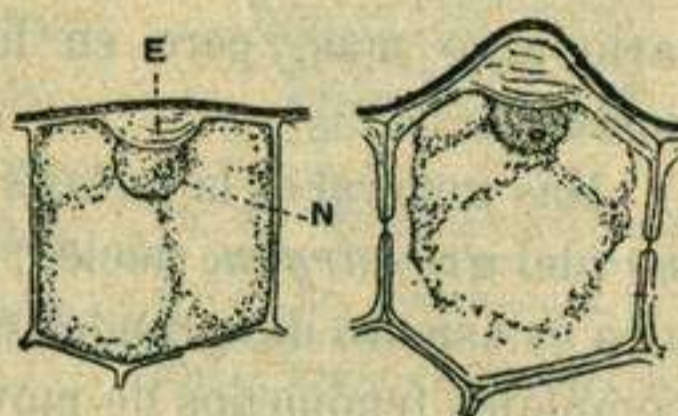


Fig. 27.—Engrosamiento *E* de la membrana celulósica enfrente del núcleo *N*.

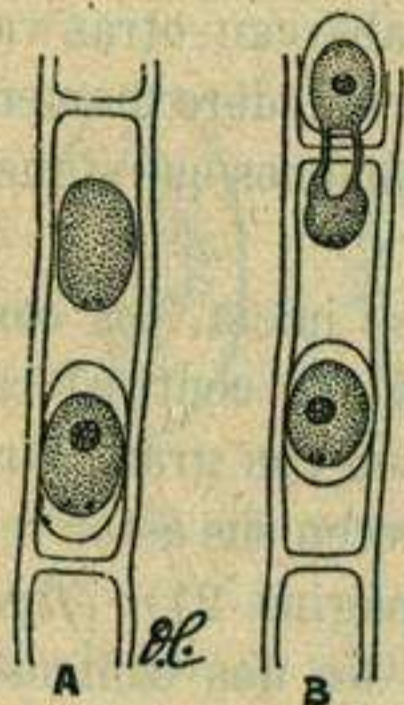


Fig. 28.—A, célula dividida en dos trozos: el fragmento nucleado vive y forma membrana; B, célula con su contenido dividido: el fragmento superior de la célula inferior carece de núcleo y vive y formará membrana por estar en comunicación con el protoplasma de la célula vecina mediante unos filamentos protoplásmicos denominados *plasmodesmos*. (Inspirado en Townsend). (De *ELEMENTOS DE BIOLOGÍA* por *E. Rioja* y *O. Cendrero*).

viviendo, sino que regenera el protoplasma que se le quitó, mientras que la segunda muere y se disgrega. Análogos resultados se han obtenido en los vegetales pluricelulares (*fig. 28*). Todo lo cual prueba de una manera clara, que es el núcleo el verdadero director de la asimilación, por lo que no es de extrañar que se considere como célula muerta aquella que esté privada del núcleo (pág. 21).

Funciones de reproducción.—La célula crece cuando asimila y tanto mayor es su crecimiento cuanto más activa es la asimilación; mas este crecimiento no es continuo, sino que habiendo una primera edad en la que aumenta progresivamente, llega un período durante el cual hay equilibrio nutritivo, es decir, que la cantidad de sustancias asimiladas es próximamente igual a la de las desasimiladas y, por fin, cuando la célula es vieja, su funcionalismo no es perfecto y las sustancias perdidas por la desasimilación no son recuperadas totalmente por la célula caduca, la cual termina por morir. Pero el crecimiento de la célula joven o en plenitud de vida, no es ilimitado, sino que cuando ésta alcanza un tamaño dado, que es próximamente igual para las

(*) *G. Balbiani* (1825-99), profesor de Embriología en el Colegio de Francia (Paris) y célebre por sus investigaciones sobre la célula.
 (**) Véase *Algas Clorofíceas*, pág. 60.

células de la misma especie, se *reproduce*, es decir, origina nuevas células que son análogas a la que las engendró.

Por dos procedimientos se reproducen las células: por *división directa* o *amitosis* y por *división indirecta*, *mitosis* o *carioquinesis*.

La *división directa* se inicia por el núcleo, el cual se estrangula o angosta en su línea media transversal y no tarda en romperse en dos idénticos; el protoplasma y la membrana siguen al núcleo en su rotura y se originan así dos células. Al contrario de lo que pudiera creerse, este sencillo procedimiento de reproducción está poco difundido; en los seres unicelulares parece estarlo algo más, pero en los pluricelulares son escasas las células que le poseen.

Más general es la *mitosis* (del gr. *mitos*, hilo), *carioquinesis* o *cariocinesis* (del gr. *káryon*, núcleo; *kinesis*, movimiento), así llamada porque el núcleo es asiento de grandes cambios de estructura que van acompañados de complejos fenómenos de movimiento, los cuales recaen en el filamento, a lo que alude el primer nombre. También el citoplasma es asiento de algunas modificaciones y tanto unas como otras siguen determinadas fases que, con ligeras variantes, son iguales en todas las células.

Estas fases pueden resumirse en tres principales, que abarcan otras varias, y son: *profase* o fenómenos preliminares, *metafase* o verdadero momento de la división carioquinética y *anafase* o conjunto de fenómenos que siguen a dicha división.

PROFASE.—En el momento en que la división celular se inicia, los centrosomas y sus centrosferas se distinguen con gran claridad y aparecen sus áster respectivos (página 21), (*figura 29, 1*); los dos centrosomas se separan y terminan por colocarse en los polos del núcleo (*2, 3, 4*). Mientras, el retículo del núcleo se condensa en un *filamento continuo* apelonado desordenadamente, llamado *espirema* (del gr. *speirema*, ovillo) (*2*). A poco de constituido el espirema, se rompe en un determinado número de trozos, llamados *asas cromáticas* o *cromosomas*, que tienen la forma de V o J (*3*) y cuyo número es constante para la misma especie vegetal en las células reproductoras y primeras células embrionarias. Al mismo tiempo que pasan estos fenómenos, la membrana nuclear y el nucleolo desaparecen, y poco después se produce en el protoplasma el *huso acromático* (*3 y 4*), el cual es un conjunto de delgados filamentos curvos que al agruparse forman una especie de huso o tonel, en cada uno de cuyos extremos se encuentra un centrosoma rodeado por su centrosfera y su

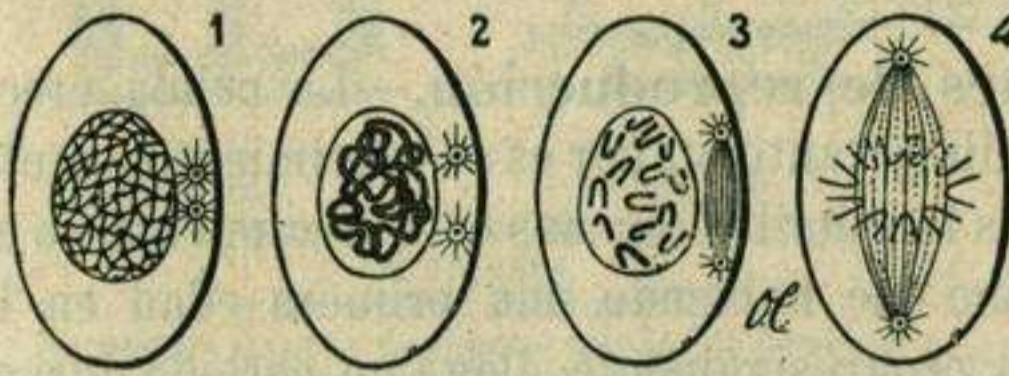


Fig. 29.—Esquema de la mitosis.—Profase.

sa en un *filamento continuo* apelonado desordenadamente, llamado *espirema* (del gr. *speirema*, ovillo) (*2*). A poco de constituido el espirema, se rompe en un determinado número de trozos, llamados *asas cromáticas* o *cromosomas*, que tienen la forma de V o J (*3*) y cuyo número es constante para la misma especie vegetal en las células reproductoras y primeras células embrionarias. Al mismo tiempo que pasan estos fenómenos, la membrana nuclear y el nucleolo desaparecen, y poco después se produce en el protoplasma el *huso acromático* (*3 y 4*), el cual es un conjunto de delgados filamentos curvos que al agruparse forman una especie de huso o tonel, en cada uno de cuyos extremos se encuentra un centrosoma rodeado por su centrosfera y su

áster. Mientras tanto, los cromosomas vuelven sus codos hacia el centro del núcleo y se colocan en el plano ecuatorial del huso, constituyendo la *estrella madre* (fig. 29, 4 y fig. 30), también llamada *placa ecuatorial* por hallarse situada en el ecuador de la célula y porque vista de perfil parece una placa.

METAFASE.—Una vez formada ésta, comienza la verdadera división, para lo cual cada cromosoma se divide *longitudinalmente* en dos mitades exactamente iguales (fig. 31, 1 y fig. 32), las cuales se separan (fig. 31, 2 y 33), y siguiendo los filamentos del huso acromático se dirigen a los polos de éste, originándose así, cerca de cada centrosoma, una estrella hija dotada del mismo número de filamentos cromáticos (fig. 31, 3 y 4 y fig. 34, 1 y 2). Esta es la fase llamada de las *estrellas hijas*.

ANAFASE.—El huso acromático y los áster desaparecen y alrededor de las estrellas hijas se forma una fina membrana (fig. 34, 3), cerca de la cual se encuentra el centrosoma de cada estrella,

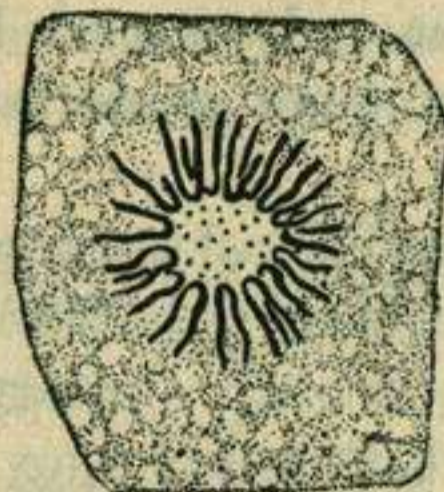


Fig. 30.—Estrella madre, vista desde el lugar ocupado por uno de los centrosomas. (De ELEMENTOS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero).

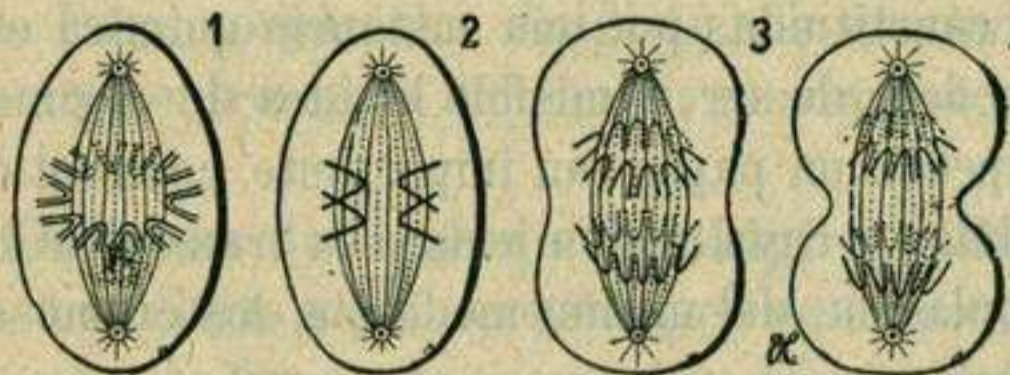


Fig. 31.—Esquema de la mitosis.—Comienzo de la metafase.

que no tarda en dividirse en dos, que quedan uno al lado de otro. Los cromosomas de cada estrella hija se unen, constituyendo un cordón análogo al espirema, el cual se alarga y ramifica luego, originando la red nuclear. Después de esto el citoplasma se

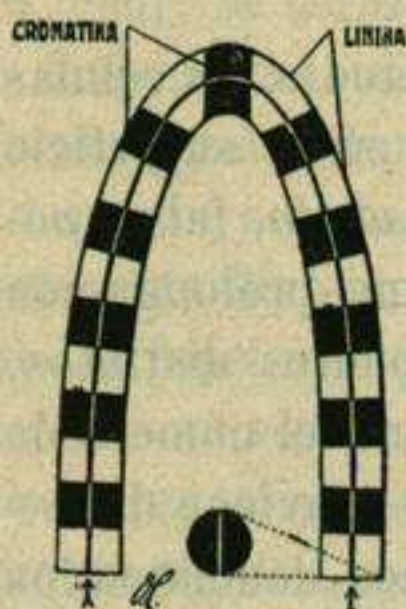


Fig. 32.—Esquema de un cromosoma aislado, que se supone que tiene línea, indicando la línea por donde se divide en la metafase.

hiende por su plano ecuatorial y apareciendo una membrana y el nucleolo queda terminada la división celular y el núcleo en el estado o fase de descanso (figura 34, 4).

De todo lo que antecede se deduce que el centrosoma parece ser el centro director de los movimientos mitóticos, y ya se verá más adelante (pág. 31) que se tiende a considerarle también como el centro director de determinados movimientos en la fase de descanso, pareciendo, por consiguiente, evidente, que

que no tarda en dividirse en dos, que quedan uno al lado de otro. Los cromosomas de cada estrella hija se unen, constituyendo un cordón análogo al espirema, el cual se alarga y ramifica luego, originando la red nuclear. Después de esto el citoplasma se

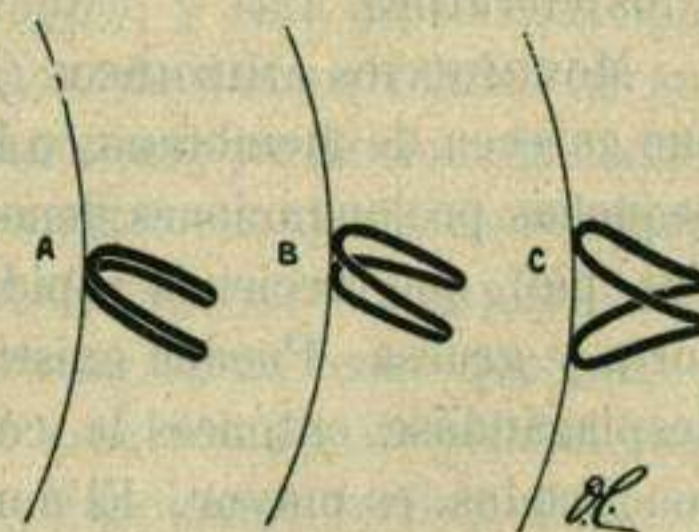


Fig. 33.—Esquema de la división de las asas cromáticas en el momento de comenzar la metafase.

que no tarda en dividirse en dos, que quedan uno al lado de otro. Los cromosomas de cada estrella hija se unen, constituyendo un cordón análogo al espirema, el cual se alarga y ramifica luego, originando la red nuclear. Después de esto el citoplasma se

el centrosoma es el verdadero *centro cinemático* o *kinético* de la célula. También se deduce que el núcleo es el *órgano de la herencia celular*, puesto que aun cuando la cromatina fuese distinta en los distintos puntos de los cromosomas, como éstos se dividen longitudinalmente, la repartición de la cromatina en los núcleos hijos sería exactamente igual en cantidad y calidad, y, por tanto, puede la célula progenitora transmitir a sus descendientes la ma-

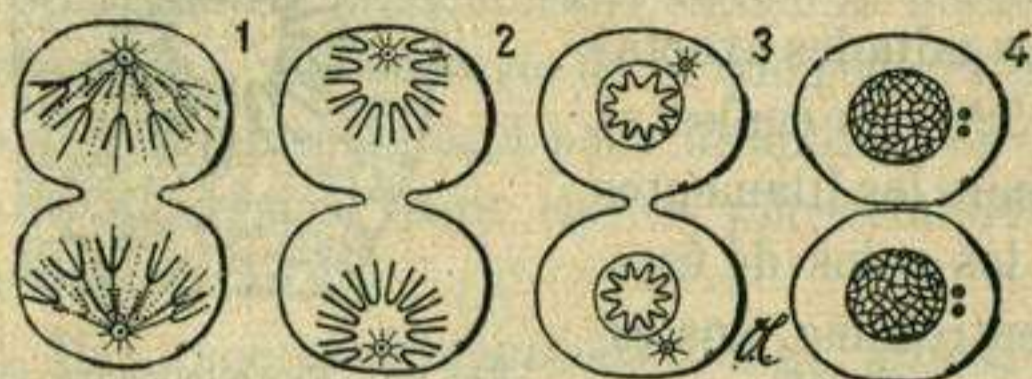


Fig. 34.—Esquema de la mitosis.—Terminación de la metafase y anafase completa.

yor parte de sus caracteres, que es en lo que consiste la herencia: como ya se ha visto que el núcleo es también el director de la asimilación, no debe extrañar que, en virtud de su doble e importante misión, se considere como célula muerta toda aquella que

carezca de núcleo, según se dijo anteriormente.

PAPEL DE LAS MITOCONDRIAS.—Recientes investigaciones han demostrado que, tanto en la mitosis como en la amitosis, las mitocondrias también se dividen, repartiéndose luego por igual, o en cantidad muy aproximada, en las células hijas. Como además están constituidas por una sustancia química especial y existen en toda célula, no deja de ser admisible la idea de algunos autores que consideran que desempeñan un papel tan importante como el de los cromosomas en la herencia celular y cuya misión acaso sea transmitir los caracteres de protoplasma a protoplasma, del mismo modo que los cromosomas los transmiten de núcleo a núcleo.

Funciones de relación.—Consisten principalmente en movimientos espontáneos, gracias a los cuales las células libres se relacionan unas con otras y con el mundo exterior. Se tratará de los amiboideos, los intracitoplásmicos y los vibrátiles.

MOVIMIENTOS AMIBOIDEOS (fig. 22).—Los Mixomicetos, y todas las células que carecen de membrana, o la tienen muy tenue, originan en su superficie pequeñas prolongaciones denominadas *seudópodos* (del gr. *pseudo*, falso; *podós*, pie), que creciendo rápidamente terminan por formar una prolongación corta y gruesa. Pueden existir varios simultáneamente en puntos distintos, desplazándose entonces la célula en aquella dirección en que el número de pseudópodos es mayor. El nombre de movimiento amiboideo proviene de haber sido observado por primera vez en los animales protozoos denominados amibas, y aun cuando parecen hacerse con un objeto determinado y tienen todas las apariencias de un movimiento voluntario, en realidad son siempre provocados por causas exteriores, como la luz, el calor, etc.

MOVIMIENTOS INTRACITOPLÁSMICOS.—Cuando el protoplasma está encerrado en una membrana envolvente de alguna consistencia, carece de la facul-

tad de emitir pseudópodos y de cambiar de lugar; pero no pierde la facultad de moverse, puesto que posee los movimientos intracitoplásmicos, los cuales pueden observarse en casi todas las células examinándolas al microscopio, viéndose que las partículas que siempre contienen en su interior están animadas de un movimiento circular de traslación más o menos rápido y regular (ciclosis) (*fig. 35*). Estos movimientos pueden observarse bien en los pelos urticantes de las ortigas, etc.

MOVIMIENTOS VIBRÁTILES.—Algunas células libres están provistas de finas prolongaciones, conocidas con el nombre de *pestañas vibrátiles* y *flagelos*, que están dotadas de movimientos oscilatorios. Estas pestañas y flagelos se encuentran en las zoosporas (*figs. 9, 10 y 11*), en los elementos sexuales masculinos llamados anterozoides, etc., y son los órganos que determinan su progresión. Tanto los flagelos como las pestañas, después de atravesar la membrana celular penetran en el protoplasma y su base se une a un corpúsculo, llamado *corpúsculo basal*, que se considera *como un centrosoma* (disociado, en las células con pestañas y en las que poseen más de un flagelo; completo, cuando sólo poseen uno de éstos), atendiendo a la ausencia de este órgano en las células que presentan apéndices. Estos corpúsculos dirigirán sus movimientos, lo mismo que los centrosomas dirigen los movimientos de las asas cromáticas.

División del trabajo fisiológico.—En muchos vegetales, las células que los constituyen desempeñan indistintamente todas las funciones que acaban de estudiarse y son también próximamente iguales en forma y estructura; pero en otros muchos, determinados grupos de células primitivamente iguales se *especializan* para el cumplimiento preferente de unas u otras funciones, es decir, *se dividen o reparten el trabajo fisiológico*, y esta especialización o división del trabajo determina la *diferenciación* de dichas células en su forma y estructura, considerándose un vegetal tanto más perfeccionado cuanto mayor sea la división del trabajo fisiológico entre sus distintas células, pues esta división da por resultado una mayor perfección en el cumplimiento de las funciones que les están encomendadas, a causa de no tener que entretenerse en realizar otras funciones. Los grupos o asociaciones de células que tienen análoga estructura, composición química y funciones, reciben el nombre de *tejidos*, que serán estudiados al tratar de las plantas que los poseen.



Fig. 35.—Ciclosis: las flechas indican la dirección del movimiento.

CONSTITUCIÓN QUÍMICA DE LOS VEGETALES

ESTEQUIOLOGÍA

Elementos biogénicos de los vegetales.—Hace relativamente poco tiempo, se creía que los seres vivos estaban formados por una materia orgánica sólo a ellos peculiar y totalmente distinta de la materia mineral. Pero el análisis químico ha demostrado que los seres vivos, y por consiguiente los vegetales, están formados por combinaciones de los mismos elementos químicos que constituyen la materia inorgánica, y no de todos, sino de aquellos que más abundan en la atmósfera y costra de la Tierra. Estos elementos químicos o cuerpos simples que entran a formar parte de los seres vivos, se conocen con el nombre de *elementos biogénicos* (gr. *bios*, vida; *génesis*, origen), y su número, si bien varía de un vegetal a otro, es solamente dentro de estrechos límites, pudiendo decirse en general que aquellos que nunca faltan son: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo, cloro, potasio, sodio, calcio, magnesio, hierro, silicio y flúor, cuerpos que, según se ha dicho, son los que predominan en la constitución de la atmósfera y costra terrestre.

Y no debe extrañar esta coincidencia, puesto que «cualquiera que haya sido el origen de la vida, es evidente que hubo de estatuirse sobre la base material que estaba a su inmediato alcance, asimilando en la gradación de sus necesidades los elementos químicos del medio ambiente, es decir, los de la atmósfera y los predominantes en la constitución del suelo; pero, siendo éstos los de menor peso específico (sabido es que las capas profundas del planeta son más densas que las superficiales)» (*) y estando dicha circunstancia

(*) Del TRATADO DE QUÍMICA BIOLÓGICA, por el Dr. José R. Carracido, sabio catedrático de dicha asignatura en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Madrid (1856-1928). Véase también GEOLOGÍA, 5.^a edic., por O. Cendrero, pág. 29.

en relación con su solubilidad en el agua y con su calor específico, pues ambos aumentan cuanto más disminuye aquél, se deduce que en dichos elementos se ven realizadas aquellas condiciones que más favorables son para formar cuerpos que, como los orgánicos, son susceptibles de encerrar en la menor cantidad de materia la mayor cantidad posible de energía. Si al ejemplo del doctor R. Carracido se hace un esquema (fig. 36) de la evolución filogénica de los elementos químicos encontrados en la Tierra y se suponen todos originados por las sucesivas condensaciones de un primer elemento, el hidrógeno, es posible ordenarlos, procediendo de menor a mayor, con arreglo a sus pesos atómicos, y así se obtendrá una serie indicadora de la marcha evolutiva de la materia en el curso del proceso geogénico. En el mismo esquema se observará que los elementos biogénicos o de menor peso atómico terminan en la línea A B. Los restantes elementos hasta el Urano, que tiene 238 de peso atómico, no entran en la composición de los vegetales sino en aquellos casos excepcionales en que éstos no tengan más remedio que adaptarse a que entren en su constitución so pena de sucumbir si no se adaptan. Pero desde el momento en que uno de estos cuerpos entra en la composición de un vegetal, es ya de imprescindible necesidad para sus descendientes, lo cual quiere decir que un cuerpo que es primeramente poco importante y hasta perjudicial para la vida de un ser, puede convertirse, en el transcurso del tiempo, en elemento de tal manera indispensable, que su supresión en el organismo puede acarrear la muerte de éste. Así se explica por qué el cobre, cinc, etc., cuerpos tóxicos, han entrado en la constitución de muchas plantas que viven en los suelos que contienen dichos cuerpos, y también cuál es la causa de que las citadas plantas no puedan prescindir de tomar estos elementos en su alimentación.

Principios inmediatos.

--Los elementos biogénicos anteriormente citados, combinados generalmente en formas diversas y más rara vez solos, dan lugar a los *principios inmediatos*. Son éstos, según la

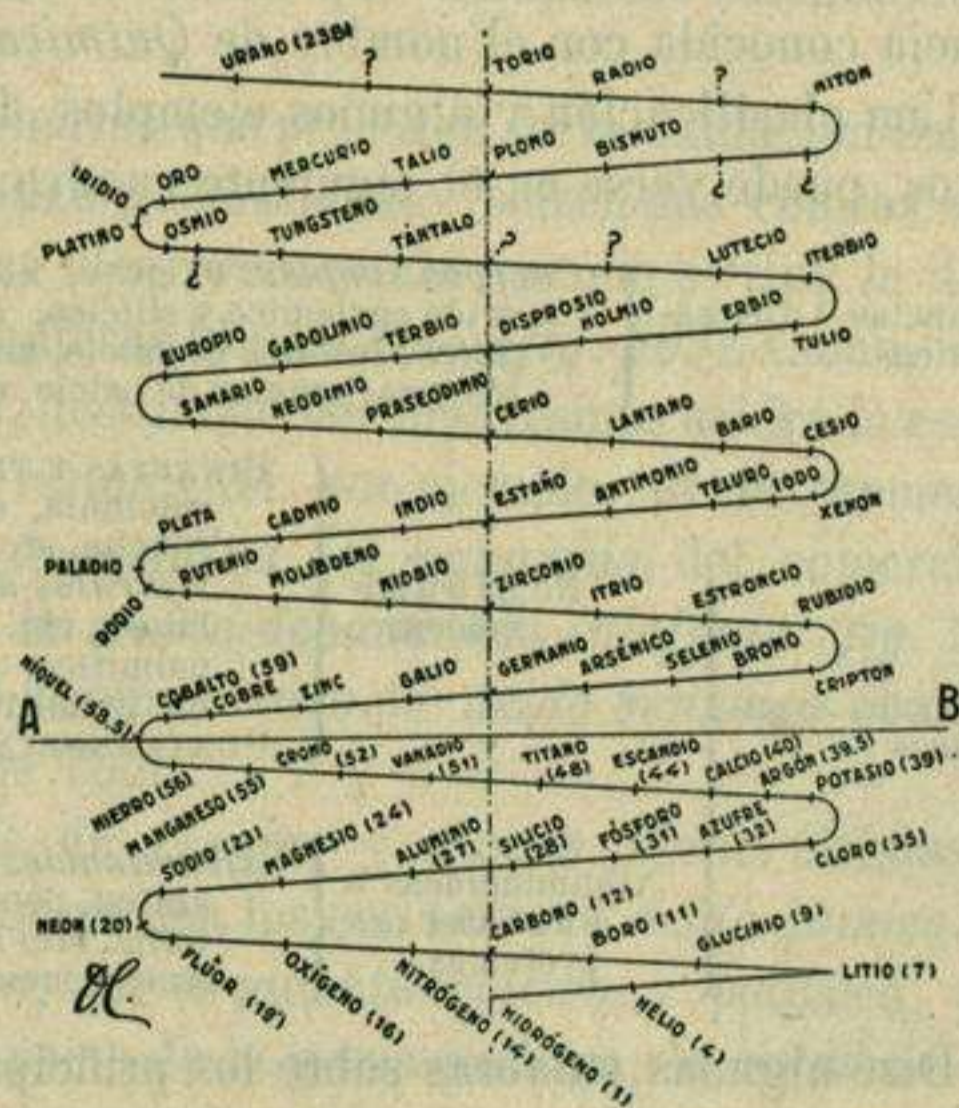


Fig. 36.—Esquema que representa la evolución filogénica de los principales elementos químicos, con la indicación aproximada de sus pesos atómicos. (Inspirado en R. Carracido).

breve y precisa definición del doctor Cajal, «aquellos cuerpos simples o compuestos, separables por medios puramente físicos, y de cuya mezcla, en proporciones determinadas, están construídas las células y tejidos. Lo que caracteriza, por tanto, a los principios inmediatos no es su naturaleza, pues los hay orgánicos e inorgánicos, ni su complejidad, pues los hay simples, como el oxígeno, y complicadísimos, como la albúmina, sino el doble atributo de ser cuerpos anatómicamente dissociables y de constituir la materia de que están modelados los seres vivientes» (*). De la definición se desprende que hay principios inmediatos comunes a los reinos inorgánico y orgánico; pero hay un gran número de ellos que se encuentran exclusivamente en los seres orgánicos, por cuya razón se llaman *sustancias orgánicas*. Las materias inorgánicas son, en general, *cristaloides*, es decir, que pueden cristalizar y cuyas disoluciones se difunden con gran facilidad y pasan a través de una membrana permeable: muchas sustancias orgánicas son también cristaloides; pero la inmensa mayoría son *coloides*, a saber, que ni son cristalizables, ni sus disoluciones se difunden con la facilidad que las cristaloides, ni pasan a través de las membranas permeables (**).

La rama de la Anatomía general que estudia los principios inmediatos se denomina *Estequiología*, según se dijo en la pág. 11; pero dicha rama ha alcanzado tal desarrollo en los últimos años, que ha constituido la nueva ciencia conocida con el nombre de *Química biológica*.

Una clasificación y algunos ejemplos de los principales principios inmediatos, puede verse en el siguiente cuadro:

Sustancias inorgánicas	{	<i>Cuerpos simples</i> : oxígeno, nitrógeno. <i>Anhidridos y ácidos libres</i> : anhídrido carbónico y silíceo. <i>Bases libres</i> : óxidos de hierro, cobre, etc. <i>Sales</i> : fosfatos de calcio, magnesio, sodio, cloruros de sodio, etc.; sulfatos y carbonatos de calcio, etc. El <i>agua</i> (disolvente general).									
Sustancias orgánicas	{	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: middle;">No albuminoideas . .</td> <td style="vertical-align: middle;">{</td> <td>BINARIAS Y TERNARIAS.—<i>Esencias</i>: limón, etc. <i>Resinas</i>: colofonia, etc. <i>Bálsamos</i>: tolú, etc. <i>Gomoresinas</i>: caucho, etc. <i>Alcoholes</i>: glicerina, manita, dulceta, etc. <i>Hidratos de carbono</i>: dextrina, glucosa, almidón, celulosa, etc. <i>Ácidos</i>: acético, cítrico, oleico, esteárico, palmítico, oxálico, etc. <i>Ésteres de la glicerina</i>: oleína, palmitina, estearina, etc.</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: middle;">Albuminoideas o sustancias proteicas . .</td> <td style="vertical-align: middle;">{</td> <td>CUATERNARIAS.—<i>Alcaloides</i>: nicotina, quinina.</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="vertical-align: middle;">{</td> <td><i>Albuminoides propiamente dichos</i>: albúmina, legúmina, gluten, peptonas. <i>Materias colorantes</i>: clorofila, xantofila, etc. <i>Fermentos</i>: amilasa, pepsina, invertina, etc. Antifermentos y anticuerpos.</td> </tr> </table>	No albuminoideas . .	{	BINARIAS Y TERNARIAS.— <i>Esencias</i> : limón, etc. <i>Resinas</i> : colofonia, etc. <i>Bálsamos</i> : tolú, etc. <i>Gomoresinas</i> : caucho, etc. <i>Alcoholes</i> : glicerina, manita, dulceta, etc. <i>Hidratos de carbono</i> : dextrina, glucosa, almidón, celulosa, etc. <i>Ácidos</i> : acético, cítrico, oleico, esteárico, palmítico, oxálico, etc. <i>Ésteres de la glicerina</i> : oleína, palmitina, estearina, etc.	Albuminoideas o sustancias proteicas . .	{	CUATERNARIAS.— <i>Alcaloides</i> : nicotina, quinina.		{	<i>Albuminoides propiamente dichos</i> : albúmina, legúmina, gluten, peptonas. <i>Materias colorantes</i> : clorofila, xantofila, etc. <i>Fermentos</i> : amilasa, pepsina, invertina, etc. Antifermentos y anticuerpos.
No albuminoideas . .	{	BINARIAS Y TERNARIAS.— <i>Esencias</i> : limón, etc. <i>Resinas</i> : colofonia, etc. <i>Bálsamos</i> : tolú, etc. <i>Gomoresinas</i> : caucho, etc. <i>Alcoholes</i> : glicerina, manita, dulceta, etc. <i>Hidratos de carbono</i> : dextrina, glucosa, almidón, celulosa, etc. <i>Ácidos</i> : acético, cítrico, oleico, esteárico, palmítico, oxálico, etc. <i>Ésteres de la glicerina</i> : oleína, palmitina, estearina, etc.									
Albuminoideas o sustancias proteicas . .	{	CUATERNARIAS.— <i>Alcaloides</i> : nicotina, quinina.									
	{	<i>Albuminoides propiamente dichos</i> : albúmina, legúmina, gluten, peptonas. <i>Materias colorantes</i> : clorofila, xantofila, etc. <i>Fermentos</i> : amilasa, pepsina, invertina, etc. Antifermentos y anticuerpos.									

Diré algunas palabras sobre los principales, estudiándolos en las diversas partes celulares donde son más abundantes, es decir, en el *protoplasma* y en la *membrana*.

Protoplasma.—Su composición es extraordinariamente compleja, no sien-

(*) Del MANUAL DE HISTOLOGÍA NORMAL, por el Dr. *Santiago Ramón y Cajal*, eminente catedrático de Histología y Anatomía patológica en la Facultad de Medicina de la Universidad de Madrid. De renombre mundial por sus notabilísimos trabajos sobre Histología en general y particularmente sobre el sistema nervioso.

(**) Véase nota (*) de la pág. 24.

do posible indicar más que algunos de los principios inmediatos que entran en ella.

SUSTANCIAS INORGÁNICAS.—Las principales son: diversos *nitratos* (potásico, etc.); *sulfatos* (cálcico, etc.); *fosfatos* (cálcico, etc.). Todas estas sustancias se encuentran ordinariamente disueltas en el jugo celular, pero a veces cristalizan, como ocurre con el *sulfato cálcico hidratado* o *yeso*, el *carbonato cálcico* y el *anhidrido silícico* o *silice*, principalmente. Finalmente, el *agua* es la sustancia inorgánica más abundante en todos los vegetales, habiendo algunos, como las lechugas y pepinos, por ejemplo, que tienen más del 90 por 100 en peso: de aquí la expresión del químico y fisiólogo alemán Hoppe-Seyler (1825-95): «Todos los organismos viven en el agua y hasta en el agua corriente». Su abundancia proviene de que es el disolvente general de las materias nutritivas.

SUSTANCIAS ORGÁNICAS.—*Esencias.*—También se denominan *aceites esenciales*, por su aspecto oleaginoso, y aun cuando la mayor parte son carburos de hidrógeno, otras tienen distinta composición, como la *esencia de clavo*, por ejemplo, que es un ácido; etc. El olor de estas sustancias es muy variado y generalmente agradable. En el papel, telas, etc., producen manchas análogas a las que originan las grasas, diferenciándose de éstas en que, por ser volátiles, la mancha es transitoria, es decir, que desaparece calentándola o en el transcurso del tiempo.

Resinas.—Son sustancias ternarias que proceden de la oxidación lenta de algunas esencias. Por esto se hallan generalmente mezcladas con las esencias originarias, constituyendo las *oleorresinas*, de las que es tipo la llamada *trementina* extraída de las coníferas (pinos, etc.) (*fig. 509*). Como, según se dijo, las esencias son volátiles, destilando las oleorresinas saldrá la esencia y quedará un residuo que será la resina. Así, por ejemplo, de la trementina se obtiene la *esencia* llamada *de trementina* (el *aguarrás* del comercio es esencia de trementina impura) y la *resina* denominada *colofonia* (*fig. 510*).

Bálsamos.—Son oleorresinas acompañadas de *ácido benzoico* (bálsamo de benjuí) o *cinámico* (bálsamo de Tolú).

Gomorresinas.—Son mezclas de *resinas* y *gomas*. Estas últimas son cuerpos de composición muy compleja, en los que entra el *ácido gúmico*. Las *gomas* principales son: la *arabina*, que es gumato cálcico y potásico, principalmente: constituye la mayor parte de la goma arábiga; la *cerasina* o *ceresina*, que existe en la goma de los cerezos, etc. Las *gomorresinas* principales son: el *caucho* o goma elástica, de la cual la *ebonita* no es más que caucho endurecido por varios procedimientos, y la *gutapercha*, que es parecida al caucho, pero que se obtiene de otras plantas.

Alcoholes.—Son cuerpos de composición parecida al alcohol ordinario, *alcohol etílico* o *etanol*. La *glicerina* es líquida y forma las grasas combinada con los ácidos grasos; la *manita* es de sabor azucarado y se encuentra en las células de varias plantas (fresnos, etc.).

Hidratos de carbono.—Así llamados porque en ellos entra el carbono asociado al oxígeno e hidrógeno, que están combinados en la misma proporción que en el agua. También se llaman *sustancias hidrocarbonadas, carbohidratos y glúcidos*. Los principales son: *glucosa* o *azúcar de uva* ($C^6 H^{12} O^6$), de sabor dulce y que se encuentra en casi todas las células de los vegetales; la *levulosa* ($C^6 H^{12} O^6$), que se halla en muchos frutos maduros, de donde el nombre de *fructosa* o *azúcar de frutos*, sola o asociada a la *glucosa* o a la *sacarosa* o *azúcar de caña* ($C^{12} H^{22} O^{11}$), así llamada por encontrarse en la caña de azúcar; también la posee la raíz de la remolacha, etc. El *almidón* ($C^6 H^{10} O^5$)⁵ es una sustancia de color blanco que al microscopio se presenta en forma de granos de tamaño y aspecto muy diversos (*figs. 37 á 41*). Ordinariamente están formados por capas concéntricas alternativamente claras y oscuras (*fig.*

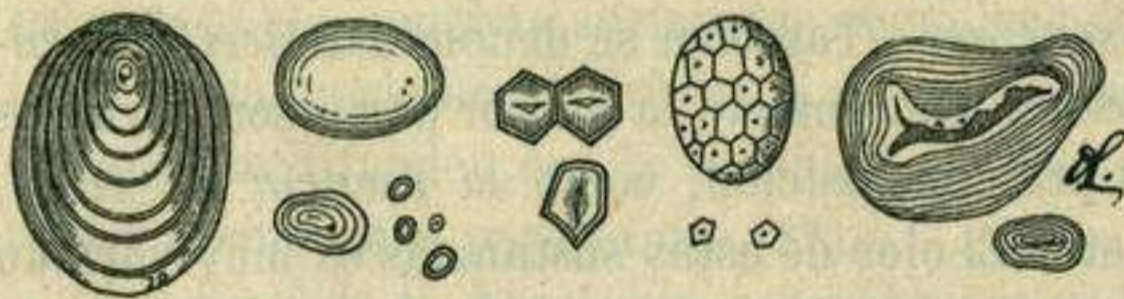


Fig. 37 Fig. 38 Fig. 39 Fig. 40 Fig. 41
Diversos tipos de granos de almidón (patata, trigo, maíz, avena y alubia, respectivamente).

30). Los granos pequeños carecen de esta estructura. Con la tintura de iodo toman color azulado. Los términos *almidón* y *fécula* son sinónimos; pero el primero suele reservarse para el extraído de los frutos y

semillas, como el trigo, alubias, etc., y el segundo para el obtenido de las raíces, tubérculos, etc. (*). La *inulina* es de composición parecida al almidón: se encuentra disuelta en el jugo celular y nunca coexiste con el almidón. Cristaliza en forma de esferas radiadas (*fig. 42*), sumergiendo los órganos donde se encuentra (raíces tuberculosas de la dalia, etc.), en alcohol de 80°.

Los *taninos* son sustancias ternarias, aunque no hidratos de carbono, que se hallan en las agallas o agállaras y en las cortezas de las encinas, robles, etc. También se llaman, aunque impropriamente, *ácidos tánicos*. Precipitan en negro (tinta) por las sales férricas: a esto es debido que las frutas, etc., que contienen tanino manchen de negro el cuchillo con que se las corta.

Con las sustancias albuminoideas forman una materia imputrescible, por lo que se los usa para curtir pieles.

Ácidos.—Caracterizados por este sabor. Los más abundantes son: los gra-

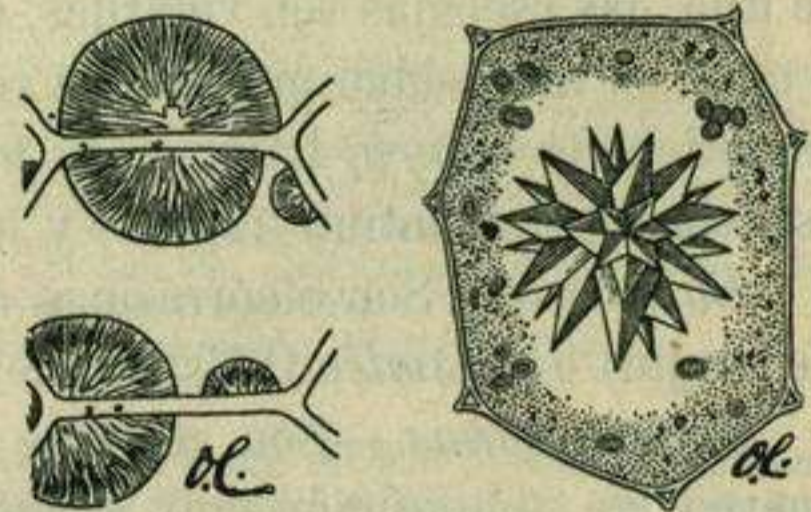


Fig. 42 Fig. 43
Fig. 42.—Esferas radiadas de inulina.
Fig. 43.—Célula con cristales de oxalato cálcico.

(*) Para el estudio del almidón al microscopio, véase la obra PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero, pág. 18 y siguientes.

sos *oleico*, *esteárico* y *palmitico*, que combinados con la glicerina forman las *grasas*: el *oxálico*, que ya solo, ya, sobre todo, combinado con el calcio formando *oxalato cálcico*, se encuentra en muchas células, en las que cristaliza por ser insoluble (*fig. 43*) (*): el *málico* es el ácido de las manzanas, etc.; el *cítrico* el de los limones, etc.; el *fórmico* se encuentra en los pelos urticantes de las ortigas, etc.

Ésteres de la glicerina.—Son combinaciones de los ácidos grasos con la glicerina, por lo que también se llaman *glicéridos*. Forman las *grasas* y las principales son: la *tripalmitina*, *trioleína* y *triestearina*, también llamadas *palmitina*, *oleína* y *estearina*.

Los *lipoides* son sustancias de composición química muy variada y no siempre conocida, de las cuales algunas tienen aspecto y propiedades biológicas parecidos a los de las grasas: a esto precisamente alude su nombre (gr. *lipós*, grasa; *eidos*, aspecto). Se les da hoy mucha importancia porque se supone que unas intervienen de una manera muy activa en la nutrición y que otras tienen propiedades antitóxicas. Los principales lipoides son: la *lecitina* y la *colestonina*. La *lecitina* es una especie de grasa fosforada que se extrajo por primera vez de la yema de los huevos (de donde proviene su nombre gr. *léxythos* o *lékythos*, yema de huevo) y que se halla muy abundante en las semillas de todas las plantas y en los tejidos en vía de formación. La *colestonina* se incluía antes entre los alcoholes: es sólida y muy abundante en las semillas de algunas leguminosas. Los autores modernos estudian también la *clorofila* entre los lipoides (**).

Alcaloides.—Son sustancias nitrogenadas, ya ternarias, por no tener oxígeno (nicotina, etc.), ya, en mayor número, cuaternarias (morfina, etc.) Ejemplo: *quinina*, *atropina*, *estricnina*, etc.

Sustancias proteicas o albuminoideas.—Son sustancias coloides de composición muy compleja (carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y además fósforo, azufre, etcétera). Constituyen la base del protoplasma y todas son coagulables por el calor, lo mismo que la clara de huevo, que es el tipo de las sustancias albuminoideas. Comprende los tres grupos principales siguientes:

Albuminoides propiamente dichos.—La *albúmina* se encuentra disuelta en el jugo celular; la *legúmina* o *caseína vegetal* es frecuente en las semillas de las leguminosas (garbanzos, etcétera); el *gluten* o *fibrina vegetal* se halla en los frutos de las gramináceas (trigo, etc.); las *peptonas* son albuminoides resultantes de la acción de las *diastasas* sobre otros albuminoides. Merecen especial mención los *granos de aleurona* (*fig. 44*), los cuales son corpúsculos albuminoides



Fig. 44.—Granos de aleurona *A* con sus cristales *CR* y sus globoides *GL*.

(*) Para el estudio de los cristales de oxalato cálcico en las células, consúltese la obra PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA, por *E. Rioja* y *O. Cendrero*, pág. 44.

(**) Véase ELEMENTOS DE BIOLOGÍA, por *E. Rioja* y *O. Cendrero*, pág. 511.

deos que se encuentran en muchas células, sobre todo de semillas, etc.; están formados, en esencia, por una *sustancia fundamental* de naturaleza albuminoidea que puede llevar *inclusiones* de *cristaloides proteicos*, o sea cristales, también de naturaleza albuminoidea, en los cuales el valor del ángulo diedro es variable, y de *globoides* o corpúsculos esferoidales de glicero o sacaro-fosfatos de calcio, etc. Los granos de aleurona se forman en los hidroleucitos y son sustancias de reserva. Los *cristaloides* pueden encontrarse también libres en el protoplasma (*fig. 49*).

Sustancias colorantes.—La principal es la *clorofila* o pigmento verde de los vegetales (gr. *chlorós*, verde), que es insoluble en el agua y soluble en el alcohol, etc. En realidad, está formada por la reunión de dos pigmentos principales: la *clorofila* propiamente dicha, que es sustancia albuminoidea y a la que, según se dijo (pág. 37) se la considera modernamente como un lipoide, y la *xantofila*, que es ternaria. Ambos se extraen triturando en un mortero hojas lavadas y secas de gramináceas, espinacas, etc., que los poseen en cantidad; se agrega pequeña cantidad de alcohol puro, y así se obtiene un líquido verde que se separa de las hojas trituradas. Agregando bencina a este líquido y agitando se obtienen dos capas: la superior de bencina, que lleva en disolución la *clorofila*: la inferior de alcohol, que lleva la *xantofila*.

Fermentos solubles.—Son sustancias que en mayor o menor cantidad se encuentran en todas las células vegetales y su misión es la de hacer que las sustancias alimenticias insolubles se conviertan en solubles y asimilables: genéricamente se las denomina, o sencillamente *fermentos* o también *diastasas* (del gr. *diástasis*, separación), *zimasas* (del gr. *zyme*, levadura) o *encymas*. Pueden dividirse en tres grupos principales: que obran sobre los hidratos de carbono, sobre las grasas o sobre los albuminoides. La *amilasa* o *amilopsina* hidrata el almidón y en último término le convierte en *maltosa*, que es un azúcar parecido a la sacarosa; la *maltasa* transforma la maltosa en glucosa y levulosa; la *invertina* o *invertasa* hidrata la sacarosa y la convierte en glucosa y levulosa; la *celulasa* transforma la celulosa en glucosa, principalmente; etc. La *saponasa* descompone las grasas en glicerina y el ácido graso correspondiente. La *pepsina*, que, en un medio ácido, transforma los albuminoides en peptonas; la *presura*, que coagula la caseína de la leche como la presura animal (*).

Membrana.—Cuando la célula es joven su membrana está formada por *celulosa* pura, la cual también se halla pura en algunas células adultas, como las de la médula del saúco (*fig. 45*) y del junco (*fig. 46*), los pelos que forman la borra envolvente de las semillas del algodón, etc. La *celulosa* es un hidrato de carbono que puede considerarse como una condensación de almi-

(*) Véase ELEMENTOS DE ANATOMÍA Y FISIOLÓGIA, por O. Cendrero, 8.^a edición, página 256.

dón. Como la fórmula de éste es $(C^6 H^{10} O_5)_5$, la de la celulosa habrá de ser por lo menos $(C^6 H^{10} O_5)_6$, que es la celulosa menos condensada o *celulosa típica* que forma

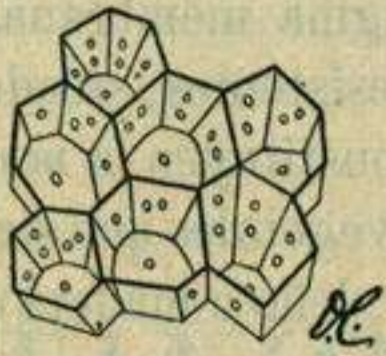


Fig. 45
Células poliédricas y estrelladas de la médula del saúco (45) y junco (46), cuyas membranas están formadas por celulosa.

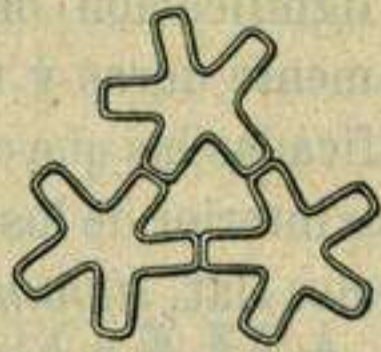


Fig. 46

la membrana de las células jóvenes: es una sustancia incolora y permeable al agua y a los gases. Pero ordinariamente la celulosa se *transforma*, más o menos completamente, en una nueva sustancia, o bien se *incrusta* de diversos cuerpos de naturaleza mineral u orgánica. La *transformación* de la celulosa puede ser: en *cutina* y en *suberina*, que son dos sustancias ternarias parecidas a la celulosa, aunque de propiedades distintas. La conversión en *cutina* recibe el nombre de *cutinización*, encontrándose células cutinizadas en la superficie libre de muchos órganos, como las hojas, etc. (*figura 47*), y además en varias células libres, como los granos de polen (*fig. 48*):

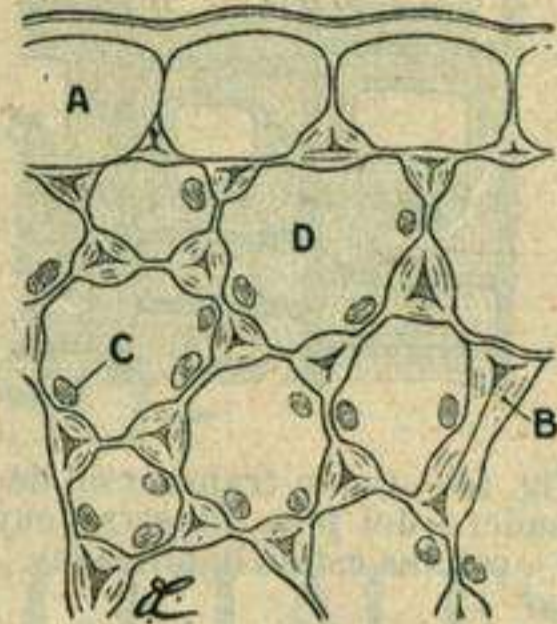


Fig. 47—Capa de cutina recubriendo las células A.

la cutina es impermeable a los gases y al agua, y la cutinización tiene por objeto proteger a los órganos contra un exceso de humedad o sequedad ambientes, así como contra el frío y calor excesivos. La transformación en *suberina* o *suberización* se verifica también en muchos órganos de los vegetales, y las células suberizadas, o, lo que es igual, convertidas en *corcho*, sirven asimismo para proteger los órganos donde se encuentran contra los agentes exteriores (*fig. 49*) (*).

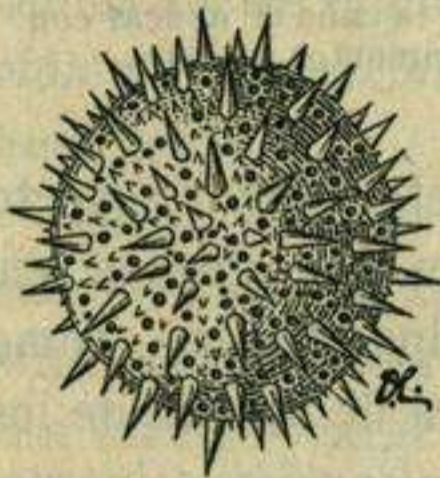


Fig. 48.—Grano de polen cuya membrana exterior con sus salientes, etc., está cutinizada.

Las *incrustaciones* principales son: de *lignina*, de *cera* y de *sustancias minerales*. La *lignina* es una sustancia ternaria de color oscuro y mucho más dura y resistente que la celulosa. La lignina es elaborada por el protoplasma

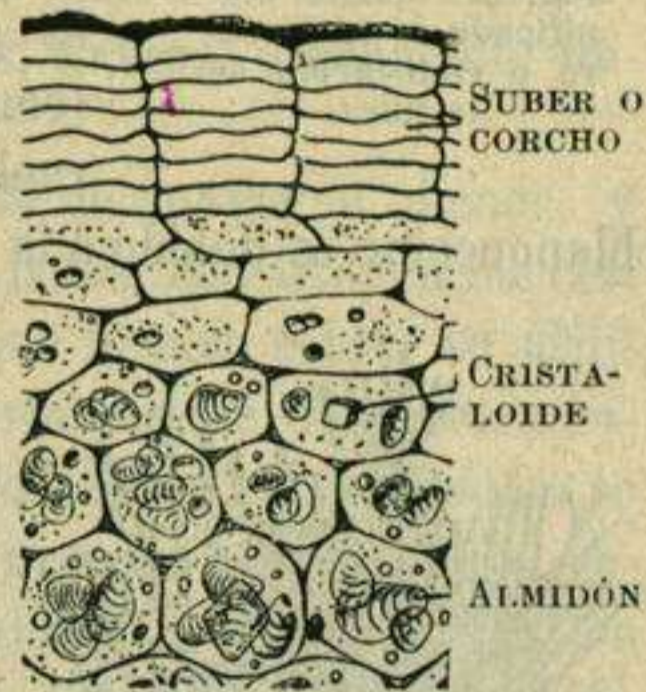


Fig. 49.—Capa periférica de un tubérculo de patata.

(*) Para el estudio del corcho, etc., al microscopio, consúltese la obra PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero, pág. 34.

celular y va incrustándose progresivamente en la membrana celulósica por

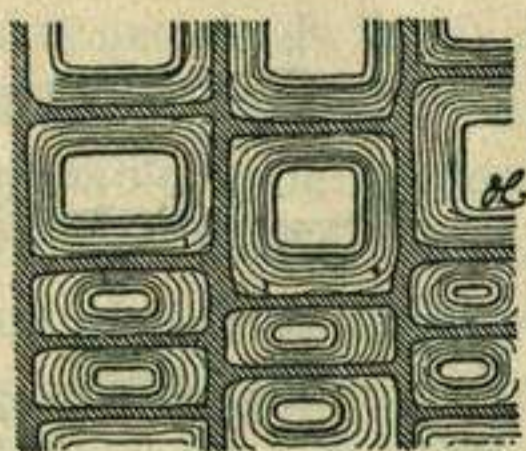


Fig. 50.—Corte transversal de la madera del pino silvestre cuyas células están lignificadas.

capas concéntricas que reducen gradualmente la cavidad de la célula (*figuras 50 y 51*). El fenómeno de la lignificación origina membranas vegetales sumamente duras y resistentes, siendo las células lignificadas las que constituyen la *madera* o *esqueleto* interior de los vegetales que sirve para sostenerlos (lat. *lignum*, leño o madera), mientras que la cutina y suberina sirven de meros *protectores* exteriores. La lignina da también la dureza a las células del hueso o pepita de algunos frutos (melocotón, nuez, etc.) (*fig. 51*). La

incrustación de *cera* o *cerificación* (*fig. 52*) se verifica en las membra-

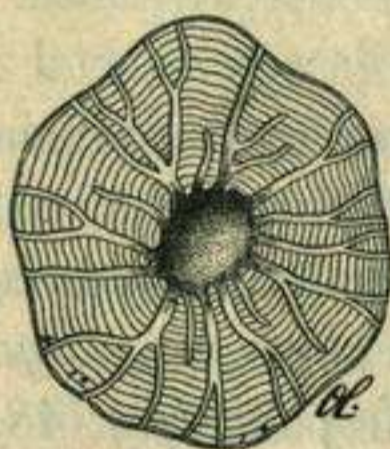


Fig. 51.—Célula lignificada de la cáscara o endocarpio de la nuez.

nas expuestas al aire y origina un revestimiento impermeable que sirve para evitar que penetre el agua en los órganos que recubre. Aunque la cantidad de cera que incrusta las membranas celulares es generalmente pequeña (como ocurre con las ci-

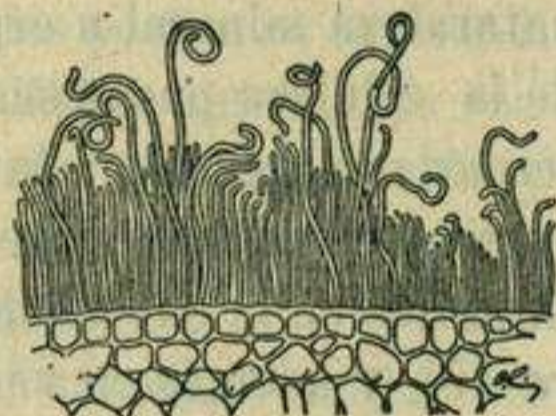


Fig. 52.—Capa periférica del tallo de la caña de azúcar con filamentos de cera.

ruelas, uvas, hojas de la berza, etc., cuyo aspecto

blanquecino es debido a la cera), otras veces la cantidad es tan grande que

puede recogerse para fines industriales, como ocurre con la llamada palmera de la cera de los Andes. Finalmente, la *mineralización* o incrustación por sustancias minerales puede ser, principalmente: *calcificación* o incrustación por carbonato cálcico, frecuente en muchas algas marinas (*fig. 53*), y la *silificación* o incrustación por sílice, común en muchos vegetales como el trigo, maíz, diatomeas, etcétera. Merecen citarse los *cistolitos*, que son espesamientos de la membrana celulósica hacia el interior de la célula y recubiertos además de carbonato cálcico (*fig. 269*).



Fig. 53.—Alga coralina calcificada.

Lec 25 (2)

TAXONOMÍA Y GLOSO- LOGÍA VEGETALES

Taxonomía.—Como el número de vegetales que existe es considerable y como además presentan entre sí gran diversidad de formas, ha sido imprescindible *clasificarlos*, es decir, *diferenciar* primero unos de otros con arreglo a los caracteres o particularidades que presentan y constituir después *agrupaciones* con aquellos que más se parecen entre sí. Esta parte de la Botánica recibe el nombre de *taxonomía*, palabra que equivale a decir *ordenación* o *clasificación* de los vegetales (del gr. *taxis*, *taxeos*, ordenación; *nomos*, ley).

El conjunto de *grupos*, contenidos unos en otros de mayor a menor, y establecidos con arreglo a principios previamente fijados, constituyen las *clasificaciones*. Para establecer los distintos grupos que forman éstas, se utilizan diversos caracteres que, con arreglo a su importancia, se dicen *esenciales* o *primarios* y *accesorios*, *secundarios* o *subordinados*; los *esenciales* se denominan así porque su falta o variación acarrea grandes cambios en el vegetal, como la existencia o ausencia de raíz, por ejemplo, mientras que los *secundarios* reciben este nombre a causa de que su supresión o modificación no es de gran transcendencia para el vegetal, como, por ejemplo, la *coloración* más o menos intensa de las hojas, o la variación de la forma de las mismas.

CLASIFICACIONES ARTIFICIALES.—CLASIFICACIÓN NATURAL.—En los albores de la Botánica, y en los de la Historia Natural en general, los naturalistas hacían las clasificaciones eligiendo uno o varios caracteres cualesquiera, tomados al capricho del autor, para que sirvieran de base a las mismas; por ejemplo, el número de estambres (véase *androceo*), o de pistilos (véase *gineceo*), etc. Estas clasificaciones así formadas reciben el nombre de *sistemas* o *clasificaciones artificiales*, porque su objeto no es otro que el de *ordenar* los vegetales formando una especie de *catálogo* práctico que permita encontrar

fácilmente el nombre de un vegetal ya descrito. Se comprende que el número de estas clasificaciones puede ser infinito.

Mas dichas clasificaciones han sido relegadas a un lugar secundario, porque con ellas *no hay posibilidad de descubrir las analogías* que existen entre todos los vegetales más que en el órgano u órganos que han servido para establecer la clasificación, pero no *en el conjunto de su organización*. Tampoco puede apreciarse por mediación suya las relaciones de *parentesco* que los vegetales actuales guardan entre sí y con los de las pasadas épocas geológicas. Por esto, la clasificación que hoy se persigue es la llamada *clasificación o método natural*, es decir, una clasificación que sea el reflejo fiel *del plan* que la Naturaleza ha seguido en la formación de las especies y *denuncie el parentesco* que éstas tienen entre sí. Esta clasificación posee todas las ventajas de las clasificaciones artificiales sin ninguno de sus inconvenientes, puesto que con ella se puede buscar fácilmente, aunque no tanto como con las artificiales, el nombre de un vegetal, y además averiguar las relaciones que tiene con los existentes y los extinguidos, pudiéndose construir así el *arbol genealógico* de la especie de que se trate.

Aunque la clasificación natural es el objetivo a que tienden todos los naturalistas modernos, se comprenderá lo difícil que es alcanzarle considerando que para constituir la es menester conocer todas las especies que existen actualmente y además las que existieron en pasadas épocas geológicas. Como aún faltan especies vivientes por conocer y lo mismo ocurre con las fósiles, y como además no todas las especies extinguidas han dejado sus restos (*), es lógico suponer: 1.º, que siempre existirán lagunas que llenar en la clasificación que más se aproxime a la natural, y 2.º, que cuanto mejor se conozcan las formas vivientes y fósiles, tanto más se adelantará para el establecimiento de la clasificación natural.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA CLASIFICACIÓN NATURAL.—Para llegar a constituir la clasificación natural, o aproximarse a ella cuanto sea posible, es menester atender a varios principios, que son los siguientes: 1.º, el de la *subordinación de los caracteres*, o caracteres esenciales y accesorios antes mencionados; 2.º, el de las *analogías y homologías*; 3.º, el de la *división del trabajo fisiológico*; 4.º, el de la *filogenia*, y 5.º, el de la *ontogenia*.

Puede ocurrir, a veces, que no se sepa dónde colocar un vegetal porque algunos de sus órganos son muy diferentes a los de otro vegetal que tiene análogos los restantes órganos. Pues bien, en virtud del principio de las *analogías y homologías* se conoce muchas veces la naturaleza de determinados órganos, teniendo en cuenta que se entiende por *órganos homólogos en dos vegetales distintos*, o en el mismo vegetal, aquellos que se corresponden *por el lugar que ocupan*, aun cuando sean diferentes en forma y hasta en fun-

(*) Véase mi GEOLOGÍA, pág. 193.

ción, como, por ejemplo, los *zarcillos* de la vid y de otras plantas, que se sabe si corresponden a hojas o ramas transformadas fijándose en la posición que ocupan (*fig. 54*): los *peciolos* y los *filodios*; etc. Se llaman *órganos análogos en un mismo vegetal*, o en vegetales distintos, cuando tienen la *misma función*, aun teniendo distinta forma y estructura, como los zarcillos rameales y los foliares; los *filodios* y los *limbos* de las hojas (*fig. 55*); etcétera.

En virtud del principio de la *división del trabajo fisiológico*, cabe decir si un vegetal es más complicado que otro con sólo observar hasta qué grado alcanza la diferenciación de los órganos encargados de los distintos trabajos o funciones, pues en los vegetales sencillos un mismo órgano desempeña a la vez varias funciones, al paso que en los más complicados, o existe un



Fig. 54.—Zarcillos rameales de la vid.

órgano para cada función, o por lo menos a cada órgano le corresponde desempeñar un número menor de éstas, por lo cual el trabajo que realizan resultará mejor ejecutado.

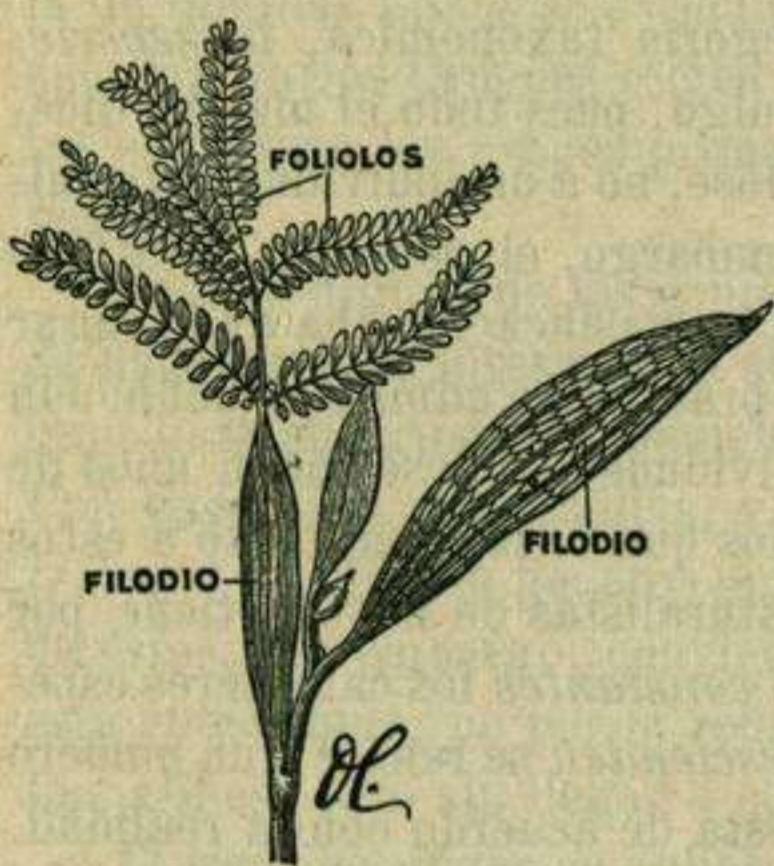


Fig. 55.—Hoja de una acacia australiana en la cual los peciolos, o cabillos que sostienen a la misma, están convertidos en *filodios*, es decir, ensanchados como el limbo de una hoja y con la función de éste. Los filodios son, por tanto, *órganos análogos* a los limbos de las hojas y *homólogos* a los peciolos.

El principio de la *filogenia* (gr. *phylé*, tribu o rama; *gennao*, engendrar) parte de la base de que todos los vegetales derivan de un tronco común y tiene por finalidad construir, por lo menos a grandes rasgos, y basándose en la Paleontología, el árbol genealógico de todo el Reino. Así, por ejemplo, si el estudio morfológico y anatómico de un helecho y de un álamo no fuese suficiente para afirmar la mayor complicación orgánica del segundo, la filogenia lo evidenciaría, pues la Paleontología vegetal demuestra que los helechos vivieron en épocas muy anteriores a aquellas en que aparecieron los álamos. Por esta razón en un árbol genealógico del Reino vegetal habrá que colocar más cerca del origen a los helechos que a los álamos,

no sólo por ser más sencillos, sino por haber aparecido antes sobre la Tierra.

Finalmente, el principio de la *ontogenia* nos enseña, fundándose en observaciones embriogénicas, las fases por que el vegetal atraviesa antes de nacer y los cambios o metamorfosis que recorre después de haber nacido, indicán-

Evolutionism

donos así con claridad el lugar que a un vegetal le corresponde dentro de la clasificación natural, en virtud de una ley hace tiempo conocida, que dice que «*la ontogenia es la reproducción abreviada de la filogenia*», es decir, que el individuo recorre, en el breve espacio de tiempo que media entre su iniciación en el huevo hasta su completo desarrollo, una serie de fases que no son sino el retrato más o menos acabado de la serie de fases por que sus antepasados atravesaron en la enorme cantidad de tiempo transcurrido entre su aparición como dichos seres hasta el momento en que dieron lugar a la rama derivada que vemos en la actualidad. Pondré un ejemplo que aclarará lo dicho: los musgos pasan por una fase transitoria denominada *protonema*, que tiene todo el aspecto de una alga filamentosa, lo cual prueba que los musgos son vegetales más complicados que las algas y aparecidos después de ellas, de las que derivan. Evo

CATEGORÍAS TAXONÓMICAS O GRUPOS BOTÁNICOS.—La primera y única jerarquía botánica que nos ofrece la Naturaleza es la de *individuo*, el cual consiste, ya en una célula que vive aislada, ya en una agrupación de células que se han dividido el trabajo fisiológico y funcionan armónicamente, produciendo la vida del conjunto, vida que no es, en último término, más que la suma de las vidas de todas las células asociadas.

La reunión de individuos origina otra categoría taxonómica, la *especie*, de la cual tiene formado exacto concepto el vulgo, pues todo el mundo dice, por ejemplo, el chopo, el peral, etc., refiriéndose, no a un individuo determinado, sino a la especie correspondiente. Sin embargo, el concepto científico de la especie, que es el grupo fundamental de la clasificación, ha dado lugar a grandes controversias, porque si bien en la práctica se admite la definición de Cuvier (*), que dice es «el conjunto de individuos que descienden unos de otros, o de padres comunes, y de todos aquellos que se parecen tanto a éstos como ellos entre sí», la mayor parte de los naturalistas de hoy no tiene por exacta esta definición, porque considera como *constantes* los caracteres específicos, que son variables, y porque al decir *descienden* se refiere a un número ilimitado de generaciones, lo cual tampoco está de acuerdo con la realidad. Evo

Una prueba de que la especie puede variar, la suministran las llamadas *variedades y razas*. Las *variedades* se originan cuando un carácter secundario determinado se repite en unos cuantos individuos de la misma especie. Este carácter secundario puede *transmitirse o no transmitirse por herencia* y en esto precisamente se distinguen las *variedades* de las *razas*, pues éstas *son variedades constantes o hereditarias*, es decir, variedades en las cuales los caracteres secundarios que dan origen a la variedad se transmiten de padres a hijos. Por esto, una raza puede considerarse, por así decirlo, como

(*) *Cuvier*. Uno de los más eminentes naturalistas franceses (1769-832). Se dedicó preferentemente a la ZOOLOGÍA: fué el verdadero creador de la Paleontología y dió gran impulso a la Anatomía comparada.

una especie dentro de la especie, hasta el punto que si nos encontramos ante dos individuos que no difieren más que por caracteres secundarios, no se puede decidir si se trata de dos especies próximas o de dos razas de la misma especie. El siguiente experimento hecho por el francés Jourdan demuestra de una manera evidente la variación de la especie: sembró en un extenso jardín semillas de una pequeña planta muy abundante, que se conoce con el nombre de *Draba verna*; al cabo de diez años comprobó la existencia de diez formas que diferían entre sí por caracteres de poca importancia, pero que, sin embargo, se transmitían por herencia; es decir, diez razas distintas. Transcurridos veinte años, vió que eran cincuenta las razas que existían, y a los treinta años el número de éstas se elevó a doscientas. Como se ve, la especie varía, aunque no sea más que para originar razas distintas.

Las especies que tienen bastantes semejanzas entre sí se agrupan en otra categoría taxonómica que recibe el nombre de *género*. Éste es también un grupo muy natural del cual tiene el vulgo noción exacta, pues cuando dice rosales, por ejemplo, no se refiere a una sola especie de rosal, sino a todas las especies que conoce, a las cuales reúne inconscientemente formando un género natural.

Por la agrupación de géneros análogos se constituyen las *Familias* y por la de familias afines se forman los *Órdenes*. La categoría taxonómica que encierra varios Ordenes recibe el nombre de *Clase*, y con un conjunto de éstas se forman los grupos primarios o *Tipos*, contenidos a su vez en el *Reino* vegetal.

Cuando alguno de los grupos indicados es muy numeroso, hay necesidad de hacer grupos intermedios que se designan con el nombre de la categoría inmediata superior, anteponiendo el prefijo *sub*, como *subtipo*, *subclase*, etc. Por excepción las familias, y algunas veces las subfamilias, se dividen en *tribus* o reunión de géneros muy parecidos, cuando comprenden gran número de éstos. Sin embargo, conviene advertir que para algunos autores la *tribu* está constituida, no por la reunión de géneros análogos, sino por la de familias afines, pero sin llegar a constituir un Orden.

El término *grupo* se aplica indistintamente para designar cualquier categoría taxonómica.

Resumiendo las diferentes categorías taxonómicas de menor a mayor, o sea en el mismo orden con que han sido expuestas, son las siguientes: *individuo*, que puede ser masculino (♂), femenino (♀) o hermafrodita (♂♀); *variedad*, *raza*, *especie*, *género*, *familia*, *orden*, *clase*, *tipo* y *reino*.

Glosología o nomenclatura de los vegetales (del gr. *glossa*, lengua; del lat. *nomen*, nombre).—Es la parte de la Botánica que tiene por objeto dar a conocer las palabras o nombres técnicos con que se designan los vegetales.

NOMBRES VULGARES.—Sabida cosa es que en las diferentes regiones de un país del mismo idioma, y a veces hasta en una misma región, se conoce a las

mismas plantas con distintos *nombres vulgares*. Como análogos hechos se repiten en las distintas regiones de cada nación y, desde luego, en las distintas naciones, se comprende la imposibilidad que existe de entenderse entre tan enorme cantidad de nombres vulgares.

NOMBRES CIENTÍFICOS.—Por esto desde tiempos muy antiguos se preocuparon los naturalistas de buscar una nomenclatura cómoda y precisa para designar las especies, tanto vegetales como animales. Pero la deseada nomenclatura no fué encontrada hasta que la ideó el célebre naturalista sueco *Carlos Linneo* (*). Dicha nomenclatura recibe el nombre de *linneana* en honor de su inventor, denominándose también *binaria* por su estructura. Ésta es sencillísima: consiste en designar una planta con dos palabras, que constituyen el *nombre científico*, de las cuales la primera corresponde al género y la segunda a la especie. Estas dos palabras están tomadas generalmente del latín o del griego, pero pueden también proceder de otros idiomas, con tal que se latinice su terminación y que el nombre específico concierte en género y número con el genérico: esto último, sin embargo, no se hace siempre. A continuación del nombre específico suele ponerse el apellido del naturalista que descubrió la especie y le dió nombre; si dicho apellido es largo o muy conocido se pone en abreviatura, como, por ejemplo, Linneo (L.). Dada la índole elemental de esta obra, no figurarán en ella los nombres de los autores.

La inicial del nombre genérico se escribe siempre con letra mayúscula y la del específico con minúscula, excepto en el caso de que dicho nombre específico se forme latinizando algún sustantivo, ya sea nombre de persona o el vulgar de la planta.

Por último, es muy frecuente que una especie sea designada por dos o más autores con nombres distintos: todos estos nombres constituyen lo que se llama la *sinonimia* de la especie. Cuando esto ocurre, el nombre que se conserva es el que fué dado primero.

Pondré un ejemplo para la mejor comprensión de lo dicho. Una vez constituido un género como el *Citrus*, se designan sus distintas especies con sólo agregar una palabra para cada una de ellas y así se dice *Citrus vulgaris* Risso, o naranjo agrio; *Citrus Aurantium* Risso, o naranjo dulce; *Citrus Limónum* Risso, o limonero; *Citrus médica* Risso, o cidrero; *Citrus deliciosa* Ten. (*Citrus nóbilis* Lour.), que es el árbol de las naranjas mandarinas, etc.

De acuerdo con lo dicho anteriormente, la inicial del nombre genérico ha sido escrita con letra mayúscula y del mismo modo se han escrito las de los específicos *Aurantium* y *Limónum*, por ser el nombre vulgar antiguo de

(*) *Linneo*. Nació en 1707 en Roeskild (Suecia). Hijo de una familia de modesta posición, fué primero aprendiz de zapatero, hasta que, protegido por varias personas, hizo sus estudios en las Universidades de Lunden y Upsala, en la última de cuyas poblaciones murió en 1778 siendo director del Jardín Botánico y profesor en la Universidad. Asombra considerar el gran número de especies, tanto animales como vegetales, que Linneo estudió y describió, y la Historia Natural entró en una nueva era y recibió gran impulso gracias a tan genial sabio.

la planta, mientras que los restantes nombres específicos se han escrito con letra inicial minúscula. La palabra Risso (*), que va detrás de los cuatro primeros nombres científicos, es el apellido íntegro del autor que la denominó, porque no es un apellido largo. Las sílabas Ten. y Lour., que siguen a los nombres de las dos últimas especies, son las abreviaturas de los apellidos Tenore (**) y Loureiro (***), respectivamente. Finalmente, el nombre de *Citrus nobilis* constituye la sinonimia de la especie *C. deliciosa*, adoptándose este último nombre porque fué el que primero se dió a la especie. En este último nombre científico citado, *C.* es la inicial del género *Citrus* y es conveniente saber que se acostumbra a escribir solamente la inicial del género cuando éste acaba de citarse, y también, en algunos casos, cuando es muy conocido; ejemplo: *B. tuberculosis*, por *Bacillus tuberculosis*. Conviene advertir que hoy la mayor parte de los autores no siguen la regla por lo que se refiere a los nombres específicos, que escriben todos con minúscula; también es frecuente añadir un tercer nombre, que corresponde a la subespecie.

La *Familia* es otro grupo taxonómico que si bien no puede decirse que tenga unificada su nomenclatura, por lo menos lo está en su terminación y, excepto en unas pocas familias (Compuestas, Umbelíferas, etc.), todas terminan en *ceas*. Así se dice: *Bacteriáceas*, *Urticáceas*, *Gramináceas*, etc. Como se ve, la inicial se escribe también con mayúscula.

Por último, en los nombres de los *Órdenes*, *Clases* y *Tipos* no suele seguirse una regla fija, si bien actualmente hay la tendencia a terminar en *ales* los nombres de los *Órdenes*, y así se dice Salicales, Cucurbitales, etc.

(*) *Risso*. Naturalista francés (1777-845).—(**) *Tenore*. Botánico italiano (1781-861).—(***) *Loureiro*. Botánico portugués (1715-796).

TIPOS EN QUE SE DIVI- DE EL REINO VEGETAL

En los vegetales se observan aspectos muy diversos, que corresponden a grados también distintos de complicación orgánica. Sin embargo, estos diferentes grados de complicación pueden referirse a los *cuatro Tipos* que ahora se verán.

En virtud del principio del trabajo fisiológico (pág. 31), se mide el grado de perfección de una planta por el grado de diferenciación o complicación de su organismo, de modo que cuanto mayor sea el número de sus órganos distintos, tanto más perfeccionada debe considerársela (página 43).

Este mayor grado de perfección es alcanzado por el *Tipo* de las llamadas plantas *Fanerógamas* (pinos, perales, garbanzos, etc.). Si se arranca una planta adulta de este Tipo (*fig. 56*), se apreciarán en ella los siguientes órganos: el que estaba enterrado se denomina *raíz*; la base de ésta continúa hacia arriba con el órgano llamado *tallo*, en el cual se encuentran otros órganos verdes denominados *hojas*. Todos estos órganos sirven para la *nutrición* del vegetal, es decir, para que éste tome del medio ambiente los alimentos necesarios para poder vivir. En primavera o verano aparecen otros nuevos órganos, las flores, que están destinadas a la *reproducción*, es decir, a perpetuar la especie. Cada



Fig. 56.-Conjunto esquemático de una Fanerógama Dicotiledónea. (Imitación Gerardin).

flor está formada por unos cuantos grupos de *hojas transformadas*, coloca-

das muy próximas unas a otras. Los diversos grupos que forman estas hojas transformadas reciben distintos nombres (*fig. 56*), y de entre ellos los más importantes son: el *androceo* o conjunto de órganos masculinos (griego *andros*, varón) y el *gineceo* o conjunto de órganos femeninos (griego *gyne*, mujer). Una parte o región de estos últimos se convierte, después de verificados ciertos fenómenos, en el *fruto*, dentro del cual se encuentran las *semillas*. En general, cuando el fruto está maduro las semillas salen de él y caen al suelo, donde dan origen a nuevas plantas si encuentran en él condiciones favorables. Todas las plantas que poseen flores constituyen el Tipo de las *Fanerógamas* o *Antofitas* (del gr. *phaneros*, aparente, *gamos*, matrimonio, o sea con órganos reproductores distinguibles a simple vista; gr. *anthos*, flor; *phyton*, planta; es decir, plantas con flores). También se llaman *Espermatifitas* o plantas con semillas (gr. *sperma*, semilla).

Este Tipo es el que mayor número de especies comprende y se subdivide en dos *subtipos*: el de las *Gimnospermas* y el de las *Angiospermas*. La primera palabra quiere decir plantas con semillas, desnudas (del



Fig. 57.—Una hoja en la que O O se convertirán en semillas.

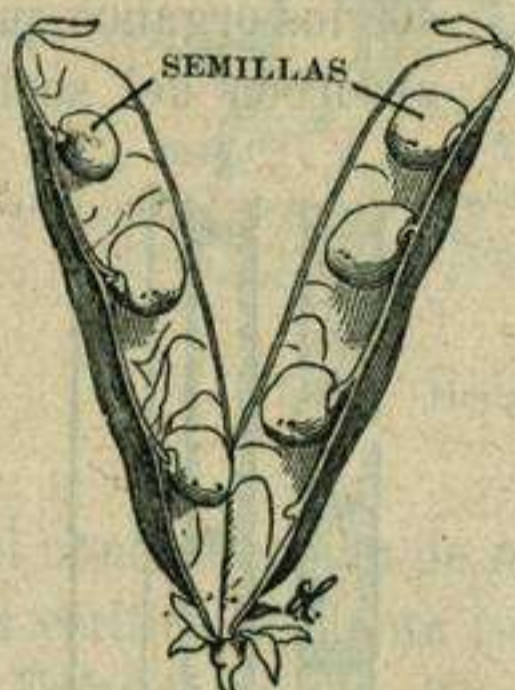


Fig. 58.—Fruto del guisante.

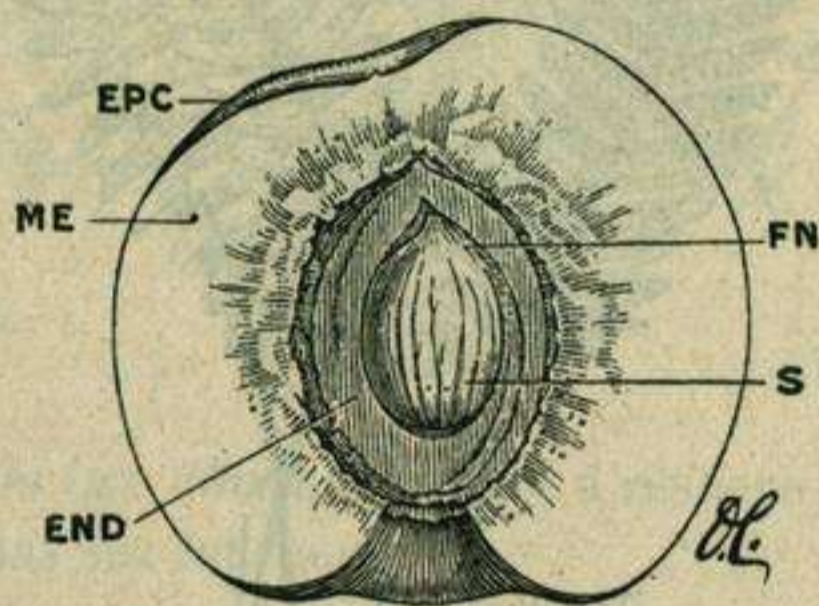


Fig. 59.—Melocotón. — s, semilla; el resto constituye las paredes del fruto.

griego *gymnos*, desnudo; *sperma*, simiente o semilla), es decir, plantas cuyas semillas, en lugar de estar encerradas en un fruto, están al descubierto (*fig. 57*). Ej.: los pinos, etc. Por el contrario, las *Angiospermas* tienen las semillas encerradas en un fruto (gr. *aggeion*, caja; *sperma*). Ej.: guisantes (*fig. 58*), melocotón (*fig. 59*).

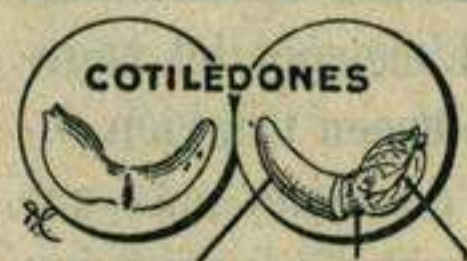


Fig. 60.—Semilla del guisante abierta por medio.

El subtipo de las *Angiospermas* se divide a su vez en dos *Clases* llamadas *Monocotiledóneas* y *Dicotiledóneas*. Las *Dicotiledóneas* se llaman así (del gr. *dis*, dos; *kotiledon*, cotiledón) porque su semilla puede dividirse en dos masas simétricas llamadas *cotiledones* (*figs. 56* y *60*), que no son más que las primeras hojas de la futura planta. Ej.: guisante, judía, etc. Las *Monocoti-*

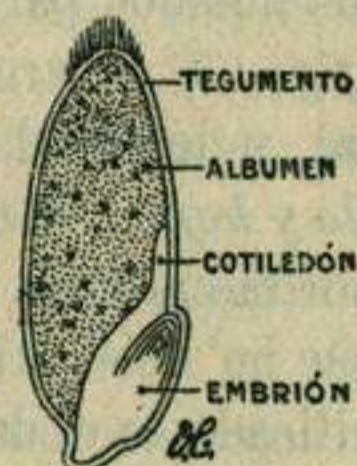


Fig. 61.—Corte transversal esquemático de un grano de trigo.

ledóneas (trigo, maíz, etc.), no poseen más que un cotiledón (*fig. 61*), a lo que alude su nombre (griego *monos*, único).

Todas las plantas desprovistas de flores, como los helechos, los musgos, los hongos, etc., reciben el calificativo común de *Criptógamas* (gr. *kryptos*, oculto; *gamos*, matrimonio, es decir, con órganos reproductores no perceptibles o poco ostensibles a simple vista). Dentro de las *Criptógamas* se establecen tres *Tipos*, según su distinta complicación.

Los helechos (*fig. 62*) y otras plantas análogas forman el *Tipo* llamado de las *Criptógamas fibrosovasculares* o sencillamente *Criptógamas vasculares*. Podría también denominárselas *Criptógamas con raíces*, porque dentro del grupo de las *Criptógamas* son las únicas que poseen este órgano. La existencia de raíces, que son los órganos que absorben del suelo



Fig. 62—Helecho.

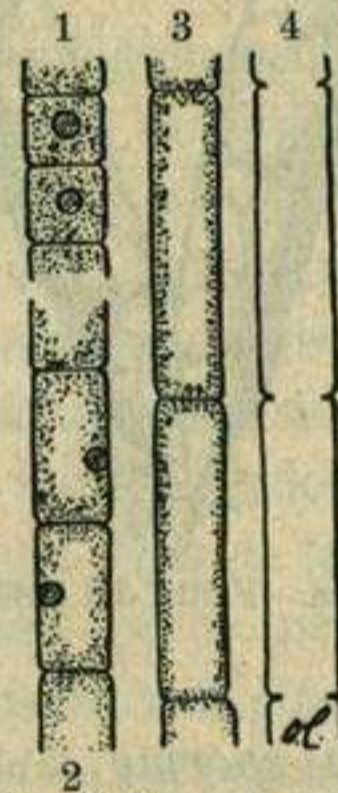


Fig. 63.—Transformación de las células 1, en los vasos, 4.



Fig. 64—Musgo.

los líquidos para la planta, implica la de *vasos*, que son células modificadas (*fig. 63*) encargadas de conducir estos líquidos por todo el cuerpo del vegetal, y de ahí el calificativo de *Criptógamas vasculares*. Poseen también *tallo* y *hojas*, lo mismo que las *Fanerógamas*, no difiriendo de éstas más que por la carencia de flores. También se han denominado *Pteridofitas*, término que no debe utilizarse porque puede inducir a error, ya que su verdadero significado es el de plantas helechos (gr. *pteris*, helecho), y si bien los helechos constituyen el grupo más numeroso de las *Criptógamas vasculares*, no son, sin embargo, las únicas plantas que comprende.

Con los musgos, principalmente, se constituye el *Tipo* de las *Muscíneas* (lat. *muscus*, musgo). Estas plantas (*fig. 64*) están formadas exclusivamen-

te por células, las cuales se asocian constituyendo un pequeño *tallo* sobre el cual se desarrollan las *hojas*. Carecen de verdaderas raíces y se fijan al suelo por medio de unos pelos que, por parecerse a las raíces, se llaman *rizoides* (del griego *riza*, raíz; *eidos*, forma, aspecto). También se denominan *Briofitas* (del gr. *bryon*, musgo).

Más sencillo aún es el *Tipo* de las *Talofitas*, en el cual las plantas que le forman [Algas (*figuras 65 y 53*), Hongos (*fig. 66*) y Líquenes (*fig. 67*)] no tienen el cuerpo diferenciado ni siquiera en tallos y hojas, estando formados sencillamente por una célula o por una agrupación de células, que dan origen, ya a un filamento, ya a una lámi-

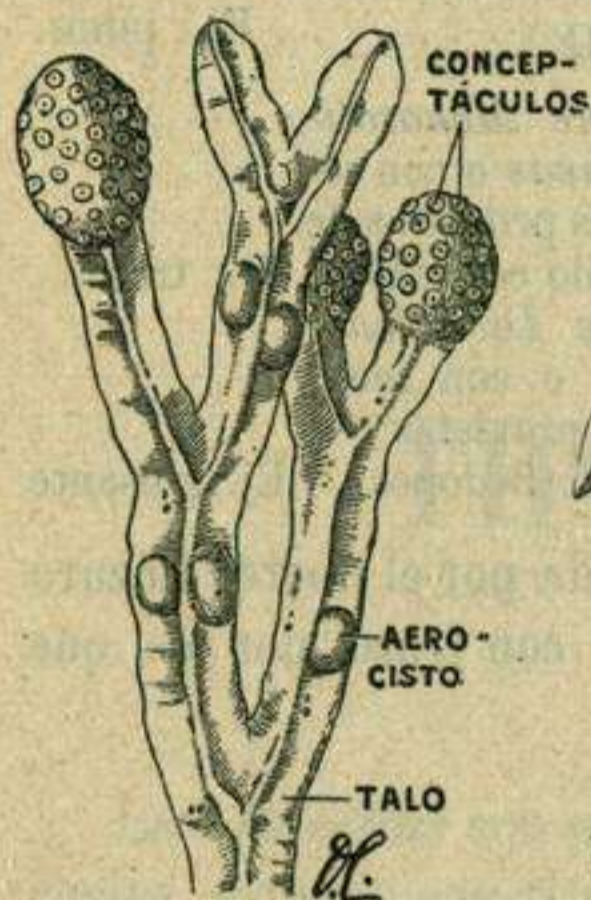


Fig. 65.—Alga.



Fig. 66.—Hongo.



Fig. 67.—Liquen

na, etc. que recibe el nombre común de *talo* (gr. *thallos*, retoño o renuevo), y por medio del cual verifica la planta todas sus funciones.

Como se ve, las *Talofitas* y las *Muscineas* no tienen vasos, sino que están formadas únicamente por células sin modificar o poco modificadas: por dicha razón reciben el nombre común de *Criptógamas celulares*. Todos los caracteres referentes a los Tipos antedichos pueden resumirse brevemente, yendo del Tipo más sencillo al más complicado, de la siguiente manera.

Tipo 1.º—Talofitas.—Plantas celulares que carecen de raíces, tallos, hojas y flores, estando constituidas por un órgano denominado talo, que es el encargado de todas las funciones.

Tipo 2.º.—Muscineas.—Plantas celulares provistas de tallos y hojas; pero que carecen de raíces y flores.

Tipo 3.º—Criptógamas vasculares.—Plantas con raíces, vasos, tallos y hojas: carecen de flores.

Tipo 4.º—Fanerógamas.—Plantas con raíces, vasos, tallos, hojas y flores.

El siguiente cuadro-resumen da idea del conjunto de la división de las plantas y algunos caracteres de los Tipos, subtipos y Clases mencionados.

Crióptogamas o sin flores	{	Celulares o formadas por células poco o nada diferenciadas	{	Tipo Talofitas. Ej.: algas, hongos, líquenes.	
		Vasculares o con algunas células transformadas en vasos		Tipo Muscíneas Ej.: musgos.	
				Tipo Crióptogamas vasculares Ej.: helechos.	
Fanerógamas con flores	{	Tipo Fanerógamas	{	SUBTIPO GIMNOSPERMAS o con semillas desnudas Ej.: pinos.	
				SUBTIPO ANGIOSPERMAS con semillas encerradas en un fruto .	<i>Clase Monocotiledóneas</i> o con semillas provistas de un solo cotiledón . Ej.: trigo
					<i>Clase Dicotiledóneas</i> o con semillas provistas de dos cotiledones . . Ej.: guisante

Dentro de cada grupo sigo la clasificación adoptada por el doctor Lázaro en su *Botánica descriptiva*, obra que será consultada con fruto por los que aspiren a ampliar los conocimientos adquiridos.

Lec 26

(3)

CRIPTÓGAMAS CELULARES

TIPO TALOFITAS

Las *Talofitas* son plantas que carecen de tejidos y de órganos diferenciados, estando constituido su cuerpo por el *talo*, que desempeña las funciones de *nutrición* y de *reproducción*. Dicho talo posee dimensiones, aspecto y constitución muy variadas: unas veces (algunas Bacteriáceas, etc.) consta de una sola célula, generalmente microscópica, mientras que otras, la mayor parte, consta de varias células, pudiendo ocurrir en este caso; que estén agrupadas constituyendo un *filamento*, que lo estén formando una *lámina*, o bien que formen un *talo macizo*. Las células que constituyen un talo pluricelular son, generalmente, análogas entre sí, y aun cuando algunas veces sean algo distintas, esta diferenciación no indica división del trabajo fisiológico, por lo cual todas las células pueden desempeñar indistintamente todas las funciones. No es raro que el talo se diferencie *exteriormente* simulando una planta con tallo y hojas (*fig. 98*); pero aun en este caso, dicha diferenciación exterior no *se traduce en una diferenciación fisiológica o funcional*. Se *reproducen* de maneras muy diversas, según se verá en cada grupo en particular.

Se dividen en dos *Clases*; la de las *Algas* o talofitas generalmente provistas de clorofila, y la de los *Hongos* o talofitas sin clorofila. Además se agrega como apéndice el grupo de los *Litquenes*, que son talofitas constituidas por la asociación de un alga y de un hongo (*).

(*) Para el estudio al microscopio de las diversas Clases de este Tipo, véase la obra PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero, pág. 158 y siguientes.

CLASE ALGAS

El hecho de *poseer clorofila* indica que estas talofitas pueden tomar del medio ambiente la materia *inorgánica* que necesitan para su nutrición. Por esta circunstancia las Algas deben haber aparecido sobre la Tierra antes que los Hongos. Muchas Algas parece que carecen de clorofila porque ésta se encuentra enmascarada por sustancias colorantes que comunican al alga su color, siempre distinto del verde, el cual puede hacerse desaparecer, dejando al descubierto el color verde, porque dichos colores se disuelven en el *agua dulce*. Estas sustancias colorantes son: la *ficocianina*, que les da color azul (gr. *phychos*, alga; *kyanos*, azul); la *ficofeina*, pardo (gr. *phaion*, pardo); la *ficoxantina*, amarillo (gr. *xanthos*, amarillo), y la *ficoeritrina*, rojo (gr. *erytrós*, rojo). La presencia de estos colores ejerce una influencia considerable en la vida de las algas, pues la *asimilación clorofilica* (véase esta función) se verifica con distinta intensidad según el color de la luz de que dispongan los cloroplastos para el ejercicio de su función: las algas *rojas* serán las que mejor ejerzan dicha función; siguen después las *amarillas* y *pardas* y luego las *azules*, cuyo color es el que peor se presta para el desempeño de la función clorofilica. Por esto las algas rojas son las que pueden vivir a mayor profundidad en las aguas del mar, ya que aunque la luz que les llega es débil, como tienen un color muy adecuado para el ejercicio de la función clorofilica, pueden verificar ésta perfectamente con escaso número de rayos luminicos. Inversamente, las algas azules tienen que vivir en sitios muy iluminados, porque dicho color no es favorable para el desempeño de la función clorofilica.

Algunas algas viven en lugares húmedos, pero la mayor parte lo hacen en el agua, tanto salada como dulce, a profundidades variables, si bien por debajo de 400 metros no puede vivir ninguna: la mayor parte se encuentran desde la superficie hasta los 40 metros.

La *reproducción* es muy variada, pero puede reducirse a dos formas: la *ágama* (gr. *a*, sin; *gamos*, unión, boda), *asexual* o por *esporas* y la *sexual* o por *huevos*. Ambos procedimientos pueden coexistir en la misma especie.

REPRODUCCIÓN ASEXUAL.—Quiere decir sin intervención de sexos, porque, en efecto, se lleva a cabo, bien por *división directa* o bien por medio de las *esporas*. En las bacterias, por ejemplo, si viven en un medio nutritivo adecuado y en condiciones de temperatura favorables, en cuanto las células alcanzan el tamaño propio de su especie se reproducen activísimamente por

división directa (fig. 68, 1); pero cuando las condiciones del medio son desfavorables, la bacteria se defiende contra ellas formando la *espora*, la cual no es sino el mismo protoplasma condensado alrededor del núcleo y provisto

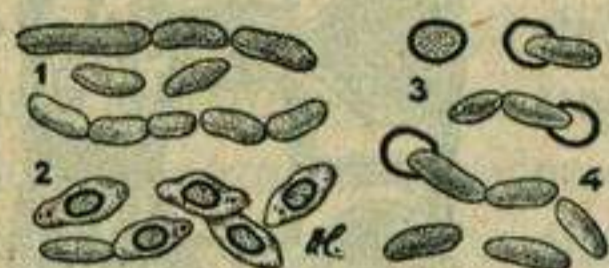


Fig. 68.—1, *Bacillus amylobacter* reproduciéndose por división directa; 2, el mismo, formando esporas; 3, una espora y tres bacilos saliendo de su espora; 4, bacilos saliendo de las esporas.

de una gruesa membrana, al abrigo de la cual puede resistir las condiciones adversas (figura 68, 2 y 3 y fig. 69). En cuanto el medio vuelve a ser apropiado para su vida, de cada espora sale una bacteria, que inmediatamente comienza a dividirse (fig. 68, 4).

En otros casos las esporas no son más que células del talo que se destacan del mismo y que tienen la propiedad de poder originar un nuevo talo.

Por último, hay veces en que una célula del talo divide su núcleo en otros varios, cada uno de los cuales, con su protoplasma, origina una espora capaz a su vez de formar un talo (fig. 70): este caso particular de esporulación con *división múltiple* suele denominarse *esquizogonia*.

Las esporas son muy variadas en su constitución, distinguiéndose



Fig. 70.—Filamento de una *Conferva*, produciendo zoosporas.

dos clases principales: cuando la especie que las origina vive en tierra húmeda, consisten en una célula esferoidal provista de doble membrana celulósica, de las cuales la exterior está cutinizada; en este caso son inmóviles. Por el contrario, cuando viven en agua poseen *pestañas vibrátiles* que las permiten moverse

y reciben el nombre de *zoosporas* (figs. 9, 10 y 11); éstas, después de haber nadado algún tiempo, se fijan y pasan a esporas inmóviles que originan un talo (figs. 70 y 71).

REPRODUCCIÓN SEXUAL.—Puede verificarse por *isogamia* y por *heterogamia*, es decir, por medio de dos células llamadas *gametos* (gr. *gametes*, espo-

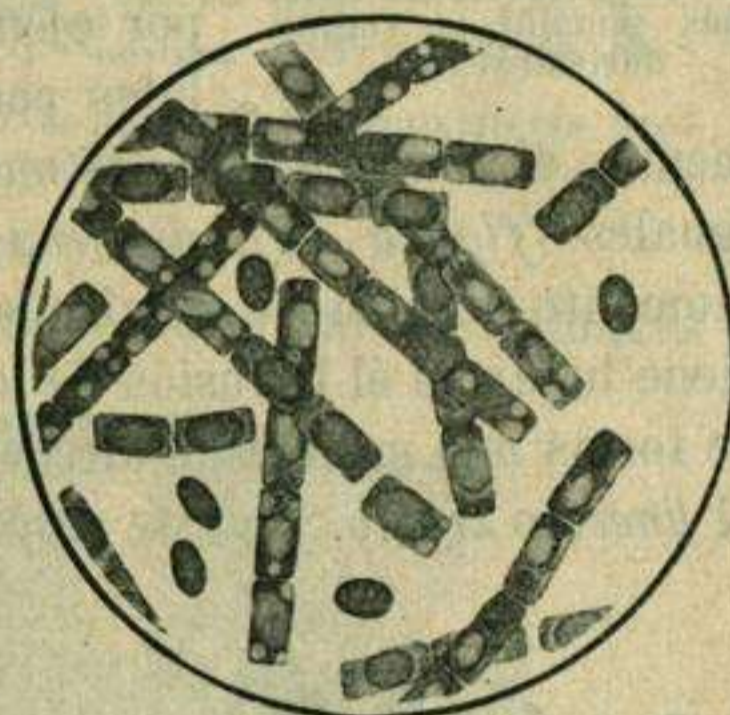


Fig. 69.—Formación de las esporas en las bacterias del carbunco.



Fig. 71.—Desarrollo de una zoospora de *Conferva*.

sos) o *elementos sexuales iguales* (gr. *isos*, igual), o por dos gametos *desiguales* (gr. *eteros*, desigual); en



Fig. 72.—*Mesocarpus*, alga que presenta el caso más sencillo de reproducción sexual.

ambos casos la fusión íntima o *conjugación* de dichos gametos da por resultado la formación de una célula llamada *huevo*, *zigoto* o *zigote*. La *isogamia*, a su vez, puede hacerse por medio de gametos *inmóviles* o *cautivos* y por gametos *movibles* o *libres*. Ejemplo de lo primero tenemos en muchas de las algas de agua dulce que tienen forma filamentosa, como los *Mesocarpus* y *Spirogyra*, por ejemplo. Para ello, dos células pertenecientes a dos fila-

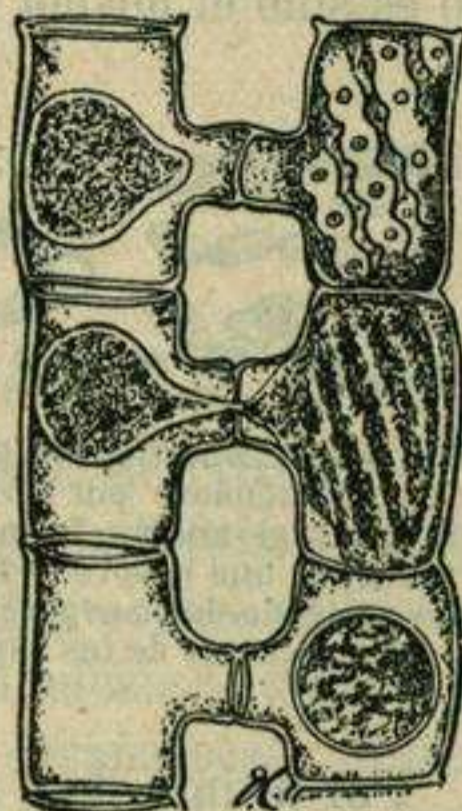


Fig. 73.—*Spirogyra* en las fases de su reproducción isogámica.

mentos distintos y situadas una enfrente de otra, forman dos prominencias iguales (*figura 72*), que van creciendo hasta ponerse en contacto, en cuyo momento desaparece el tabique de separación y formándose un tubo continuo tiene lugar en él la fusión de los núcleos de dichas células, después de lo cual se forma una membrana alrededor de la célula resultante y queda constituido el *huevo* o *zigoto*. En este caso no puede decirse cuál es el gameto masculino

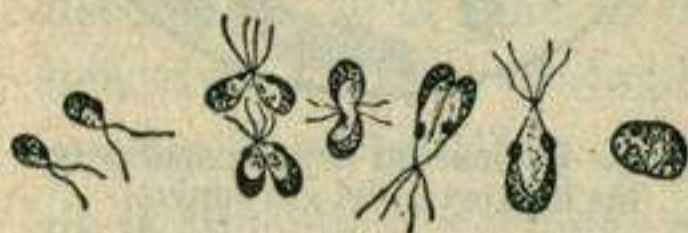


Fig. 74.—Isogamia por gametos libres.

y cuál el femenino. En la *Spirogyra* ocurre lo mismo, con la diferencia de que es sólo uno de los gametos, que se considera como *masculino*, el que tiene que recorrer el camino introduciéndose en el otro gameto, considerado como *femenino* (*fig. 73*), dentro del cual se verifica la fusión de los núcleos y

protoplasmas, originándose el *huevo*. La isogamia por *gametos libres* se verifica en otras varias algas, en las cuales una de sus células se divide en 16 ó 32, cada una de las cuales se provee de dos pequeños flagelos: éstas salen al exterior por un orificio de la célula madre, y en cuanto se encuentran dos de ellas (*fig. 74*) se fusionan y originan el *huevo*. En todos los casos el huevo, dividiéndose multitud de veces, origina una nueva planta.

Un caso muy sencillo de *heterogamia* le presentan los *Cedogonium*, que son algas filamentosas y verdes que viven en las aguas dulces. Algunas células de estas algas (*fig. 75*) se dividen y dan origen a dos *anterozoides* o *gametos masculinos*, dotados de gran movilidad por estar provistos de pestañas vibrátiles: estos anterozoides salen de las células originarias o células madres, que reciben el nombre de *anteridios* u *órganos masculinos*. Otras cé-

lulas del filamento aumentan de tamaño, se hacen esféricas y se convierten en los *oogonios*, *arquegonios* u *órganos femeninos*, cuyo contenido recibe el nombre de *oosfera* o *gameto femenino*. La pared del oogonio se perfora en un punto por el cual sale una sustancia gelatinosa que atrae y retiene a los anterozoides cuando pasan cerca, después de lo cual se verifica la *fecundación* o sea la unión íntima de los protoplasmas y núcleos de las dos células, quedando originado el *huevo*, el cual se provee de una gruesa membrana celulósica, se destaca de la planta y cae al fondo del agua, donde, pasado algún tiempo, origina cuatro células provistas de pestañas vibrátiles, las cuales se llaman *zigosporas* por ser zoosporas que provienen del huevo: cada una de estas zigosporas da lugar a una nueva planta.

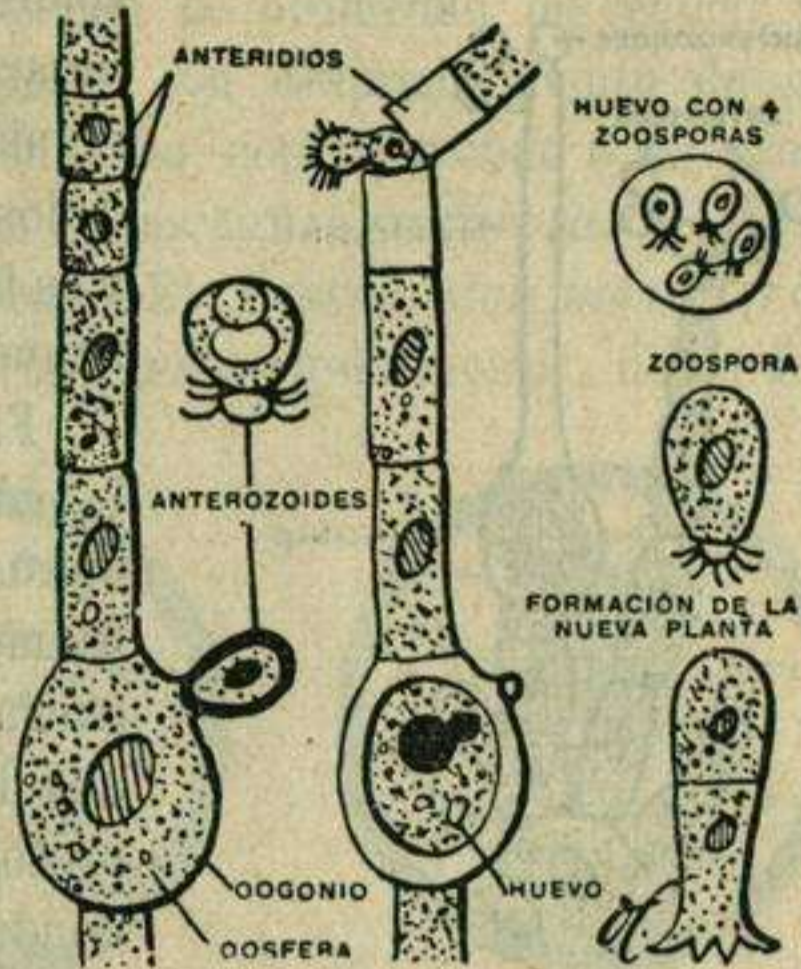


Fig. 75.-Esquema de la reproducción heterogámica de un *Edogonium*.

Un caso de mayor complicación le presentan las algas pardas llamadas

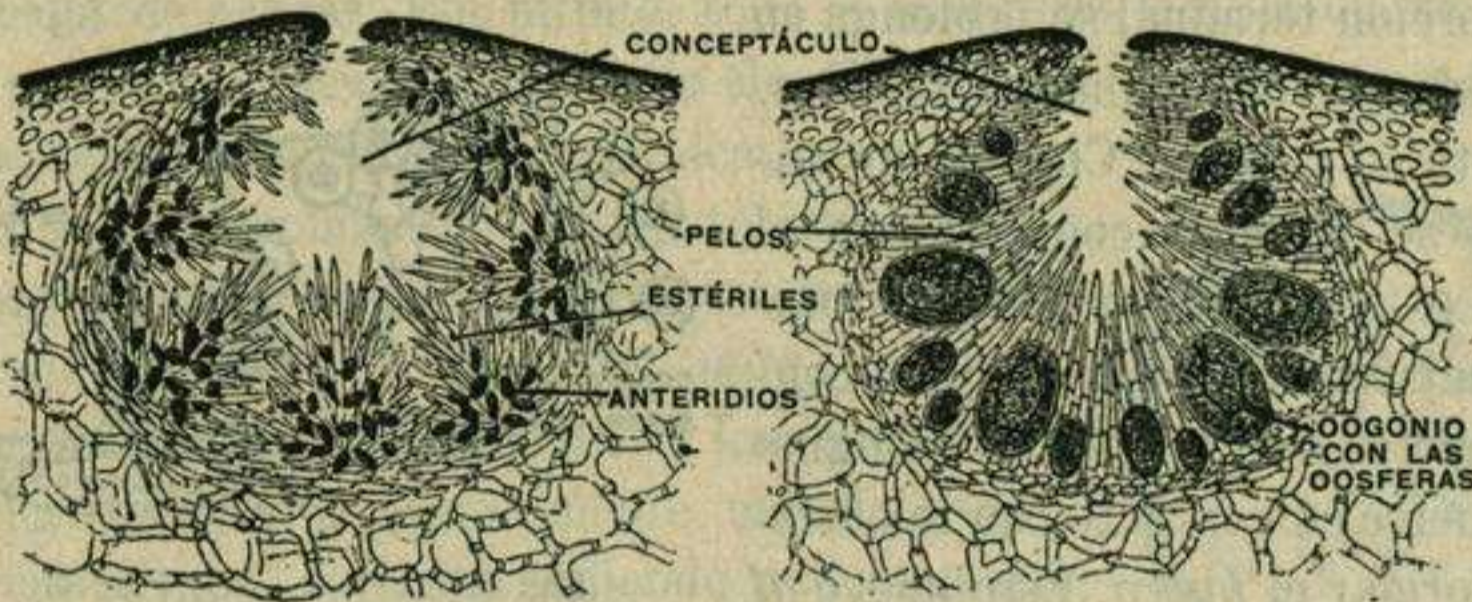
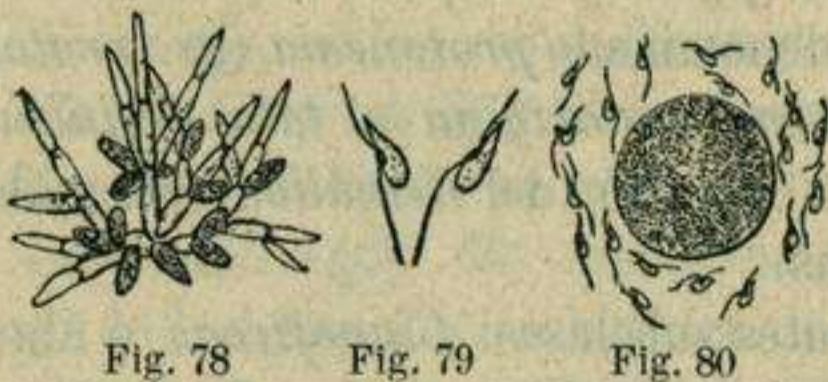


Fig. 76. Conceptáculo masculino (fig. 76) y femenino (fig. 77) de un *Fucus*.

calocas o sargazos vejigosos (*Fucus vesiculósus*), tan abundante en las costas.

El talo de estas algas (fig. 65) está provisto de vesículas que le sirven de flotadores, y en sus extremos, libres y abultados, poseen numerosas cavidades o *conceptáculos* que comunican con el exterior por un pequeño orificio. Cada conceptáculo



posee en su interior numerosos pelos, una porción de los cuales origina los *anteridios* u *órganos masculinos* en unos talos (fig. 76) y los de otros talos distintos los *oogonios* u *órganos femeninos* (fig. 77). Los *anteridios* (fig. 78),

llenos de numerosos *anterozoides* o *elementos sexuales masculinos*, salen de

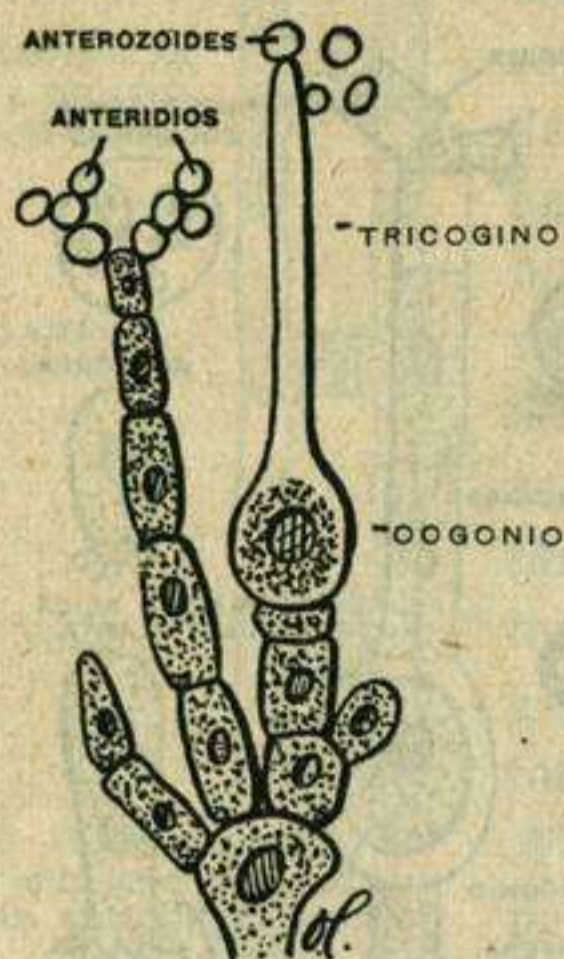


Fig. 81.-*Nemalion*, cuya reproducción se asemeja a la de las Muscineas.

los conceptáculos y dejan en libertad los anterozoides (fig. 79), que son movibles. Los oogonios dan lugar a varias oosferas o *elementos femeninos*, reunidas en grupos, las cuales en cuanto salen de los conceptáculos quedan en libertad (fig. 80), y es fecundada cada una por un anterozoide, constituyéndose el *huevo*, que origina un nuevo talo.

Finalmente, es notable la reproducción de los *Nemalion*, algas filamentosas y rojas de nuestros mares. En la terminación de algunos filamentos (fig. 81) se forman unas células pequeñas y esféricas que son los *anteridios*: cada uno de éstos origina, por la condensación de su protoplasma y núcleo, *un solo anterozoide* redondeado, que rompiendo la pared del anteridio sale al exterior y se dota de una delgada membrana celulósica. El *oogonio* consiste en la célula terminal de otro filamento cuya base se en-

sancha y aloja la *oosfera* constituida por el protoplasma y núcleo del oogonio: la porción terminal se prolonga en un tubo estrecho denominado *tricogino*, cuya punta se gelifica. Cuando un anterozoide se pone en contacto con el tricogino es retenido por éste, se rompe la membrana del primero y su contenido penetra a lo largo del tricogino hasta ponerse en contacto con la oosfera para formar el *huevo*. Este huevo *al desarrollarse da origen, no a un talo, sino a un esporogonio* (fig. 82), es decir, a numerosos filamentos, en cada uno de los cuales su célula terminal se convierte en una *espora*: ésta, al germinar (fig. 83) tampoco origina el talo, sino un órgano filamentoso y transitorio denominado *protonema* (gr. *protos*, primero; *nema*, hilo, filamento), *sobre el cual se origina el talo definitivo* (fig. 83). Ya se verá que estas fases de la evolución del *Nemalion* son análogas a las que se verifican en las Muscineas.

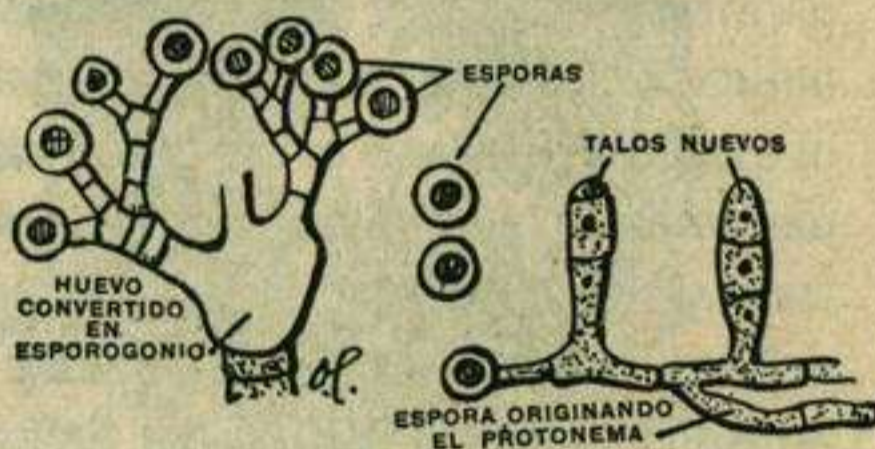


Fig. 82 Evolución del huevo y de las esporas de *Nemalion*.

Fig. 83

Las Algas se subdividen en las siguientes subclases: *Cianofíceas* o algas de color azul; *Clorofíceas* o de color verde; *Feofíceas* o de color pardo o amarillento, y *Rodofíceas* o de color rojo.

Subclase Cianofíceas (*).—Su color azul es debido a la *ficocianina*. Se

(*) Algunos autores modernos forman el *Tipo Protofitas* (gr. *protos*, primero), con las plantas de esta subclase y reservan el de Talofitas, para las restantes subclases.

reproducen sólo por esporas. Merecen citarse las algas llamadas *sulfurarias*

(*Beggiatóa*), que carecen de clorofila y tienen la propiedad de reducir los sulfatos con desprendimiento de gas sulfhídrico, contribuyendo a la formación de las aguas *sulfurosas* o *sulfhídricas*. El *Leuconóstoc mesenterióides*, que también carece de clorofila y forma masas gelatinosas, denomina-



Fig. 84.-Diversas formas de *Cóccus*.

das *goma*, en las calderas y cubas que contienen el jugo de la remolacha o de la caña de azúcar. Por último, toda la numerosa familia de las *Bacteriáceas*, que generalmente carecen de clorofila (y de ficocianina) y tienen que vivir a expensas de materia orgánica, ya muerta o no viva, denominándose las entonces *bacterias saprofitas*; ya viva, en cuyo caso se llaman *bacterias parásitas* o *bacterias patógenas*, es decir, que producen enfermedades. Las bacterias son microscópicas y generalmente unicelulares: su forma es muy variada, pudiendo reducirse a tres tipos: 1.º, las de forma *redondeada*, [denominadas *Cóccus* o *cocos* (*fig. 84*); 2.º, las de forma *alargada*, cilíndrica y recta, que reciben el nombre de *Bacillus* o *bacilos* (*fig. 85*), y 3.º, las de forma alargada pero *encorvada*, en las que se distinguen los *Vibrio* (*fig. 86*), formados por una sola célula, y los *Spirillum*, formados por varias células que constituyen un filamento enrollado en espiral (*). Las principales bacterias son: el *Bacillus Amilobácter* (*fig. 68*), que ataca y disuelve la celulosa y es el agente principal de la fermentación butírica de los azúcares; el *B. tuberculosis* (*fig. 85*); el *B. typhósus* (*fig. 87*) o de la fiebre tifoidea; el *B. chóléræ* (*fig. 86*) o del cólera; el *B. diphtériæ* o de la difteria (*fig. 88*); el *B. Savastonoï*, que ataca

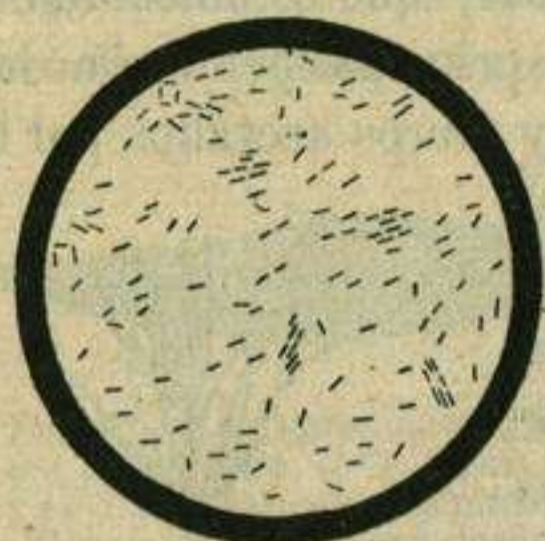


Fig. 85.-*Bacillus tuberculosis*.



Fig. 86.-*Vibrio Chóléræ*.

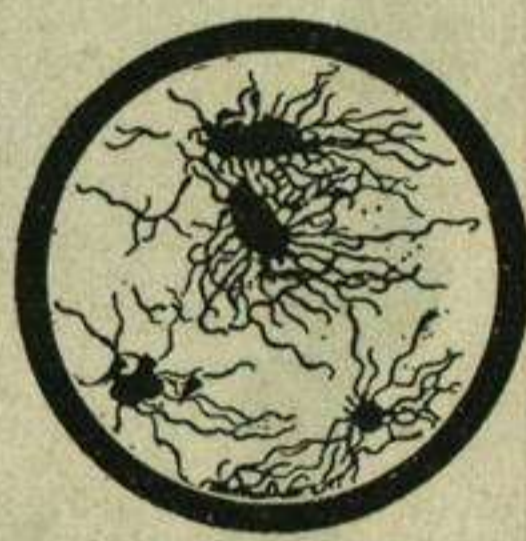


Fig. 87.-*Bacillus typhósus*.

das *goma*, en las calderas y cubas que contienen el jugo de la remolacha o de la caña de azúcar. Por último, toda la numerosa familia de las *Bacteriáceas*, que generalmente carecen de clorofila (y de ficocianina) y tienen que vivir a expensas de materia orgánica, ya muerta o no viva, denominándose las entonces *bacterias saprofitas*; ya viva, en cuyo caso se llaman *bacterias parásitas* o *bacterias patógenas*, es decir, que producen enfermedades. Las bacterias son microscópicas y generalmente unicelulares: su forma es muy variada, pudiendo reducirse a tres tipos: 1.º, las de forma *redondeada*, [denominadas *Cóccus* o *cocos* (*fig. 84*); 2.º, las de forma *alargada*, cilíndrica y recta, que reciben el nombre de *Bacillus* o *bacilos* (*fig. 85*), y 3.º, las de forma alargada pero *encorvada*, en las que se distinguen los *Vibrio* (*fig. 86*), formados por una sola célula, y los *Spirillum*, formados por varias células que constituyen un filamento enrollado en espiral (*). Las principales bacterias son: el *Bacillus Amilobácter* (*fig. 68*), que ataca y disuelve la celulosa y es el agente principal de la fermentación butírica de los azúcares; el *B. tuberculosis* (*fig. 85*); el *B. typhósus* (*fig. 87*) o de la fiebre tifoidea; el *B. chóléræ* (*fig. 86*) o del cólera; el *B. diphtériæ* o de la difteria (*fig. 88*); el *B. Savastonoï*, que ataca

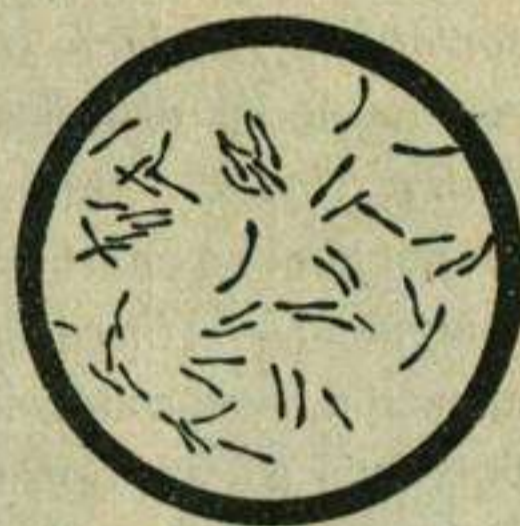


Fig. 88.-*Bacillus diphtériæ*.

(*) Para más detalles sobre la morfología y biología de las bacterias, véase mi obra *ELEMENTOS DE HIGIENE*, octava edición, pág. 12.

principalmente a las ramas jóvenes del olivo, produciendo una especie de agallas conocidas con el nombre de *tuberculosis del olivo* (fig. 88 bis); etc.

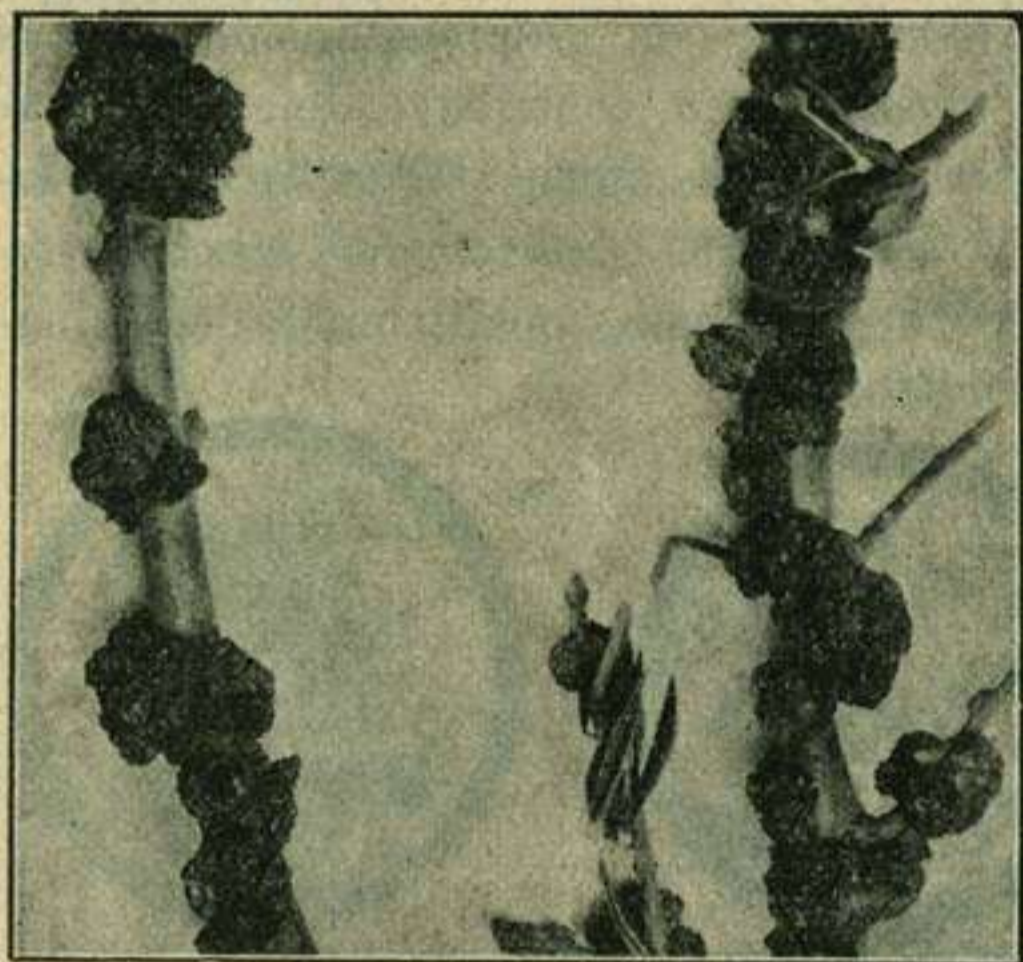


Fig. 88 bis.—Tuberculosis del olivo producida por la bacteria *Bacterium Savastanoi* (Fot., reducida, comunicada por el prof. Dr. S. Blanco, de la Estación de Patología vegetal de Madrid).

las aguas dulces, donde forman lo que el vulgo llama indistintamente *verdín*, y también *ovas* y *baburrina*; el *Rhizoclónium rivuláre*, constituido por largos filamentos, es una de las especies de verdín más abundantes; las *Chára* (fig. 89); también de agua dulce, son estudiadas por muchos autores al final de las Algas y como una subclase (*Caráceas*) independiente porque su organización y reproducción son más complicadas que en las demás Algas. Son muy notables por su ramificación *verticilada*, es decir, que las nuevas ramas nacen de una circunferencia del talo; porque el huevo al germinar origina un *protonema* rudimentario, y porque, según ha descubierto recientemente el sabio naturalista español doctor Arturo Caballero, muchas de sus especies tienen la propiedad de segregar una sustancia que mata las larvas de los mosquitos, descubrimiento que tiene una trascendencia enorme, puesto que permitirá luchar eficazmente contra los mosquitos, que son los transmisores de muchas enfermedades, entre ellas la fiebre amarilla y el paludismo (*); por último, la *Úlva lactúca*, cuyo talo semeja trozos de hoja de lechuga y es comunísima en las costas.

(*) Para más detalles, véase mi obra *ELEMENTOS DE HIGIENE*, 8.ª edición, pág. 90 y sigs.

Subclase Clorofíceas.—En ellas la clorofila no está enmascarada por ningún color, por lo cual éste es verde. La mayor parte viven en agua dulce. Las más frecuentes son: el *Protococcus viridis*, que es unicelular y habita principalmente en los troncos y muros azotados por la lluvia; las *Spirogyra*, *Conferva*, *Mesocárpus* y *Cedogonium* son filamentosas y viven en



Fig. 89.—Extremo de un alga del género *Chára*, plantas acuáticas que, según ha descubierto el catedrático español doctor A. Caballero, tienen la propiedad de producir una sustancia que al difundirse por el agua en que viven mata a las larvas de los mosquitos que propagan la fiebre amarilla y el paludismo. (Tamaño próximamente natural).

Subclase Feofíceas.—Su color es debido a la *ficofeína* o a la *ficoxantina*. La mayor parte son marinas o de agua salobre. Las principales son: la familia de las *Diatomáceas* o *diatomeas*, que son unicelulares y microscópicas, y cuya membrana, que está silicificada y provista de variados y bellos relieves (*figs. 90 y 91*), forma dos valvas que encajan una en otra como las partes de una fiambarrera (*figura 92*); dicha membrana es de ópalo y constituye un verdadero esqueleto exterior o *caparazón*, cuya acumulación en los terrenos origina el *tripoli* o *harina fósil* (*); viven en can-



Fig. 90.—La Diatomácea *Pleurosigma angulatum*, tiene forma alargada y es una de las especies más comunes. (Microfotografía comunicada por el Prof. P. Valderrábano).

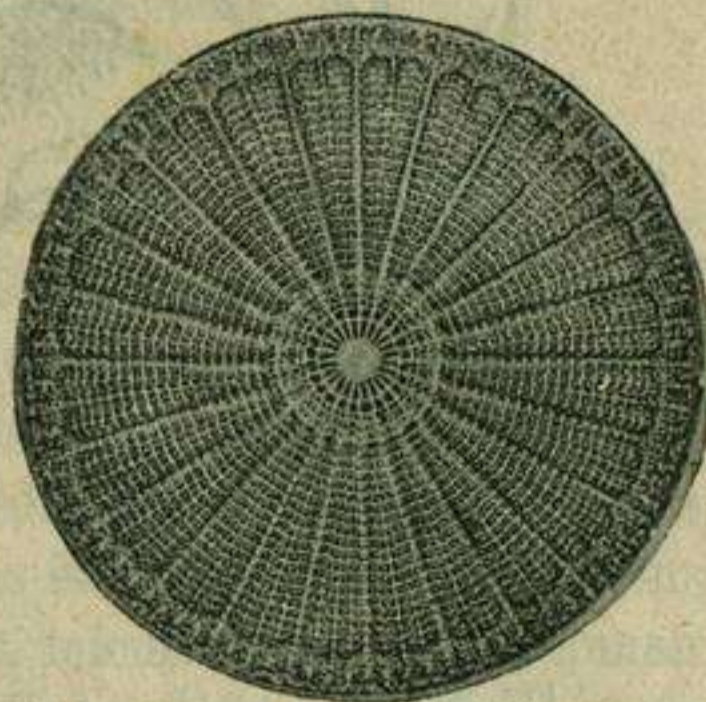


Fig. 91.—La Diatomácea *Arachnodiscus elegans*, tiene forma discoidea y es también especie común (Microfotografía comunicada por el Profesor P. Valderrábano, S. J.)

ya acumulación en los terrenos origina el *tripoli* o *harina fósil* (*); viven en can-

tidades enormes en las aguas de los mares y dulces, sobre todo en los climas templados y fríos, y también se encuentran en tierra húmeda; las *Laminaria*



Fig. 92.—Diatomácea vista de frente, 1, y de perfil, 2.

(*figs. 93 y 94*), ricas en iodo; los *Fucus*, de que antes se habló (pág. 57), también ricos en iodo y cuyas cenizas se utilizan como excelente abono; los *sargazos* o uvas de mar (*figura*

Fig. 93.—*Laminaria* con el talo no dividido.



Fig. 94.—Las olas arrojan frecuentemente a las playas algas *Laminaria* completas y de gran tamaño: las que figuran en este grabado tienen el talo muy dividido y miden más de un metro de altura. (Fot. O. Cendrero).

Fig. 94.—Las olas arrojan frecuentemente a las playas algas *Laminaria* completas y de gran tamaño: las que figuran en este grabado tienen el talo muy dividido y miden más de un metro de altura. (Fot. O. Cendrero).

(*) Véase mi GEOLOGÍA, págs. 86 y 151.

95) (*Sargásum vulgáre, bacciferum*, etc.), que tanto abundan en algunas re-



Fig. 95.
Sargásum.



Fig. 96.
Macrocyctis.

giones del Atlántico (mar de los sargazos) y el gigantesco *Macrocyctis pyrífera* (figura 96), que llega a alcanzar 200 metros de longitud.

Subclase Rodofíceas.—Son algas marinas de color rojo, debido a la



Fig. 97.—Roca recubierta en *L* por el alga caliza *Lythophilum expansum*. (Fot. O. Cendrero).

ficoeritrina. Entre ellas se encuentran: el género *Nemalion* (figura 81); la *Coralina officinalis*, incrustada de carbonato cálcico y que semeja un coral (fig. 53); el *Lythophilum expansum*, también calizo y que forma



Fig. 98.—*Delesseria*

costras en las rocas de las costas (figura 97) y finalmente la *Delesseria sanguinea* (figura 98), que parece el tallo con hojas de una Fanerógama.

CLASE HONGOS

Se diferencia esta Clase de la de las Algas en que los vegetales que comprende *carecen de clorofila*. Como consecuencia de ello no pueden tomar *directamente* el carbono del anhídrido carbónico del medio ambiente, y como el carbono les es necesario para su nutrición, tienen que tomarle, al igual que los animales, de los compuestos orgánicos formados por otros seres. Si estos compuestos los toman de vegetales o de animales muertos, entonces los hongos reciben el nombre de *saprofitos* o *humícolas*, mientras que si los toman de seres vivos se denominan *hongos parásitos*. Es también una consecuencia natural de la carencia de clorofila el que estos vegetales puedan vivir en ausencia de la luz, ya que ésta no les es necesaria para el cumplimiento de ninguna función. El *talo* es muy variado, pero ordinariamente es filamentososo y ramificado (*figura 99*), constituyendo el *micelio* o parte encargada de la nutrición, *el cual vive en el interior o en la superficie del medio nutritivo*. En este micelio se origina el aparato *reproductor*, que generalmente se halla en el aire, es decir, *fuera del medio nutritivo*, y unido a él por filamentos del micelio. En *todos* los Hongos la *reproducción* es *asexual* o por *esporas*, habiendo algunos que tienen también la reproducción *sexual*.

REPRODUCCIÓN ASEXUAL.—Es muy variada, pero puede reducirse a los tipos siguientes: 1.º, por *esporas*; 2.º, por *zoosporas*; 3.º, por *esporas que producen zoosporas*.

1.º Por *esporas*.—Cabén infinidad de formas que no es posible ni resumir: me concretaré a indicar dos ejemplos. El *Múcor mucédo* o *moho común* tiene el talo formado por una gran célula ramificada (*fig. 99*) y provista de numerosos núcleos. Cuando este moho se encuentra *en un medio nutritivo abundante*, emite filamentos que se elevan perpendicularmente sobre el medio en que viven y se abultan en su extremo, formando el *esporangio* o *aparato esporífero*. Éste consiste en

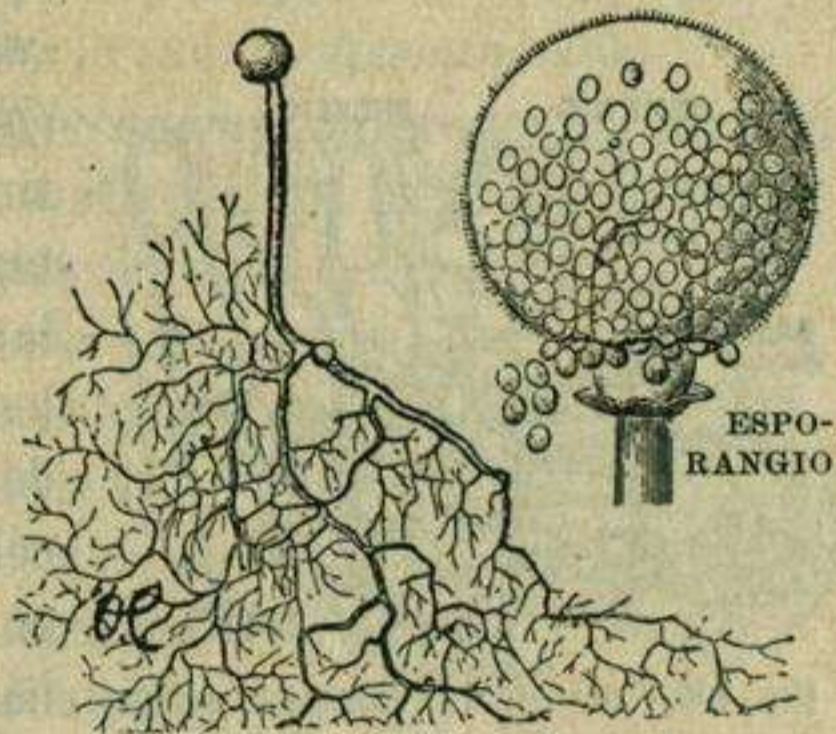


Fig. 99.—*Múcor mucédo* o moho común; a la derecha, esporangio aumentado.

un saco esférico que se aísla del resto del filamento por medio de un tabique, después de lo cual los núcleos que contiene en su interior se dividen varias veces, y proveyéndose de protoplasma y de membrana, originan las *esporas*,

que salen al exterior por rotura de la pared del esporangio (*fig. 99*) y originan nuevos talos.

Otro ejemplo le suministran los hongos corrientes (*Psalióta* o *Agáricus campéstris*). El micelio de estos hongos es filamentoso (*fig. 100*) y vive dentro del mantillo o de la tierra; la parte más voluminosa que sale fuera de ésta, y que es la única comestible, constituye el *aparato reproductor* o *esporífero*, para formar el cual algunos filamentos del micelio se unen, crecen y salen al exterior (*figs. 100 y 101*), formando una especie de pequeño sombrero o som-



Fig. 100.--Formación del aparato esporífero de un *Agáricus*.

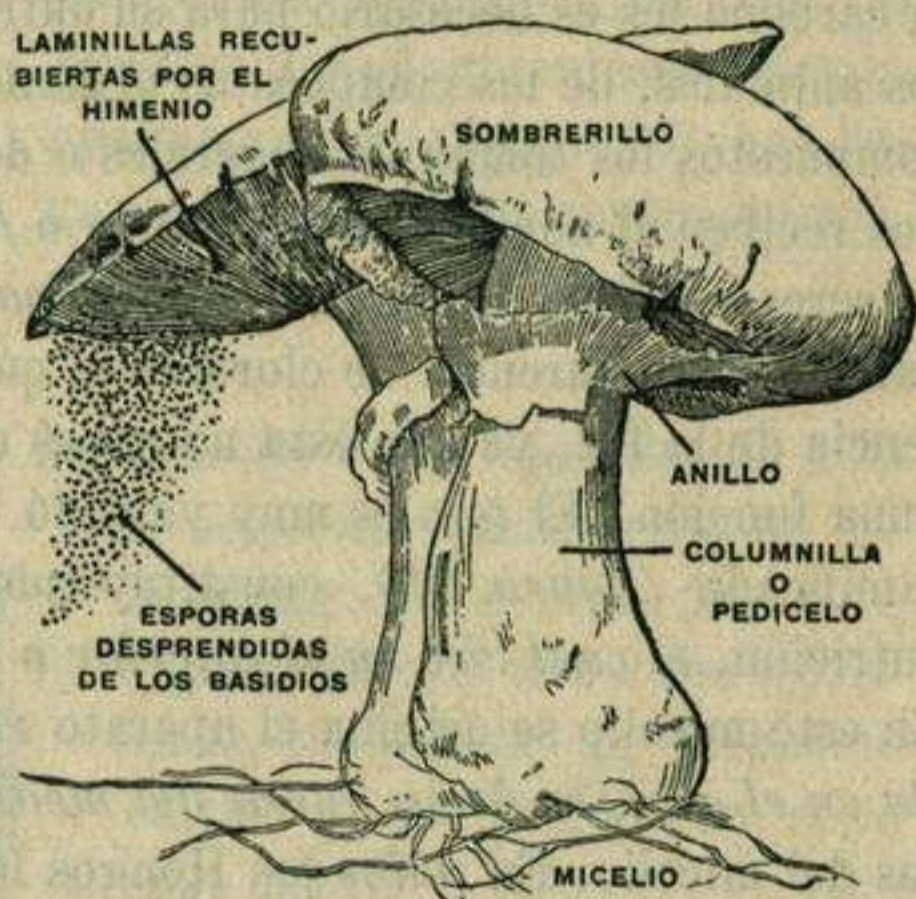


Fig. 101.--*Agáricus campéstris* u hongo común.

brilla, el cual crece rápidamente y diferencia en su base la *columnilla* o *pedicelo* que sirve para sostener el *sombrerillo* (*fig. 101*). En la parte inferior de éste se distinguen numerosas láminas radiantes que están también formadas por filamentos del micelio, los cuales terminan en la superficie de la lámina por numerosas células mazudas que forman el *himenio* (*fig. 102*). Algunas de estas células del himenio originan dos *esporas* que

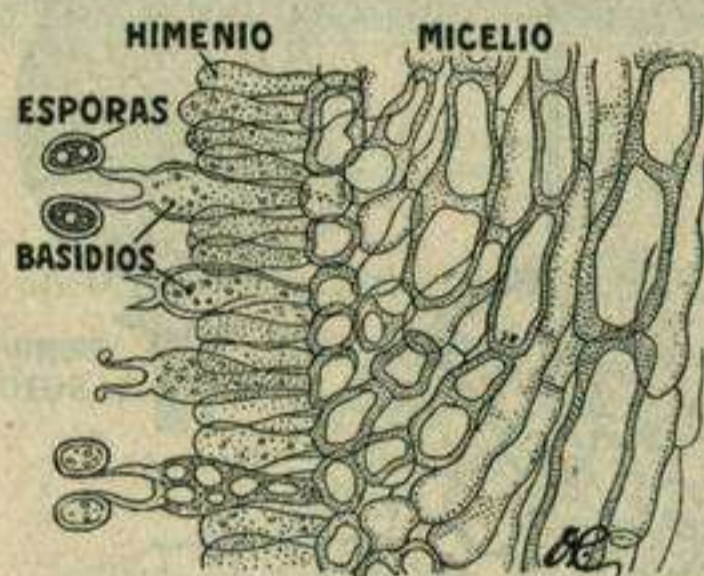


Fig. 102.--Corte de una laminilla de 101

quedan fuera de la célula madre y sostenidas por ella, por cuya razón dichas células se llaman *basidios*. Cada espora, al caer en terreno apropiado, origina un nuevo micelio. En otros géneros las esporas se originan y quedan en el interior de la célula madre, que recibe el nombre de *teca* o *asca* (*figura 103*).



Fig. 103

2.º Por *zoosporas*.—En algunos hongos acuáticos (*Saprolegnia Thuretii*), que se desarrollan sobre los insectos y demás pequeños animales que caen al agua, y también en algunas otras especies no acuáticas (*Phytophthora*), las células terminales del talo originan numerosas zoosporas (fig. 104).

3.º Por *esporas que originan zoosporas*.—Finalmente, algunos Mixomicetos originan esporas que en lugar de formar un nuevo talo dan origen a *zoosporas* que luego se desprovveen de sus flagelos y se convierten en una especie de amiba, denominada *mixamiba* (fig. 105). Por la reunión de varias de éstas se constituye el talo (figs. 19, 20 y 22).



Fig. 104.—1, insecto recubierto de filamentos de *Saprolegnia*.—2, esporangio no maduro.—3, idem maduro.

REPRODUCCIÓN SEXUAL.—Puede ser por *isogamia* y por *heterogamia*. Ejemplo de *isogamia* tenemos en el *Mucor mucedo* antes citado, el cual, cuando las condiciones del medio son desfavorables para formar el esporogonio, emite dos filamentos o *gametos* situados uno enfrente de otro, los cuales avanzan hasta encontrarse y reuniendo sus núcleos y protoplasmas originan un *huevo* (fig. 106), que por estar provisto de gruesa membrana exterior cutinizada, puede resistir las condiciones adversas del medio hasta que, haciéndose éstas favorables, origina un filamento en el



Fig. 105.—Desarrollo de un Mixomiceto.—1, espora.—2, id. originando la zoospora.—3, zoospora.—4, mixamiba.

cual se forma en seguida el esporangio (fig. 107), de cuyas esporas nacen los nuevos talos. De esto se deduce, por lo tanto, que los *huevos* son elementos de *resistencia*, mientras que las *esporas* lo son de *diseminación*.



Fig. 106 Isogamia del *Mucor*.

Fig. 107

La *heterogamia* la presentan también algunas especies como la *Peronospora viticola*, que es la especie que origina el *mildew* o *tizón* de la vid, para lo cual la célula terminal de dos filamentos distintos se diferencia, y

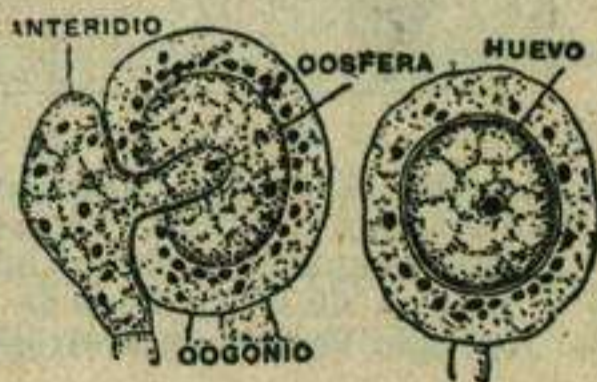


Fig. 108.—Heterogamia de una *Peronospora*.

aplicándose la menor (*anteridio*) sobre la mayor (*oogonio*) (fig. 108) perfora su pared y un núcleo se fusiona con otro del oogonio, formándose el *huevo*, que se rodea de gruesa membrana y pasa todo el invierno sin alterarse en el interior de la hoja donde se produjo. En la primavera siguiente se desarrolla

en esta misma hoja seca y origina un *esporangio* que da lugar a *zoosporas*, las cuales, cuando son llevadas por el agua o por el viento a las nuevas hojas de la vid, forman un talo que penetra en el interior de la hoja perforando su superficie o por los estomas y forma después aparatos esporíferos equivalentes a los del *Múcor* y que diseminan la enfermedad a otras plantas. En otros géneros (*Monoblépharis*) los *anteridios* producen verdaderos *anterozoides* (fig. 109).



Fig. 109.—*Monoblépharis*.

Los Hongos se dividen en las *subclases* siguientes: *Mixomicetos*, sin membrana celulósica; *Oomicetos* o *Gamomicetos*, es decir, que se reproducen por *huevos* o que tienen reproducción *sexual*; *Ustilagineos*, parásitos sobre vegetales y que forman las esporas sobre ramas cortas del micelio; *Uredíneos*, también parásitos sobre vegetales, pero que forman las esporas sobre receptáculos; *Basidiomicetos* o con *basidios* y *Ascomicetos* o con *ascas*.



Fig. 110.—Espiga de trigo sana y otra atacada por el *Ustilago tritici*. (Fotografía comunicada por el prof. Dr. S. Blanco, de la Estación de Patología Vegetal de Madrid).

Subclase Mixomicetos. — Poseen movimientos amiboides (página 30), y esto hace que algunos autores los incluyan entre los animales Protozoos. Las especies principales son: la *Plasmodiophora Brassicæ*,



Fig. 111.—*Ustilago Maydis*.

que vive en las raíces de las berzas y especies análogas, originando excrescencias denominadas *hernias de las coles*, que determinan la muerte de la planta; el *Fuligo séptica* vive sobre las cortezas de los pinos, etcétera, y sobre dichas sustancias en las tenerías.

Subclase Oomicetos.—Entre ellos se encuentran el *Múcor mucédo* (figura 99), que se desarrolla con rapidez sobre las frutas maduras y golpea-

das, etc.; la *Empüsa* o *Entomóphora Múscæ*, que vive sobre las moscas, a las que esta enfermedad destruye, sobre todo en otoño; cuando una mosca atacada de este hongo muere sobre un cristal, etc., el aparato esporífero se destaca bien en forma de mancha blanquecina alrededor de la mosca; el *Botrytis Bassiana* vive sobre el gusano de la seda, en el que constituye la enfermedad denominada *moscardina*; el *Phytóphthora inféstans* produce la *podredumbre* de las patatas, y la *Peronóspora viticola*, el *mildew* (mildiú) o *tizón* en las hojas de la vid. También corresponden a este grupo los géneros *Saprolegnia* y *Monoblépharis*, de que ya se habló.

Subclase Ustilagíneos (*).—Viven parásitos sobre diversas Fanerógamas, principalmente, invadiendo la planta durante la germinación de ésta y formando las esporas en la época de su fructificación. Las esporas de la *Tilletia cários* constituyen la *caries* o *tizoncillo* de las espigas del trigo; las del *Ustilágo Triciti*, el *tizón* o *carbón* del trigo (*fig. 110*); las del *Ustilágo Máydis*, el *carbón del maíz*, y están encerradas en unas bolsas llamadas *bolsas del maíz* (*fig. 111*). Ninguna de estas especies se desarrolla sumergiendo durante 12 a 14 horas en una disolución de sulfato de cobre al medio por 100 las semillas que hayan de sembrarse.

Subclase Uredíneos.—Son también parásitos sobre diversas Fanerógamas, en cuyas hojas aparecen en primavera y verano como manchas de color anaranjado o pardo que suelen recibir el nombre de *roya*, como la *roya de los cereales* (*Puccinia gráminis*) (*fig. 112*); la de las malvas (*P. Malvaceárum*); etc.



Fig. 113. — Hoja de agracejo atacada de *Puccinia gráminis*.

Con relación a la primera se creía hasta hace poco tiempo que era indispensable el concurso de las plantas denominadas agracejos (*Bérberis*) para que la enfermedad pudiera conservarse de un año a otro, pues las esporas de la *Puccinia*, al caer sobre las hojas del agracejo, originan en éste talos que, a su vez, producen esporas (*fig. 113*), las que, llevadas por el viento a las hojas de las gramíneas, originan la enfermedad. Hoy está fuera de duda que si bien el agracejo *favorece* la propagación de la enfermedad, no es *indispensable*, porque las últimas esporas que produce la *Puccinia* se conservan perfectamente en tierra hasta la primavera siguiente, en la que se desarrollan, penetrando en la planta al poco tiempo de haber nacido ésta.

Subclase Basidiomicetos.—Corresponden a este grupo la mayor parte



Fig. 112. — Hoja de trigo atacada de *Puccinia gráminis*.

(*) Con esta Subclase y la siguiente forman muchos autores una sola Subclase denominada *Hipodérmeos*, caracterizada porque sus especies son microscópicas y viven parásitas sobre vegetales superiores (Criptógamas vasculares y Fanerógamas). Las Subclases Ustilagíneos y Uredíneos aquí mencionadas, pasan a la categoría de dos Familias de los Hipodérmeos llamadas Ustilagináceos y Uredináceos, respectivamente.

de las especies llamadas vulgarmente *setas* y *hongos*, de las cuales hay algu-

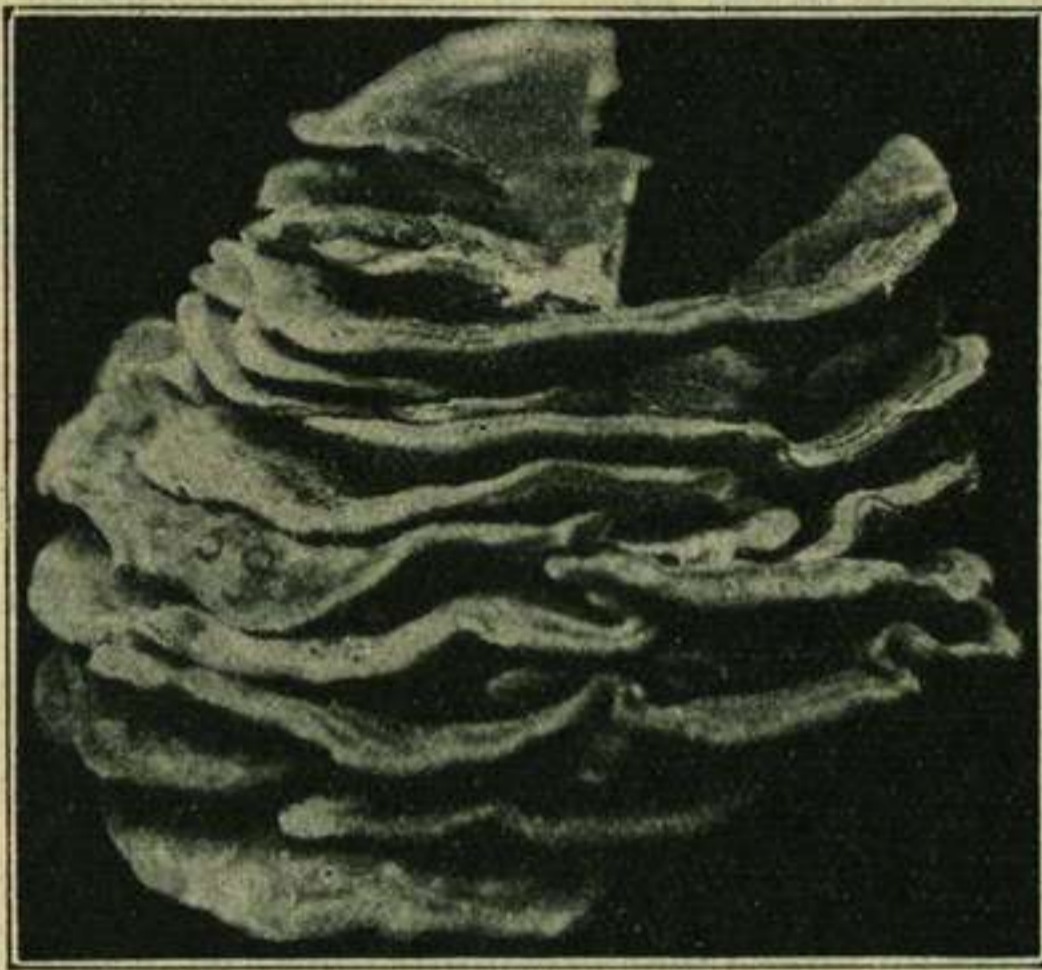


Fig. 114.—Un Poliporáceo (*Polyporus versicolor*). (Fotografía O. Cendrero).

nas sumamente venenosas. Para prevenirse contra dichos envenenamientos el mejor procedimiento es colocar en vinagre las especies que hayan de comerse, siempre que sean dudosas, y tenerlas en él durante 10 ó 12 horas, renovando el vinagre cuatro o cinco veces en dicho tiempo. Muchas especies venenosas ennegrecen los objetos de plata cocidos con ellas; pero como hay especies muy venenosas que no los ennegrecen, conviene deshechar este sistema, que es causa de muchos envenenamientos (*). Las especies principales son: *Agáricus* o *Psalióta campéstris* (figs. 66 y 101), que son los hongos corrientes y que como son muy estimados se cultivan sobre mantillo para prepararlos en conserva. El *Polyporus fomentáriu*s vive sobre los troncos viejos (y también las especies análogas, fig. 114) y macerado en agua, machacado e impregnado de nitro constituye la yesca. El *Lycopérdon praténse*, de forma de peonza, es el llamado *cuesco de lobo*, etc. Vulgarmente se llaman *setas* a todos los Himenomicetos provistos de columnilla y sombrerillo.

Subclase Ascomicetos.—Comprende las *levaduras*, cuyo talo está constituido por células ovoideas o esféricas que generalmente se disocian, y esto hace que parezca unicelular: todas las levaduras, fuera del contacto del aire, descomponen la glucosa en alcohol etílico y anhídrido carbónico, principalmente. Como especies principales se encuentran: el *Saccharomyces cervisiæ* o levadura de la *cerveza*; el *S. minor* o levadura del pan (fig. 115); el *S. ellipsóideus*, etc., del *vino*; etc.: a todas ellas se las suele llamar colectivamente *fermentos*, por ser los agentes de la fermentación de las sustancias citadas (**). Los *Trichophyton tonsúrans* y

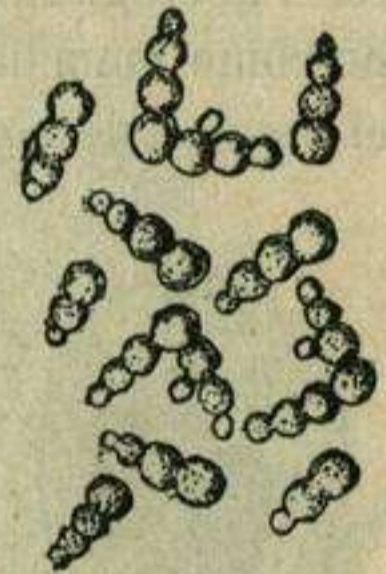


Fig. 115.—*Saccharomyces minor*.

(*) Véase mi obra ELEMENTOS DE HIGIENE, 8.ª edición, pág. 135.

(**) Véase *Fermentación alcohólica* en PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero, página 32.

otros viven parásitos sobre la piel y producen las tiñas (*fig. 116*). El *Aspergillus fumigatus* (*fig. 117*) vive saprofito en el estiércol y, sobre todo, en el heno en fermentación; pero cuando pasa al hombre puede hacerse parásito en diversos órganos originando la *aspergilosis*, como la pulmonar, por ejemplo, que a veces tiene todos los caracteres de una tuberculosis, por lo que también se le ha dado el nombre de pseudotuberculosis. Lo mismo ocurre con algunas especies de *Actinomyces* o *Discomyces* (*), como la *bovis*, por ejemplo (*fig. 118*) que vive parásita en el buey y en el hombre originando la *actinomicosis* pulmonar (*figs. 119 y 120*) y de otros órganos (*fig. 121*).

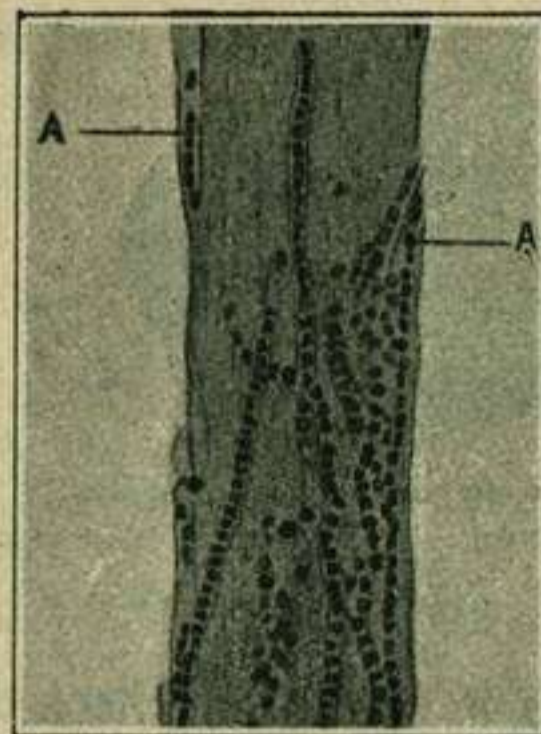


Fig. 116.—A, filamentos de un *Trichophyton* invadiendo un pelo humano (según Saboraud).



Fig. 117.—Micelio y aparatos esporíferos del *Aspergillus fumigatus*, hongo productor de la aspergilosis (según Langeron).

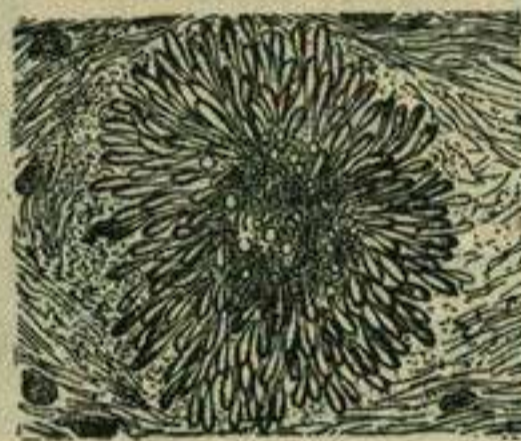


Fig. 118.—*Actinomyces* (*Discomyces*) *bovis*, principal agente productor de las actinomicosis humanas (s. Blanchard).

El *Erysiphe Tuckeri* origina el *oidium* o *cenizo* en las hojas y frutos de

la vid. La *Ascochyta Pisi* produce la *rabia del garbanzo* y *guisante*, también llamada *quema*, *niebla* o *añublo*, *agua-sol*, etc.: se evita sumergiendo du-

(De ELEMENTOS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero).



Fig. 119.—Aspecto al microscopio de un esputo de actinomicosis pulmonar (según Jakob).

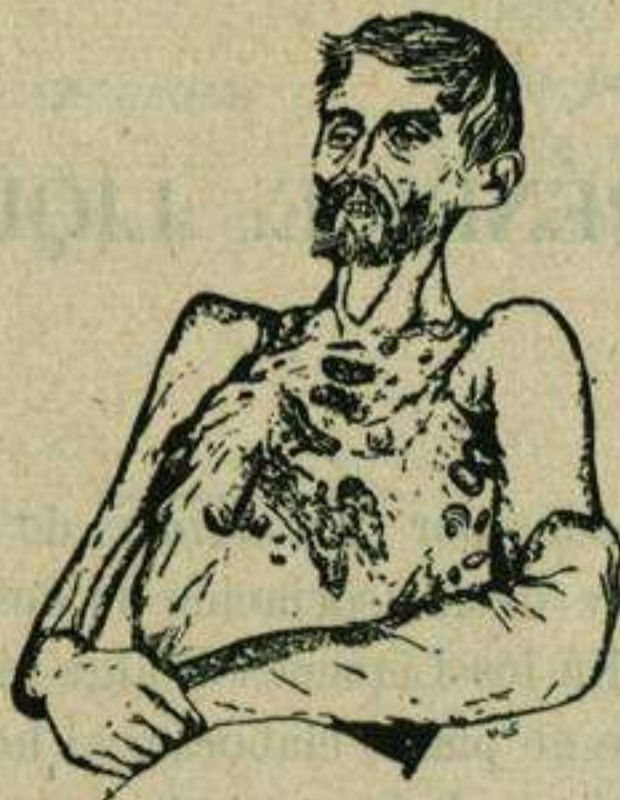


Fig. 120.—Aspecto de un enfermo de actinomicosis pleuro-pulmonar (según Israel).



Fig. 121.—Actinomicosis del maxilar inferior (s. Blanchard).

(De ELEMENTOS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero).

(*) Este Género es incluido por unos autores entre los *Ascomicetos* y por otros entre los *Oomicetos*.

rante 5 á 10 minutos en una disolución débil de sulfato de cobre (50 gra-



Fig. 122.—*Tüber melanósporum*, vista exteriormente.

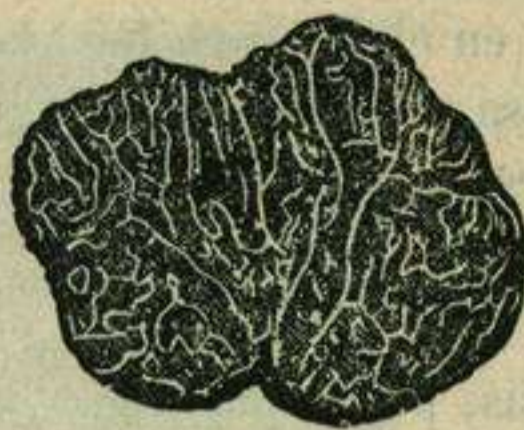


Fig. 123.—*Tüber melanósporum*, cortada.

mos de éste en 10 litros de agua) las semillas que hayan de sembrarse: después se las pone a secar al sol. Los aparatos esporíferos del *Tüber melanósporum* y otras especies constituyen las *trufas* o *criadillas de tierra* (figs. 122 y 123), todas las cuales viven parásitas sobre raíces y pasan todas las fases de su desarrollo debajo de tierra. El talo del *Cláviceps purpúrea* vive parásito sobre los frutos del centeno, donde crece y constituye un órgano duro y en forma de cuerno, denominado *esclerocio* y vulgarmente *cornezuelo* (fig. 124), el cual cae al suelo en otoño y permanece en él hasta que en la primavera siguiente origina los aparatos esporíferos que diseminan la enfermedad. Los esclerocios son muy venenosos por contener la *ergotina*, *ergotinina*, etc., y se utilizan para extraer dichas sustancias.



Fig. 124.—Espiga de centeno con dos esclerocios de *Cláviceps*.

APÉNDICE: LÍQUENES

Son Talofitas formadas por la *simbiosis* de un alga y de un hongo. La palabra *simbiosis* quiere decir asociación de dos seres que se prestan mutuamente algún servicio. En los Líquenes el alga suministra al hongo los hidratos de carbono que éste no puede elaborar; el hongo, en cambio, proporciona al alga el ambiente de humedad necesario para el ejercicio de sus funciones. Como se ve, quien mayor beneficio recibe de esta asociación es el hongo; por esto el alga, en cuanto se encuentra en un ambiente de humedad más favorable que el que le proporciona el hongo, se separa de éste para vivir li-

brememente. Esta afirmación puede probarse experimentalmente colocando un líquen en agua; al cabo de poco tiempo se ven en ésta unas manchitas verdes que corresponden a las células del alga.



Fig. 125. — Corte transversal de un Líquen.

Observando al microscopio un corte transversal de un líquen (*fig. 125*), se ve que está constituido, en esencia, por unos filamentos incoloros denominados *hifas*, que corresponden al micelio del hongo, y en los huecos que éstas dejan entre sí se hallan alojadas unas



Fig. 126. — *Parmelia*.

células verdes y esferoidales llamadas *gonidios*, que son las células del alga.

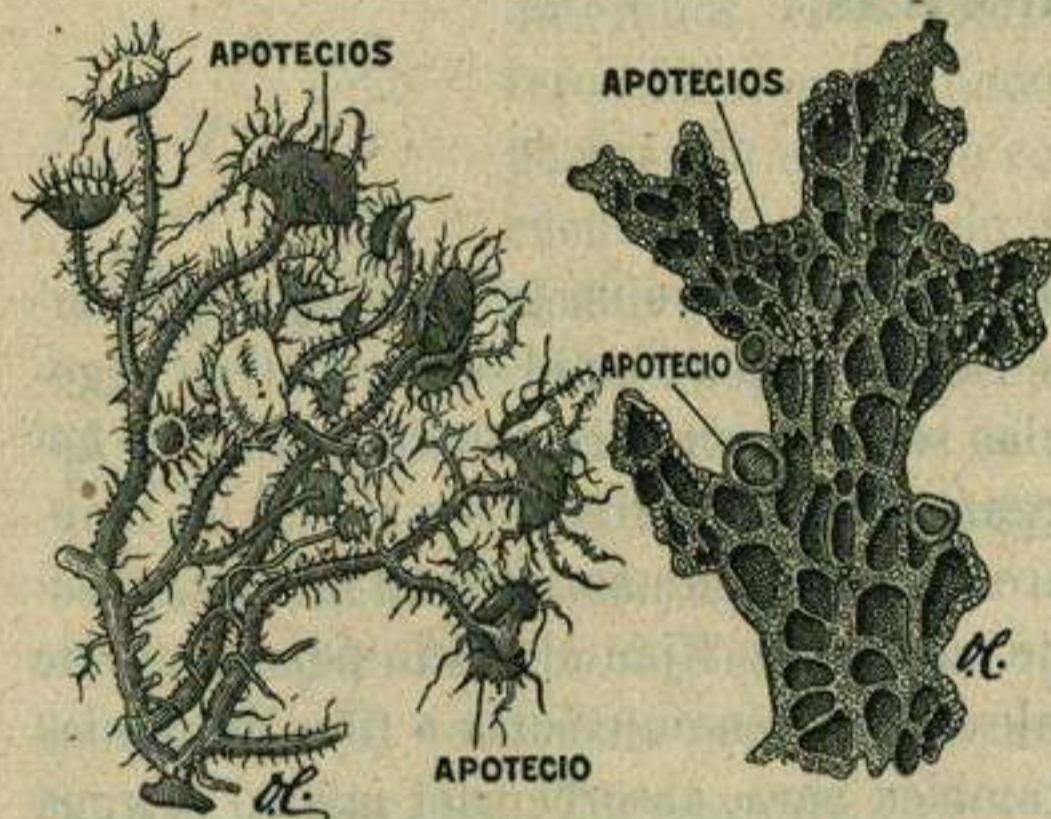


Fig. 127. — *Úsnea*.

Fig. 128. — *Sticta*.

El *aparato reproductor* corresponde al hongo y consiste en tecas contenidas en unos órganos en forma de copa, denominados *apotecios*.

Las especies más conocidas son: la *Parmelia tiliácea* (*figura 126*), que vive sobre las rocas y los troncos de los árboles; la *Úsnea barbáta* o *barbas de árbol* (*fig. 127*), que vive en los troncos y ramas de éstos; la *Sticta pulmonácea* o *pulmonaria de árbol* (*fig. 128*), que se utiliza en sustitución del lúpulo para dar el sabor amargo a la cerveza; etc.

CRIPTÓGAMAS CELULARES

TIPO MUSCÍNEAS

(BRIOFITAS)



Fig. 129. — Planta completa (*Mnium*), del Tipo Muscíneas.

Dentro de las *Criptógamas celulares* constituye un grupo de mayor complicación que las Talofitas, pues en él se encuentran vegetales cuyas células se agrupan para constituir *tallo* y *hojas* (fig. 129), órganos que son parecidos a los de las Criptógamas vasculares y Fanerógamas, pero no iguales, puesto que carecen de *vasos*. Se fijan al suelo por medio de *rizoides*, los cuales consisten en células o filas de células que les sirven también para absorber del mismo el agua con las sales que necesitan para su nutrición, a lo que alude el nombre de *pelos absorbentes*, que también se les da; no pueden confundirse con las raíces, porque éstas poseen *vasos*.

Algunas especies son acuáticas, pero la mayor parte son terrestres, si bien ordinariamente necesitan vivir en lugares húmedos, o, por lo menos, al abrigo de la acción directa de los rayos solares, que los desecan rápidamente.

La *reproducción* es, salvo diferencias de detalle, análoga en todos ellos. Veamos como se verifica en un musgo corriente. En el extremo de algunos de los tallos que le constituyen, se desarrollan unos pequeños sacos ovoideos, denominados *anteridios* u *órganos masculinos* (fig. 130) y, ya al lado de ellos, ya en otros tallos distintos, otros órganos en forma de botella que

son los *arquegonios* u *órganos femeninos* (fig. 130), encontrándose entre todos ellos pelos estériles. Cuando en el extremo del mismo tallo se encuentran juntos los anteridios y los arquegonios (fig. 130) el musgo se dice que es *hermafrodita*, y cuando se hallan separados se denominan: *monoicos* (gr. *monos*, uno; *oikia*, casa) si están en dos tallos de la misma planta, y *dioicos* (gr. *dis*, dos) si lo están en tallos de dos plantas distintas.

Los *anteridios* originan en su interior numerosas células que son los *anterozoides* o *elementos sexuales masculinos*, los cuales están formados por una célula en forma de tirabuzón, provista de dos flagelos (fig. 131). Los *arquegonios* encierran en su base una gruesa célula esferoidal que recibe el nombre de *oosfera* o *elemento sexual femenino*. Cuando una gota de lluvia o de rocío cae sobre los

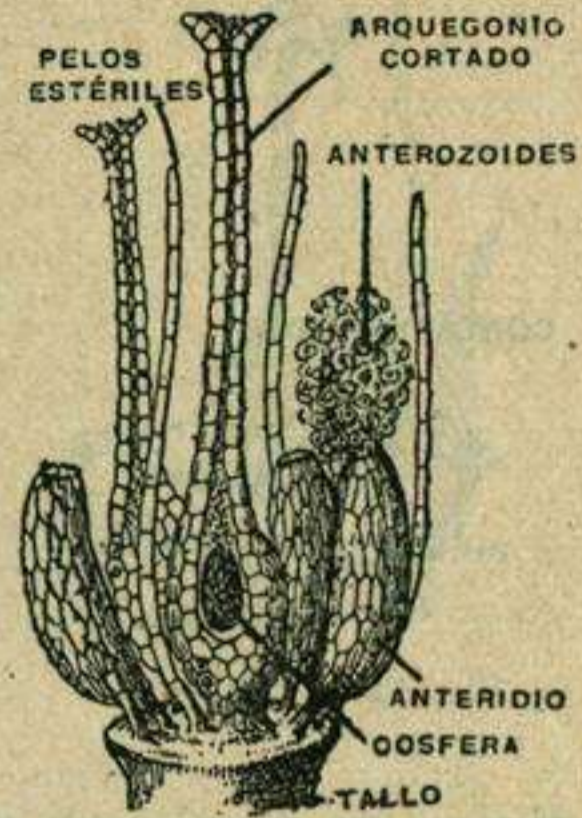


Fig. 130.—Anteridios y arquegonios de un musgo hermafrodita.



Fig. 131.—Anterozoides de un musgo.

anteridios, éstos rompen sus paredes y dejan salir los anterozoides, que nadando por medio de sus flagelos llegan a ponerse en contacto con una sustancia gomosa que se encuentra en el orificio del arquegonio, penetra en el interior de éste y fusionando su núcleo con el de la oosfera se origina el *huevo*. Como se ve, todos estos fenómenos son análogos a los que se verifican en algunas algas y hongos.

Una vez constituido el huevo, se desarrolla en el mis-

mo lugar donde se formó y origina, *no una nueva planta*, sino un delgado tallo o *pedicelo*, terminado por un saco ovoideo denominado *esporangio* porque en su interior se desarrollan las *esporas*: también se le conoce con los nombres de *urna* y *cápsula* (fig. 132). El conjunto formado por el *pedicelo* y el *esporangio* recibe el nombre de *esporogonio* y se considera como una *forma transitoria del musgo*, que vive *parásita* sobre el tallo adulto del mismo.

Cuando el esporangio está maduro se desprende la *cofia*, o envoltura que le protege mientras dura su desarrollo, después de lo cual se abre la cápsula para dejar salir las esporas, a cuyo efecto se desprende una especie de tapa



Fig. 132.—Conjunto esquemático del desarrollo de un musgo.

que recibe el nombre de *opérculo* (fig. 132). Si estas esporas caen en un terreno suficientemente húmedo, originan, *no un nuevo musgo*, sino una forma *transitoria* denominada *protone*



Fig. 133.—*Lunulária*.

ma (página 58), que consiste en un delgado filamento ramificado y verde, análogo al tallo de un alga. Este protonema lleva ya una vida independiente, y cuando se desarrolla lo suficiente, algunas de sus células se dividen ac-



Fig. 134.—*Marchántia*.

tivamente y *originan un musgo* con *tallo, hojas y rizoides*, en el cual se formarán después los anteridios y arquegonios. Según puede apreciarse, el ciclo evolutivo o desarrollo de los musgos es análogo al de las algas del género *Nemalion* (página 58).

Las Muscíneas se dividen en dos *Clases: Hepáticas*, cuyo protonema es rudimentario y el tallo, en general, taliforme o con aspecto de talo, y los *Musgos*, con el protonema muy desarrollado y el tallo no taliforme.

Clase Hepáticas.—Comprende plantas de organización muy sencilla, en cuyo tallo taliforme, siempre provisto de rizoides, pueden faltar las hojas, si bien ordinariamente las poseen, aunque generalmente rudimentarias y reducidas a una sola capa de células. El esporogonio queda incluido en el arquegonio hasta que madura. Forman pequeños céspedes en los sitios



Fig. 135
Sphágnum.



Fig. 136.
Polytrichum.

húmedos y sombríos. Las especies principales son: la *Lunulária vulgaris* (fi. 133) y la *Marchántia polymórpha* (fig. 134), especies ambas que se reproducen también *asexualmente* por medio de masas de células denominadas *propágulos*, que se forman en *conceptáculos* o cavidades especiales en forma de media luna y de copa, respectivamente.

Clase Musgos.—Es la más numerosa: en ellos el esporogonio rompe el arquegonio al comenzar a desarrollarse. Los géneros principales son: el

Fig. 137.
Bryum.

Sphágnum (figura 135), cuyas especies son palustres y contribuyen a formar la *turba*, o sea el carbón vegetal más moderno (*); las especies de los géneros *Mnium* (figura 129), *Polytrichum* (figura 136), *Bryum* (fig. 137) e *Hypnum* (figura 138), son frecuentes en casi todos los países.

Fig. 138.-*Hypnum.*

(*) Véase mi GEOLOGÍA, 5.^a edición, pág. 148.

Lec 27 (4)

PLANTAS VASCULARES

MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA DE LOS ÓRGANOS DE NUTRICIÓN

Las *plantas vasculares* se diferencian de todas las estudiadas, no sólo por poseer *vasos*, que es el carácter más esencial, sino porque en ellas existen claramente definidos los *tejidos*, que ya en los Musgos comienzan a iniciarse, pero sin constituir, en general, individualidades perfectamente distinguibles.

TEJIDOS

Ya se dijo (pág. 31) que con el nombre de *tejidos* se conocen las asocia-

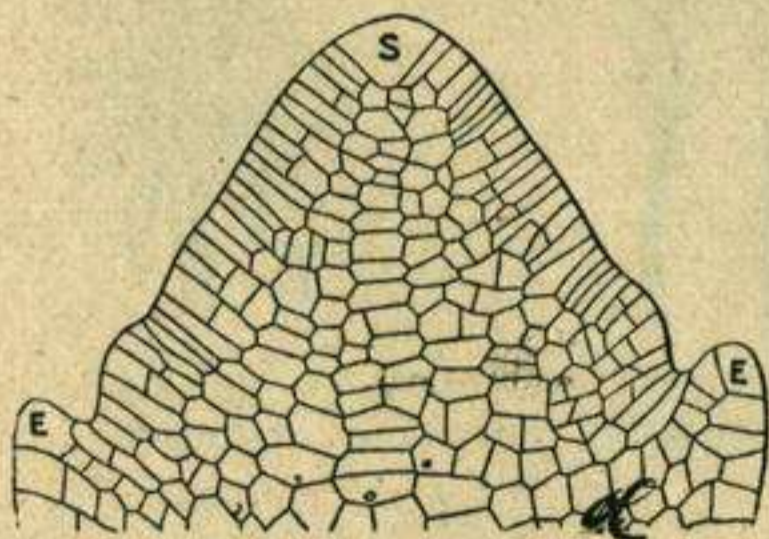


Fig. 139.-Meristemo primitivo de un tallo subterráneo de *Equisetum*.-S, célula terminal que origina todas las demás. E, células que darán origen a las hojas.

ciones de células que tienen análoga forma, estructura, composición química y funciones. Se admiten seis grupos principales: los *meristemos*, los *parenquimas*, los *tejidos tegumentarios*, los *conductores*, los *secretores* y los de *sostén* (*).

Meristemos.—Sirven para originar todos los restantes tejidos, por lo que también se les llama *tejidos formadores*. Comprenden dos clases: el *meristemo primitivo* y los *meristemos secundarios*. El primero se encuentra en el extremo de los

órganos del vegetal en vía de crecimiento, como en el de la raíz, etc. (fig. 139):

(*) En la obra PRÁCTICAS DE BIOLOGIA, por E. Rioja y O. Cendrero, pág. 152 y siguientes, se describen los sencillos procedimientos que pueden utilizarse para el estudio de los tejidos vegetales al microscopio.

los *secundarios*, así llamados porque derivan de los anteriores, se hallan en el espesor de algunos órganos del vegetal (figura 140). Las células de ambos gozan de la propiedad de dividirse activamente y tienen sus paredes celulósicas y delgadas.

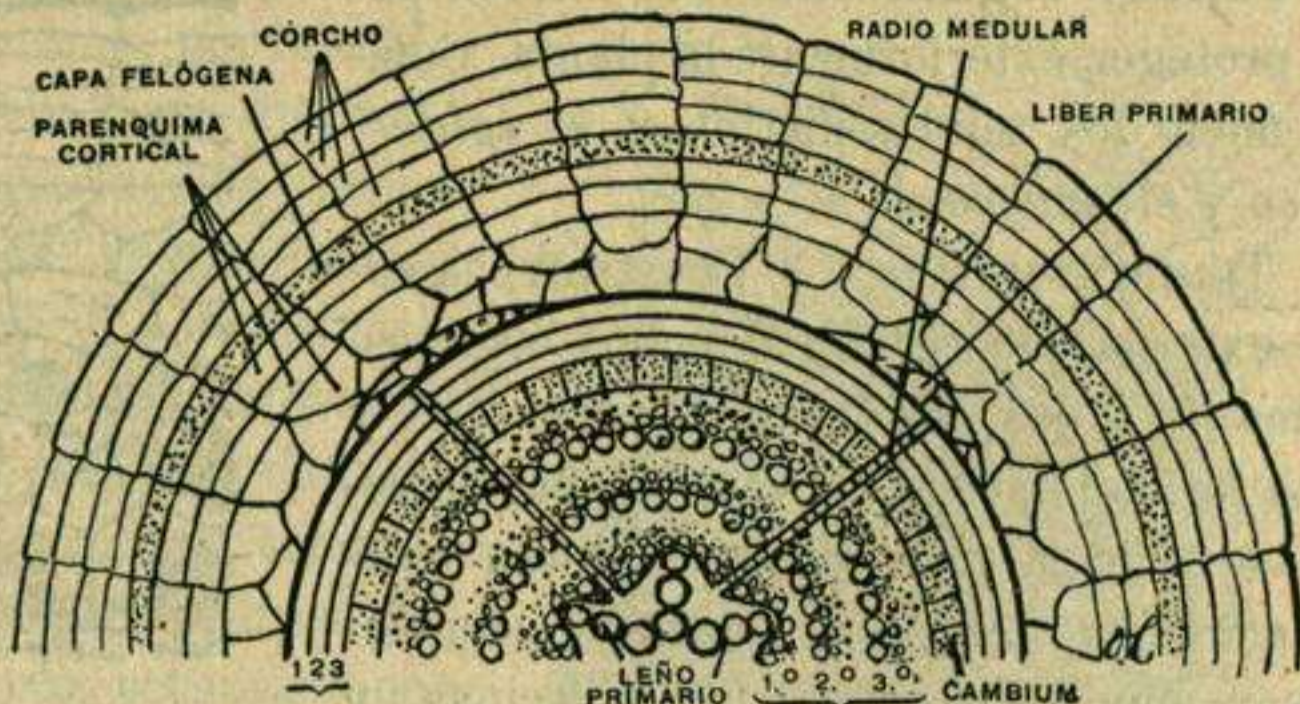


Fig. 140.—Esquema de los meristemos secundarios (cambium y capa felógena) de una raíz de Fanerógama Dicotiledónea.

Parénquimas. — Consti-

tuyen la parte esencialmente viva y activa del vegetal: en sus células se elab-

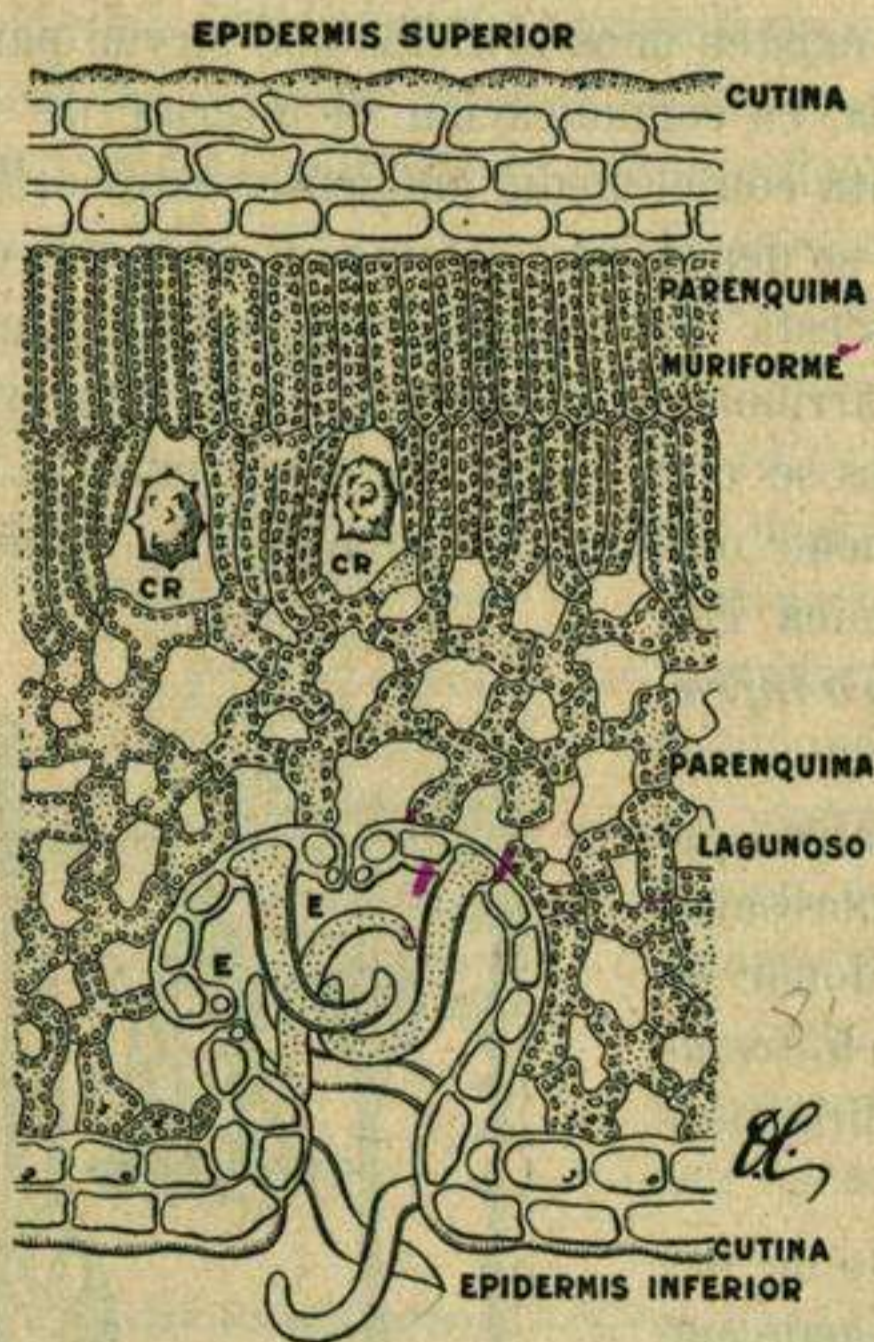


Fig. 141.—Corte transversal de una hoja.

boran la mayor parte de las sustancias que han de servir para la nutrición del mismo, por lo que algunos los denominan tejidos *nutricios* y *asimiladores*. En realidad los meristemos estudiados son verdaderos parénquimas de función formadora. Se distinguen dos clases principales: el *clorofílico* y el *inoloro*. El primero posee cloroplastos, gracias a los cuales puede asimilar las sustancias inorgánicas, principalmente el carbono del anhídrido carbónico del aire. Se encuentra en los órganos aéreos del vegetal (hojas, etc.) y se distinguen dos variedades: el llamado *parénquima clorofílico de células en empalizada* o *parénquima muriforme*, que está formado por células prismáticas alargadas e íntimamente unidas unas a otras (fig. 141), y el *parén-*

quima lagunoso, constituido por células irregulares poco adherentes entre sí y que dejan grandes meatos o lagunas (fig. 141). El *parénquima inoloro* carece de clorofila y su misión es elaborar *sustancias de reserva* (almidón, aleurona, etc.). Se encuentra preferentemente en los órganos subterráneos (tubérculos de la patata, etc.) (fig. 142); pero también se halla en muchos

aéreos, como las semillas, parte central de algunas hojas y tallos carnosos, etc.

Tejidos tegumentarios.--Sirven para proteger exteriormente la planta. Comprenden dos tejidos distintos: el *epidérmico* y el *suberoso*.

TEJIDO EPIDÉRMICO.—Constituye la capa externa que recubre muchos órganos, como las hojas, los tallos jóvenes, etc., y está formado por una o varias capas de células cuyas paredes exteriores están cutinizadas (*fig. 141*), las laterales celulósicas y muy adherentes con las vecinas, y las inferiores, también celulósicas y poco adheridas a las subyacentes, lo que permi-

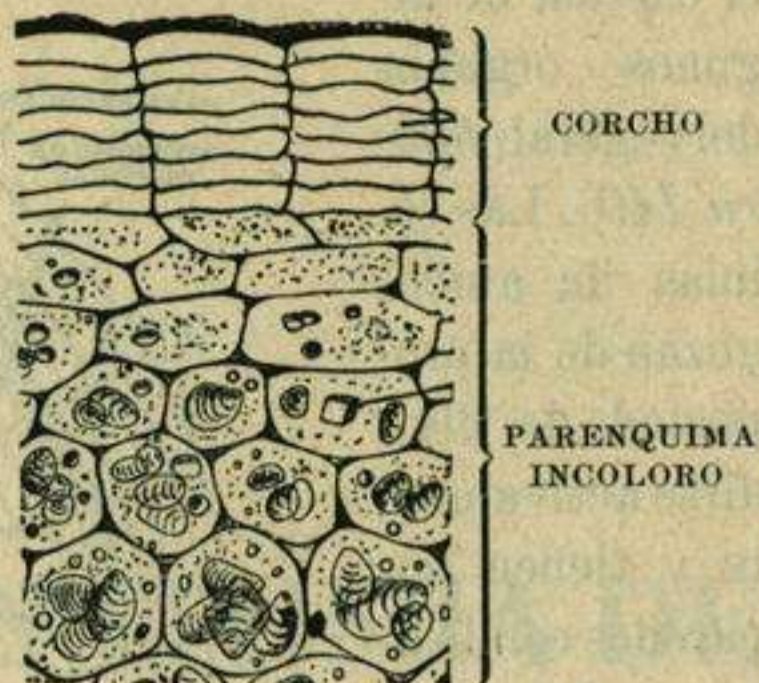


Fig. 142.—Corte de la capa periférica de un tubérculo de patata.

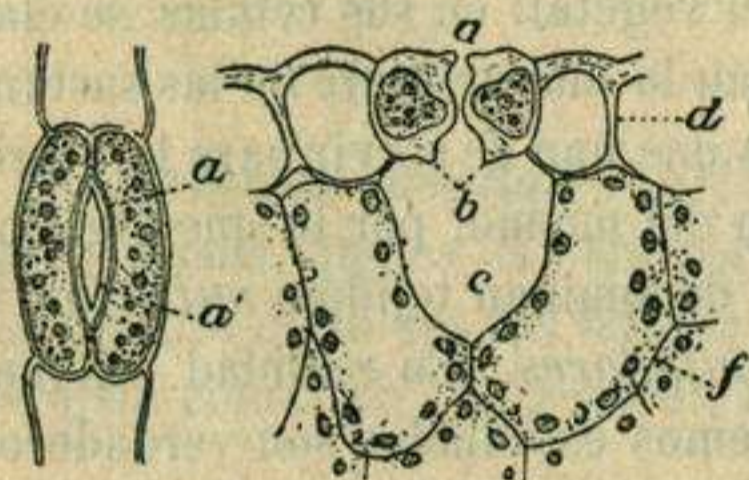


Fig. 143.—Estoma de frente.

Fig. 144.—El mismo en corte transversal.

te separarlas con facilidad de ellas.

Estomas.—Diseminados en la epidermis existen unos orificios que sirven para poner en comunicación el interior de la planta con el medio ambiente: estos orificios se denominan *estomas* y cada uno de ellos está formado por dos células de forma arriñonada (*fig. 143*), cuyas concavidades se corresponden y dejan entre sí el pequeño orificio de que antes se habló,

denominado *ostiolo* (*a*), el cual comunica con una pequeña cavidad denominada *cámara infra-estomática* (*fig. 144 c*).

Pelos.—Consisten en células epidérmicas que se desarrollan más que las restantes y sobresalen por encima de la superficie del órgano donde se hallan. En su origen todos los pelos son *unicelulares* (*fig. 145*), pero éstos pueden dividirse después originando los *pluricelulares*.

Siendo el tejido epidérmico un tejido de defensa o protección del vegetal, se comprende que el desarrollo del mismo y de sus pelos y estomas, tiene que estar en relación con el medio en que los vegetales vivan, y así es, en efecto, pues los vegetales que son *higrófilos*, es decir, que viven en ambiente húmedo (gr. *ygrós*, húmedo; *filos*, amigo), tienen las células epidérmicas poco cutinizadas, poseen abundantes estomas y carecen de pelos o tienen

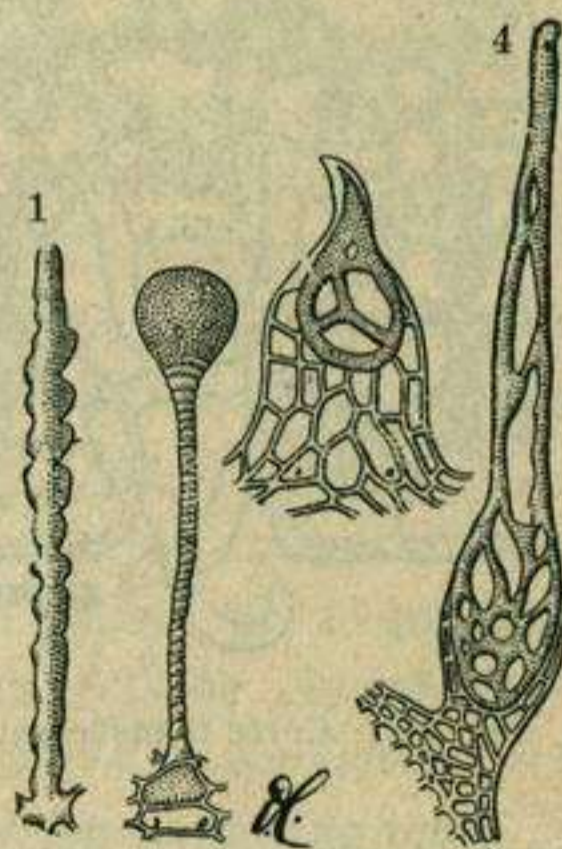


Fig. 145.—Diversos tipos de pelos unicelulares. 1, de violeta; 4, de ortiga.

muy pocos; mientras que los vegetales *serófilos* o *xerófilos* (gr. *xerós*, seco) tienen las células epidérmicas provistas de recia capa de cutina, por lo cual los órganos (hojas, etc.) son duros y coriáceos; poseen pocos estomas y, con frecuencia, encerrados en cavidades o criptas (*fig. 141, E*) y, por último, es frecuente que estén cubiertos de abundantes pelos (*fig. 146*) que dan al vegetal aspecto blanquecino y tomentoso. Estas diversas disposiciones de la epidermis sirven para permitir que salga mucho vapor de agua en las plantas higrófilas, y para evitar la salida del mismo en las plantas xerófilas.

TEJIDO SUBEROSO.—Debajo de la epidermis se encuentra en muchos vegetales una o varias capas de células cuyas membranas, primitivamente celulósicas, se suberifican después: este tejido es el *suberoso*, el cual puede coexistir con el epidérmico, según acaba de decirse (*figura 147*); pero ordinariamente su desarrollo determina la destrucción y desaparición de la epidermis que le cubría primitivamente (*figura 142*): así ocurre, por ejemplo, en el tronco de los árboles, particularmente en el alcornoque, en el cual adquiere este tejido tan gran desarrollo, que pueden sacarse capas de grosor superior a un decímetro.

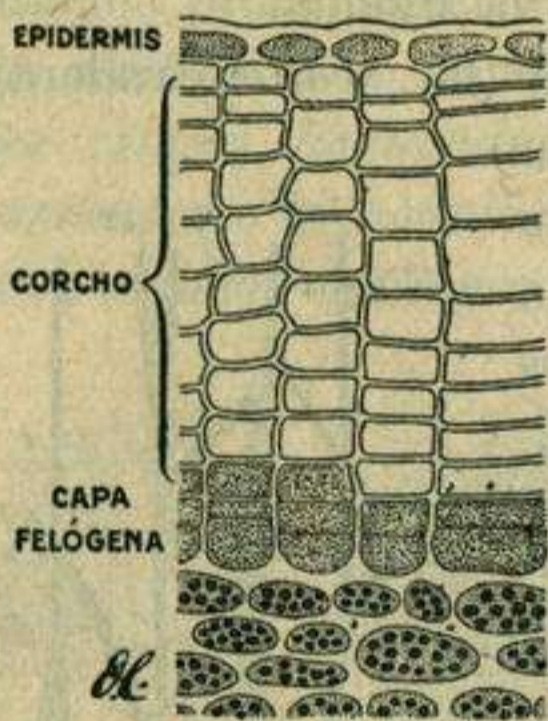


Fig. 147.—Corte transversal de un tallo joven de *Ailanthus glandulosus*.

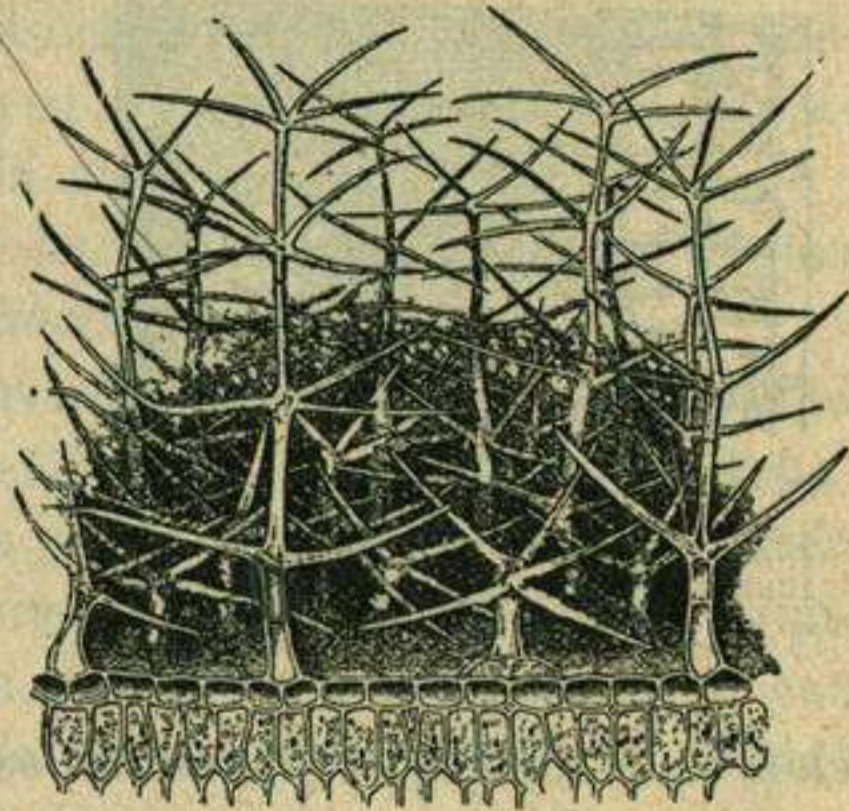


Fig. 146.—Esquema de los pelos epidérmicos que protegen la superficie de una hoja de planta xerófila (*Verbascum thapsiforme*) (según Kerner).

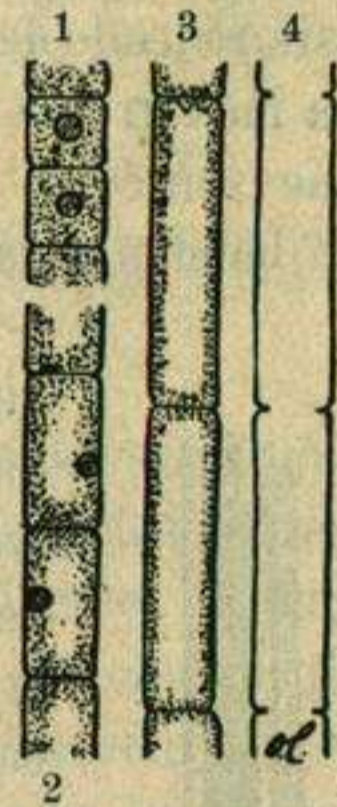


Fig. 148.—Esquema del alargamiento y transformaciones sucesivas de las células (1) para convertirse en vasos (4).

Tejido conductor.—Sirve para llevar los líquidos nutricios a los distintos órganos del vegetal. Se le denomina también *tejido vascular* por estar constituido por las células modificadas denominadas *vasos*. Estos vasos son de dos clases: los *leñosos* y los *liberianos*. Los *vasos leñosos* deben su nombre a que sus paredes están lignificadas. Uno de estos vasos consiste en una fila de células superpuestas, cuyos tabiques transversales de separación se reabsorben más o menos completamente y originan un tubo continuo. Estos vasos son primitivamente células vivas (*fig. 148, 1*), puesto que poseen protoplasma y

núcleo, y sus paredes son celulósicas; pero después se convierten en células

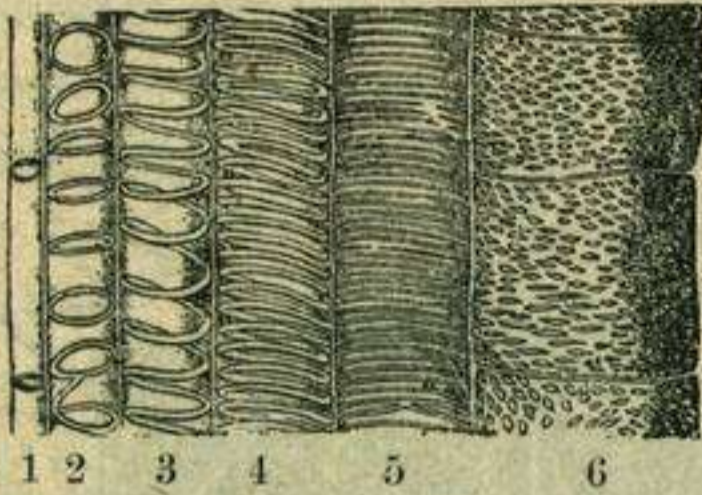


Fig. 149.—Vasos leñosos: 1 y 2, anillados; 3 y 4, espirales; 5, rayado; 6, punteado.

muertas (4), por perder su protoplasma y núcleo, y sus paredes se incrustan de lignina. Esta incrustación no se hace nunca de una manera uniforme, sino que se verifica por zonas más o menos regulares, lo cual origina ornamentaciones o *esculturas en relieve*, que aun cuando varían de unos a otros pueden reducirse a seis tipos principales, cuyos nombres indican la forma que la lignina adopta al depositarse en la cara interna de la célula. Dichos tipos son (*fig. 149*): *anillados*; *espirales* (en realidad *helicoidales*) o *tráqueas*, nombre este último que alude a su semejanza con los tubos respiratorios o *tráqueas* de los insectos (*); *punteados*, en los cuales la lignina se deposita en toda la membrana, excepto en algunos puntos pequeños; *areolados* o *traqueidas* (*fig. 150*), que son como los punteados, en los cuales cada punto está rodeado de una areola o especie de círculo o aureola de lignina más gruesa que el resto; *rayados*; *escalariformes* (*fig. 151*), que son como los rayados, pero prismáticos y con la lignina en bandas paralelas, formando una especie de escalera (lat. *scalla*, escalera).



Fig. 150. Pared de un vaso areolado



Fig. 151. Vaso escalariforme de un helecho.

Los vasos leñosos no se encuentran aislados, sino asociados, constituyendo los *haces leñosos*, y son los que forman la *madera* de los vegetales, en la cual los pequeños poros que se observan cortándola transversalmente, corresponden a la cavidad de dichos vasos.

Los *vasos liberianos* o *libéricos* son células vivas, puesto que poseen protoplasma y núcleo; sus paredes se conservan celulósicas. Cada vaso liberiano está constituido como los leñosos, o sea por células superpuestas, pero aquí los tabiques de separación entre cada dos células no se reabsorben por completo, sino que lo hacen sólo en determinados puntos, originándose así una especie de criba, que es a lo que alude el nombre de *vasos cribosos* con que también se les conoce. Estos orificios se obstruyen en invierno, en las plan-

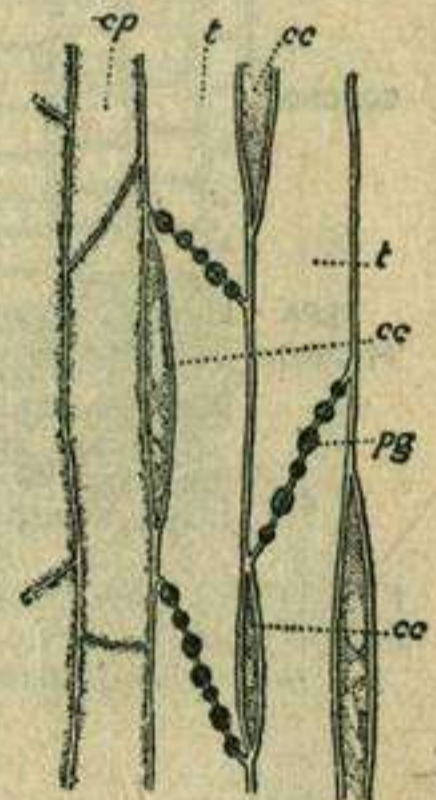


Fig. 152.—t, vasos cribosos cuyas cribas, situadas en los tabiques transversos y oblicuos, están obstruidas por la callosa, pg.

(*) Véase mi obra ZOOLOGÍA, 6.ª edic., pág. 86.

tas de hoja caduca, por medio de una sustancia llamada *calosa*, que se disuelve al llegar la primavera (*fig. 152*). También los vasos liberianos se asocian, originando los *haces liberianos*, que constituyen la parte blanca y más blanda situada por fuera de la madera.

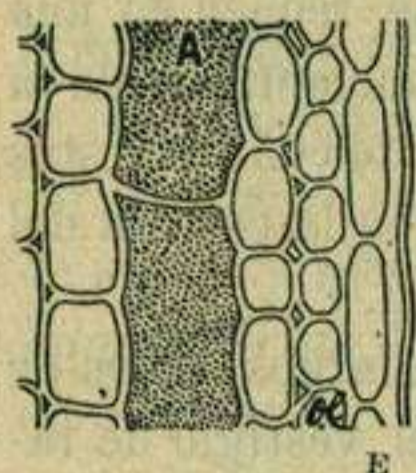


Fig. 153.—A, células laticíferas del bulbo de la cebolla; E, epidermis cutinizada.

La asociación de haces liberianos y leñosos origina los llamados *haces líbero-leñosos*.

Tejido secretor.—Recibe este nombre el formado por células cuya misión consiste en elaborar y acumular sustancias que la planta no utilizará en su nutrición y que están consideradas como productos de desasimilación y eliminación, por lo cual debía llamarse con más propiedad *tejido excretor*, reservando el nombre

de *secretor* para el constituido por aquellas células cuyo papel estriba en segregar los diversos fermentos o diastasas que ulteriormente utilizará la planta. (Véase *digestión interior*, página 119, y *germinación*, pág. 185).

El tejido secretor puede estar constituido, principalmente: ya por *células aisladas* o en pequeños grupos; ya por *células agrupadas en filas*, en *conductos* o en *nódulos*; ya, finalmente, por *tubos continuos* o *vasos secretores*.

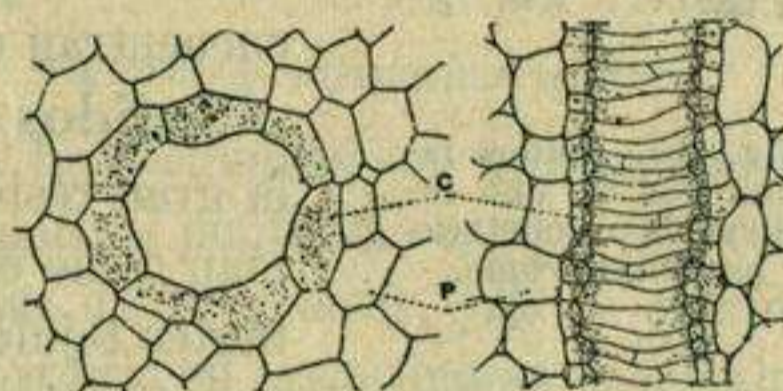


Fig. 154.

Fig. 155.

Corte transversal (*fig. 154*) y longitudinal (*fig. 155*) de un conducto secretor. C, células secretoras.

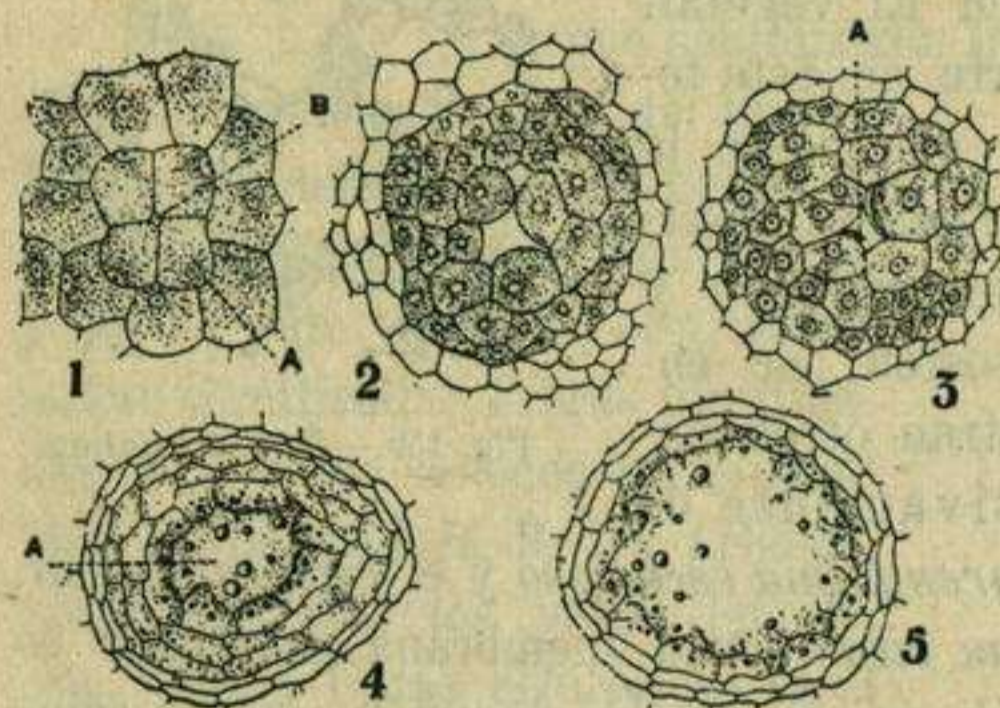


Fig. 156.—1, 2, 3 y 4, formación de las bolsas secretoras, 5, del limonero.

Las células secretoras *aisladas* son, generalmente, pelos epidérmicos llenos de diversos productos de excreción, principalmente las esencias; se encuentran en varias plantas, como la menta, ortiga, etc. (*fig. 145*). Todos estos pelos reciben el nombre particular de pelos *glandulosos*.

Las *células agrupadas en filas* y poseyendo tabiques de separación, son también frecuentes, encontrándose en la cebolla (*fig. 153*), etc.

Los *conductos secretores* consisten en la asociación de varias células que forman la pared de un conducto, en el cual vierten sus productos de secreción (*figs. 154 y 155*). Es la forma más generalizada de presentarse las células secretoras: se encuentran conductos secretores en los pinos, perejil, etc.

Los *nódulos secretores*, también llamados *bolsas secretoras*, consisten en una reunión de células en cuyo interior se desarrollan los productos de secreción que se reúnen en una cavidad común por disolución de las membranas de la célula, mezclándose el producto formado con los restos de la célula (*fig. 156*). Se encuentran en la corteza del fruto de los limones, naranjas, etcétera.



Fig. 157.—Tubos laticíferos de una lecheruela o lechetrezna (*Euphorbia*).

Los *vasos secretores* consisten en largos tubos de paredes celulósicas que no presentan ni vestigio de tabiques y en cuyo interior (*fig. 157*) existe un líquido espeso que contiene diversas sustancias, entre otras almidón en forma de varitas, fémures, etc. Este contenido recibe el nombre de *látex*, de donde el nombre de *vasos laticíferos* con que también se les conoce. Se encuentran en algunas plantas, como la higuera, etc.

Tejidos de sostén.—Son todos aquellos que por la gran resistencia de las paredes de sus células, forman como el esqueleto o armazón que soporta los restantes tejidos vegetales y da solidez y consistencia a los órganos de los mismos. Considerados desde el punto de vista de su resistencia,

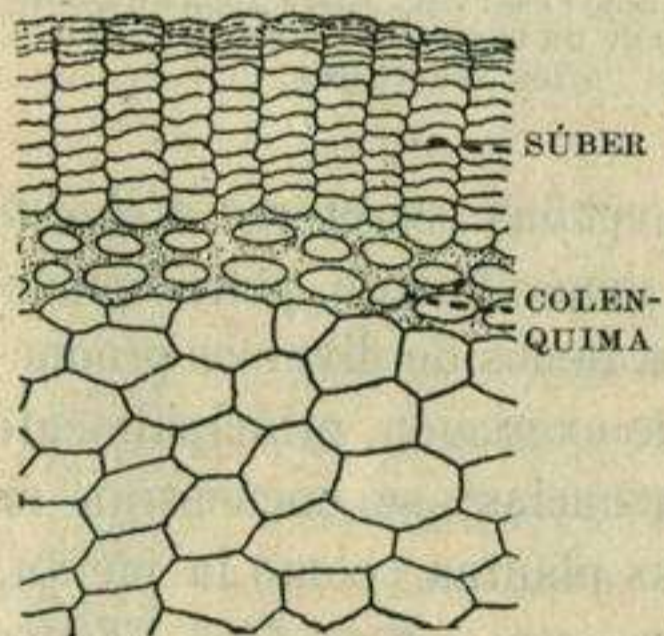


Fig. 158.

los *vasos leñosos* corresponden también a estos tejidos, ya que, gracias a la lignificación de sus paredes, sirven de sostén al vegetal. Aparte de este tejido, que posee la doble misión de servir de conductor y de sostén, se encuentran otros exclusivamente de

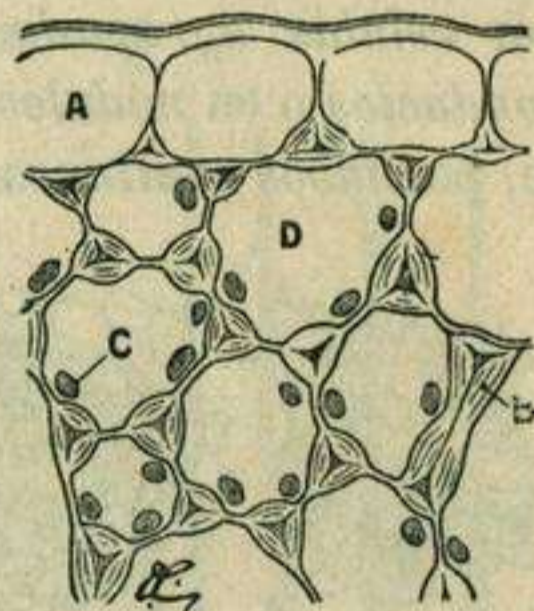


Fig. 159.—B, Colenquima.

sostén, que son: el *colenquima*, el *parenquima escleroso* y el *esclerenquima*.

COLENQUIMA.—Consiste en *células vivas*, cuya membrana *celulósica* es gruesa, ya toda ella (*fig. 158*), ya sólo en los ángulos de unión con las células vecinas (*fig. 159, B*). Ordinariamente se encuentra debajo de la epidermis en capas continuas o en cordones paralelos al eje del órgano donde se hallan. Posee la ventaja sobre los demás tejidos de que ahora trataré, de que a su resistencia une una gran elasticidad. Se encuentra, principalmente, en plantas herbáceas.

PARENQUIMA ESCLEROSO.—Las células de este tejido son también *células*

vivas y difieren de las del colenquima en que sus gruesas paredes se *lignifican* más o menos fuertemente. Se encuentran en capas o cordones en varios órganos (*fig. 160, g*).

ESCLERENQUIMA.—Es al que mejor cuadra el calificativo de tejido de sostén y está constituido por *células muertas*, las cuales pueden ser de dos categorías: o cortas, en cuyo caso se llaman *esclereidas*, o largas y fusiformes, en cuyo caso se denominan *fibras*. Las primeras tienen la membrana constituida por *lignina* y se encuentran en la parte comestible de la pera, en el hueso o cáscara de otros frutos, como la

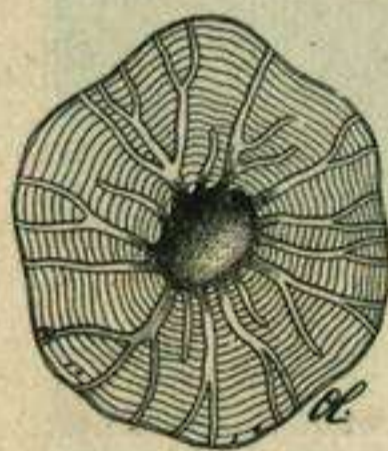


Fig. 161.—Esclereida de la cáscara de la nuez.

nuez (*fig. 161*), etc. Las segundas son ordinariamente muy largas y terminan en punta en sus dos extremos (*fig. 164*); pueden ser de dos clases, *fibras celulósicas* y *fibras lignificadas*: en las primeras la membrana es *exclusivamente celulósica*, mientras que las segundas tienen su membrana *lignificada* totalmente, o sólo en parte. Las primeras tienen análogas propiedades que las del colenquima, es decir, que son elásticas y resistentes, lo que, unido a su gran longitud, las hace inmejorables para la fabricación de tejidos: son las que suministran las fibras textiles por excelencia, como el lino, ramio, etc. Las del lino de Nueva Zelanda y cáñamo tienen su membrana ligeramente lignificada, y las del yute, esparto, etc., totalmente lignificada. Fibras lignificadas o *leñosas* se encuentran también en la madera de los árboles, mezcladas con los vasos leñosos (*fig. 50*); y fibras celulósicas en el liber de los mismos, mezcladas con los vasos liberianos, de donde el nombre de fibras *liberianas* con que también se conocen.

Aparatos y órganos.—El significado de estos términos es inverso al que tienen en Zoología (*). En Botánica se entiende por *aparato* el conjunto

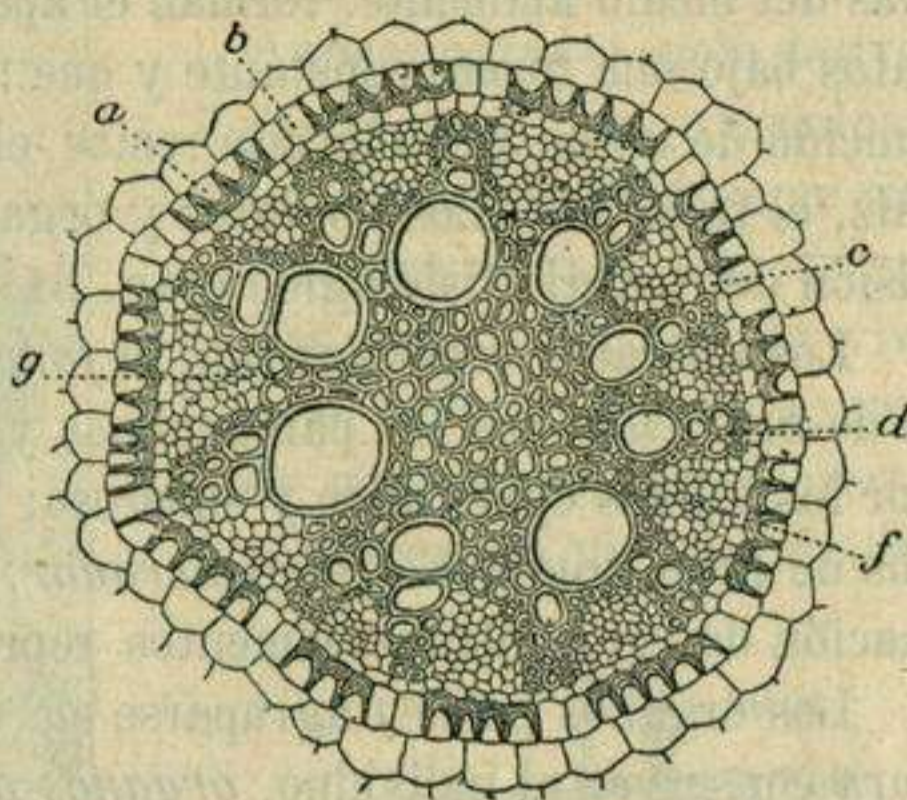


Fig. 160.—g. parenquima escleroso.

Fig. 161. Esclereida de la cáscara de la nuez. Las segundas son ordinariamente muy largas y terminan en punta en sus dos extremos (*fig. 164*); pueden ser de dos clases, *fibras celulósicas* y *fibras lignificadas*: en las primeras la membrana es *exclusivamente celulósica*, mientras que las segundas tienen su membrana *lignificada* totalmente, o sólo en parte. Las primeras tienen análogas propiedades que las del colenquima, es decir, que son elásticas y resistentes, lo que, unido a su gran longitud, las hace inmejorables para la fabricación de tejidos: son las que suministran las fibras textiles por excelencia, como

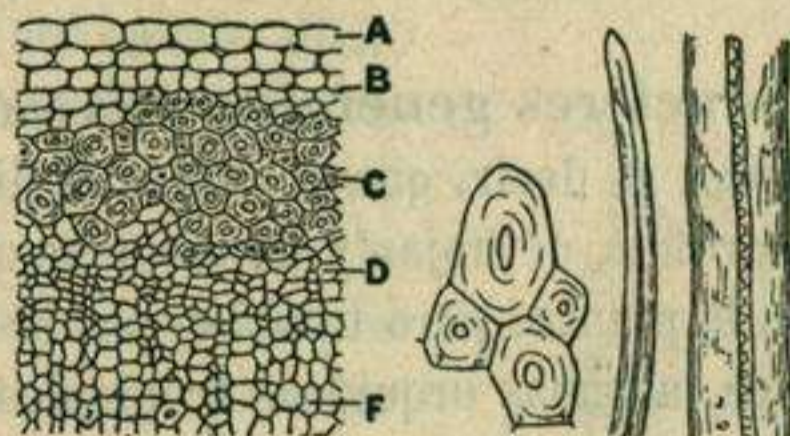


Fig. 162. Fig. 163. Fig. 164.

Fig. 162.—Corte transversal de un tallo de lino; C, fibras.—163, las mismas, más aumentadas.—164, punta y cuerpo de una fibra aislada.

(*) Véase mi obra ZOOLOGÍA, 6.ª edic., pág. 80.

de tejidos que concurren al desempeño de una misma función: por ejemplo, todos los tejidos que tienen por objeto proteger al vegetal contra las influencias del medio ambiente, forman el aparato tegumentario. La reunión de aparatos bajo una forma constante y que tengan por fin el cumplimiento de una función de orden más elevado recibe el nombre de *órgano*, por ejemplo, la raíz, el tallo, etc. Los aparatos y órganos son el resultado de una mayor división del trabajo fisiológico (pág. 31).

Los aparatos vegetales son: el *formador*, constituido por los meristemos; el de *nutrición*, por los parenquimas y tejidos conductores; el *tegumentario*, por los tejidos epidérmico y suberoso; los de *sostén* y *secretor*, por los tejidos de estos nombres, y el *generador*, por los tejidos que concurren a la formación de las células o elementos reproductores.

Los órganos pueden agruparse en dos grandes categorías, según sirvan para conservar al individuo, *órganos de nutrición*, o a la especie, *órganos de reproducción*. Los órganos de nutrición son: la *raíz*, el *tallo* y las *hojas*, de que trataré a continuación. Los de reproducción serán estudiados al tratar de cada grupo en particular.

RAÍZ

Caracteres generales.—Es el órgano del vegetal dotado de *geotropismo positivo*, es decir, que al crecer se dirige hacia tierra (pág. 136) y que carece de clorofila, de hojas y de estomas. Ordinariamente vive en tierra, adonde fija a la planta, pero también puede vivir en el agua (lenteja de agua) y en el aire (algunas orquídeas tropicales *epifitas*, es decir, que viven sobre otras plantas, pero sin ser parásitas) (*fig. 165*).

Cuando es joven tiene forma de cono alargado, cuya base corresponde al *cuello* o punto de unión con el tallo, a partir del cual hasta la punta o extremo libre se distinguen varias regiones, que son (*fig. 166*): 1.^a, una región desnuda; 2.^a, otra cubierta de finos pelos llamados *pelos radicales* o *pelos absorbentes*; 3.^a, otra porción desnuda, y 4.^a, la punta protegida por un órgano llamado *cofia* o *pilorriza* (gr. *pilos*, sombrero). Las regiones que merecen fijar la atención son la de la *cofia* y la de los *pelos radicales*.

La *cofia* (figs. 167, 168 y 169) consiste en una especie de dedal que cubre el extremo libre de la raíz, con objeto de evitar que el roce contra el suelo destruya el meristemo terminal, cuando la planta vive en tierra; que salgan las sustancias nutritivas cuando vive en el agua, o que un exceso de evaporación pueda desecarle cuando vive en el aire.

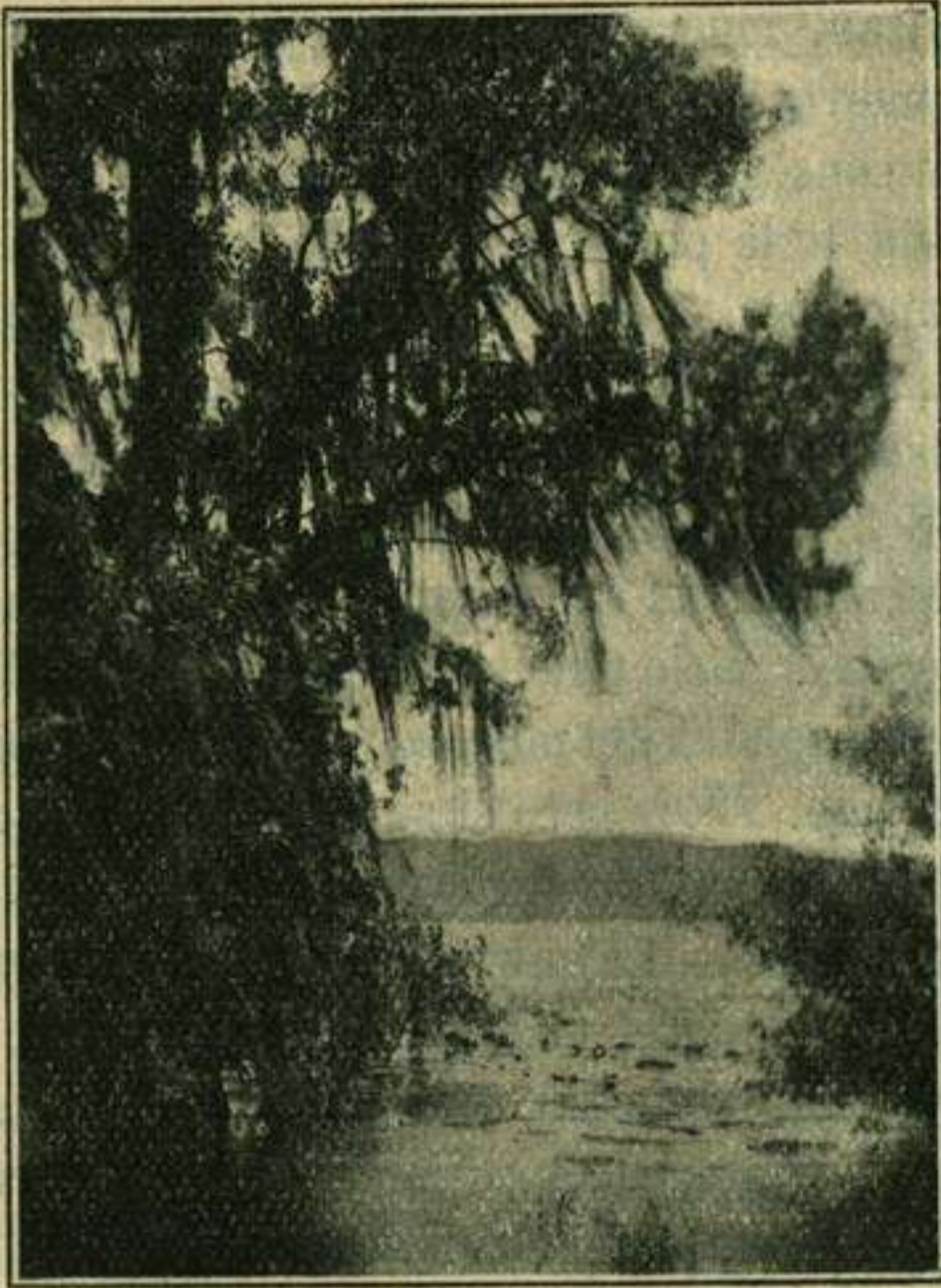


Fig. 165.—El lago Yojoa (Honduras) está bordeado por árboles sobre los que vive la Bromeliácea epífita llamada *heno* y *pasta de Cerro* (*Tillandsia usneoides*), que forma a la manera de lasas cabelleras pendientes del tronco y ramas de los mismos. Por excepción, esta especie tiene la raíz muy poco desarrollada; pero es uno de los más bellos ejemplos para demostrar cómo viven las plantas epifitas. (Fotografía comunicada por el profesor hondureño Dr. Santiago Cervantes).

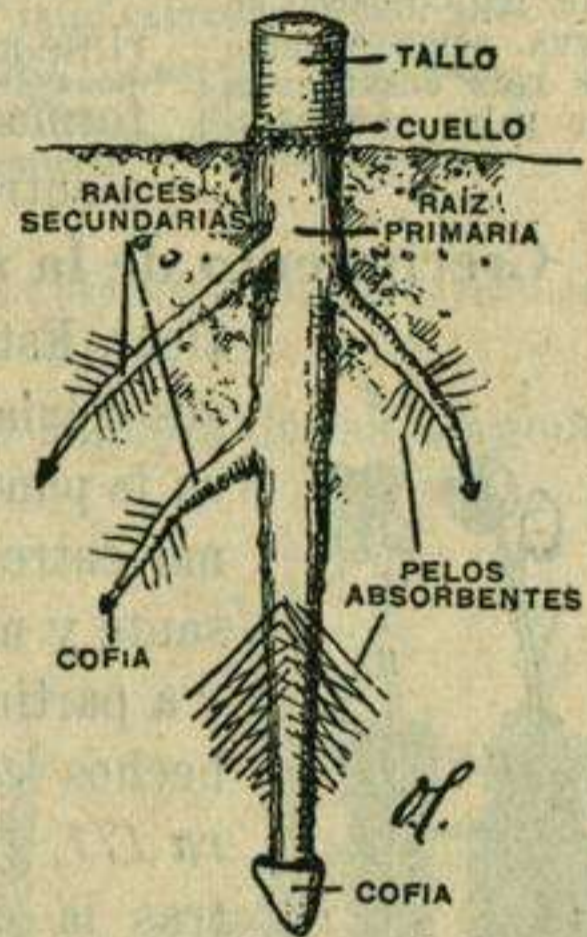


Fig. 166.—Esquema de la raíz principal y raíces secundarias.

La *cofia* persiste durante todo el tiempo que dura el crecimiento de la raíz, o sea mientras existe el meristemo; pero en cuanto dicho crecimiento termina, la existencia de la *cofia* no tiene objeto y se desprende, ya de una vez (fig. 168), ya en varias veces. Cuando la planta vive en tierra, la *cofia* va desgastándose progresivamente por su parte exterior, mientras que el meristemo le forma nuevas capas por su parte interior.



Fig. 167.— Dos tipos de *cofia*.

Los *pelos radicales* o *absorbentes* se encuentran un poco por encima de la *cofia*, y su conjunto forma una especie de manguito cónico llamado *región piltífera*, constituida por finos filamentos cuya longitud es menor hacia la



Fig. 168.—Desprendimiento de la *cofia* en una *Azolla*.

punta de la raíz, donde se encuentran los pelos más jóvenes, que hacia la base de la misma. A medida que la raíz crece, los pelos de la base se marchitan, mueren y se desprenden, mientras que nacen otros nuevos hacia la punta. De este modo la región pilífera se conserva siempre de igual anchura y a la misma distancia de la punta; a veces los pelos radicales nacen por grupos (*fig. 168*) y otras veces pueden faltar, como ocurre en algunas plantas acuáticas (*fig. 169*) y en algunas cultivadas en agua. Como los pelos radicales sirven para tomar del medio en que vive la planta el agua con las sustancias nutritivas que lleva en disolución, cuando la planta vive en el suelo tienen que amoldarse y adherirse a las partículas sólidas del mismo, y, por tanto, tomar formas tortuosas (*fig. 170*); pero si se desarrolla en agua o entre musgo húmedo entonces tienen forma cilíndrica.

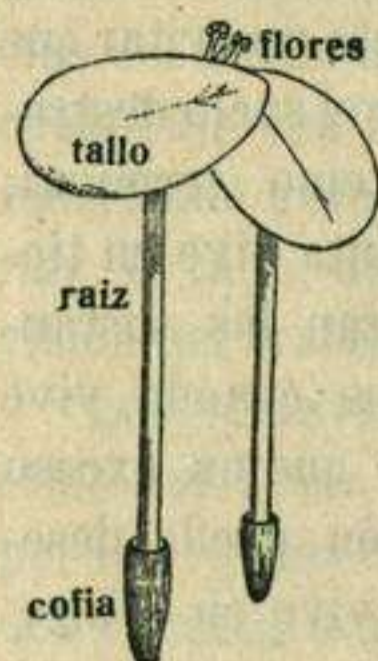


Fig. 169.—Lenteja de agua como ejemplo de raíz desprovista de pelos radicales.

Crecimiento de la raíz en longitud.—

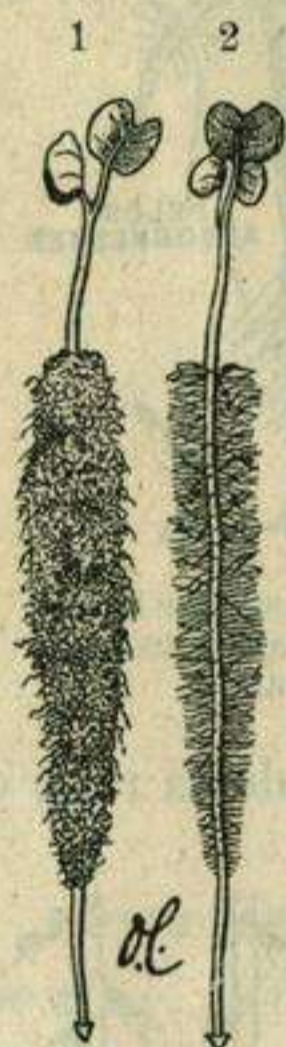


Fig. 170.-1, planta joven con los pelos radicales llenos de tierra.-2, la misma, lavada.

La raíz crece en dirección vertical. Este crecimiento se debe, más que al crecimiento de sus células, a la formación de otras nuevas: está localizado en la punta de la raíz, como puede apreciarse haciendo germinar entre musgo húmedo una alubia o un guisante y marcando sobre la raicilla que nace, y a partir de la punta, 10 trazos equidistantes hechos con un barniz rojo o negro (*figura 171, 1*). Al cabo de un día se ve que mientras la división de la punta ha aumentado casi doble y a veces más de doble (*figura 171, 2*), las restantes se encuentran próximamente iguales.

Ramificación de las raíces. (*Fig. 166*).

—En general, la raíz no se conserva siempre sencilla, sino que cuando adquiere cierta longitud se *ramifica*, es decir, origina un número variable de *raicillas secundarias* sobre la raíz *principal, primitiva o primaria*; a su vez, las raicillas secundarias dan origen a otras nuevas, y así sucesivamente, denominándose *cabellera* al conjunto de todas estas ramificaciones. La morfología de las raicillas es análoga a la de la raíz principal, poseyendo todas su cofia y sus pelos radicales. Estas raicillas no siguen la vertical como la raíz principal, sino que se separan de ésta y ellas entre sí con objeto de ocupar el mayor espacio posible y cumplir mejor sus funciones.

La raíz principal, primitiva o primaria; a su vez, las raicillas secundarias dan origen a otras nuevas, y así sucesivamente, denominándose *cabellera* al conjunto de todas estas ramificaciones. La morfología de las raicillas es análoga a la de la raíz principal, poseyendo todas su cofia y sus pelos radicales. Estas raicillas no siguen la vertical como la raíz principal, sino que se separan de ésta y ellas entre sí con objeto de ocupar el mayor espacio posible y cumplir mejor sus funciones.

Clasificación de las raíces.—La raíz primaria y todas las que derivan



Fig. 171. Crecimiento de la raíz en longitud.

de ella reciben el nombre de *raíces normales*: pero muchas plantas poseen además otras raíces *que nacen en distintos puntos del tallo y hasta de las hojas*; éstas son llamadas *raíces adventicias*, las cuales tienen todos los caracteres y funciones de las normales, no distinguiéndose de éstas más que por el sitio en que se originan. Ejemplo de raíces adventicias tenemos en el tallo

rastrero de la fresa (*fig. 172*); las que se forman en los tallos de la hiedra, las cuales si se producen en contacto con el suelo tienen la forma y función normales, mientras que si se desarrollan en contacto con algún objeto del aire, sirven sólo para adherirse al objeto

(*fig. 173*). Son notables las raíces adventicias de la higuera de las Pagodas



Fig. 172.—Tallo rastrero de la fresa provisto de raíces adventicias.



Fig. 173.—Raíces adventicias de la hiedra.

(*Ficus bengalensis*, *fig. 710*), que nacen de las ramas y se introducen en tierra semejando gruesos troncos. En general todos los tallos tienen la facultad de originar raíces adventicias cuando se les co-

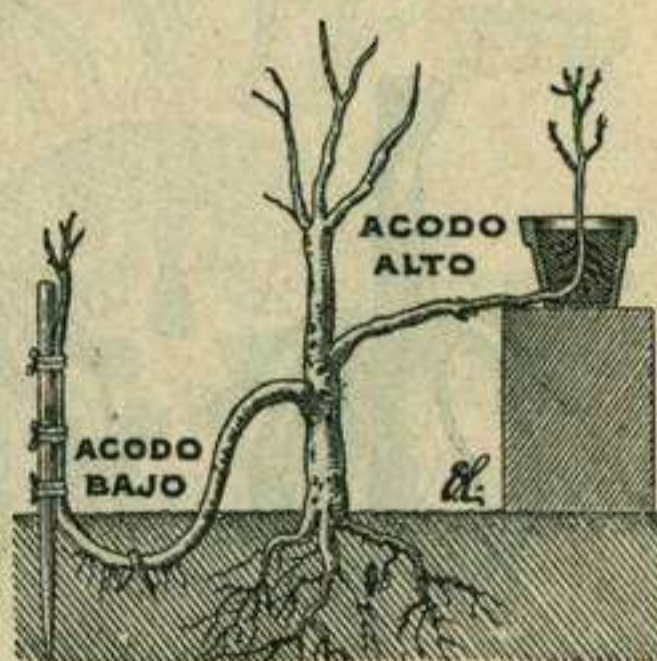


Fig. 174.—Acodos.

loca en tierra húmeda. Este es el fundamento de la multiplicación de las plantas por *estaca* y por *acodo*; consiste el primer procedimiento en cortar un tallo del vegetal e introducirle en tierra por su parte cortada, donde origina raíces, y el segundo en doblar un tallo y, sin separarle de la planta madre, introducirle en tierra, o bien hacer que atravesase por un tiesto lleno de tierra, separándole después de la planta cuando tiene las raíces suficientemente desarrolladas (*fig. 174*).

Aparte de los nombres indicados, las raíces reciben otros en consonancia con el medio en que viven y con su forma. Con arreglo a lo primero se dicen *terrestres*, *acuáticas* y *aéreas*, y atendiendo a la forma se llaman: *napiformes*, cuando la raíz primaria tiene gran desarrollo y las secundarias relati-

vamente poco (*fig. 166*); ej., nabo, zanahoria y todos los árboles de la Clase

Dicotiledóneas; *fasciculada* o *fibrosa* (*fig. 175*) cuando la primaria y secundarias tienen próximamente el mismo desarrollo: ej., el trigo y la mayor parte de las Monocotiledóneas; *tuberosas*, cuando la principal o las secundarias son muy gruesas por cargarse de reservas nutritivas (almidón, azúcar, etcétera), pudiendo haber raíces tuberosas, tanto entre las

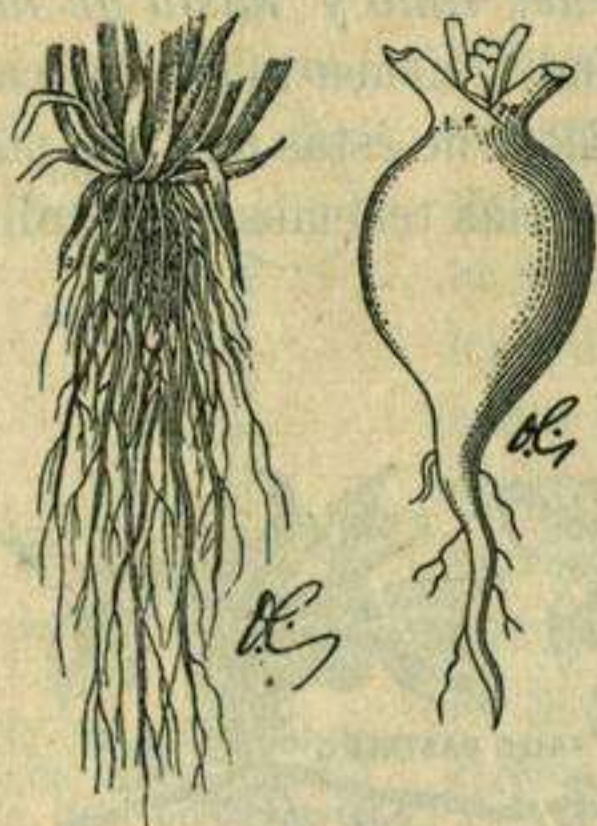


Fig. 175.
Raíz fasciculada.

Fig. 176.—Raíz napiforme tuberosa.

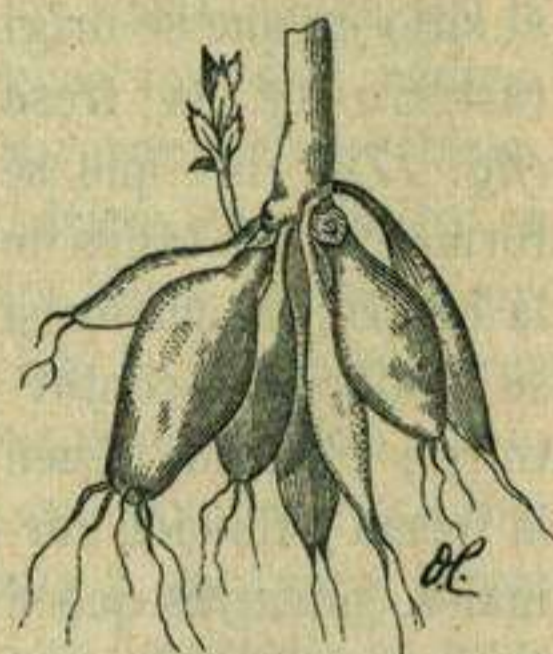


Fig. 177.—Raíz fasciculada tuberosa de la dalia.

napiformes (remolacha, zanahoria) (*fig. 176*), como entre las fasciculadas (dalia) (*figura 177*), como en las adventicias (algunas orquídeas) (*fig. 178*). Por último, se llama raíz *nudosa* la napiforme o fibrosa con abultamientos (*figura 179*).

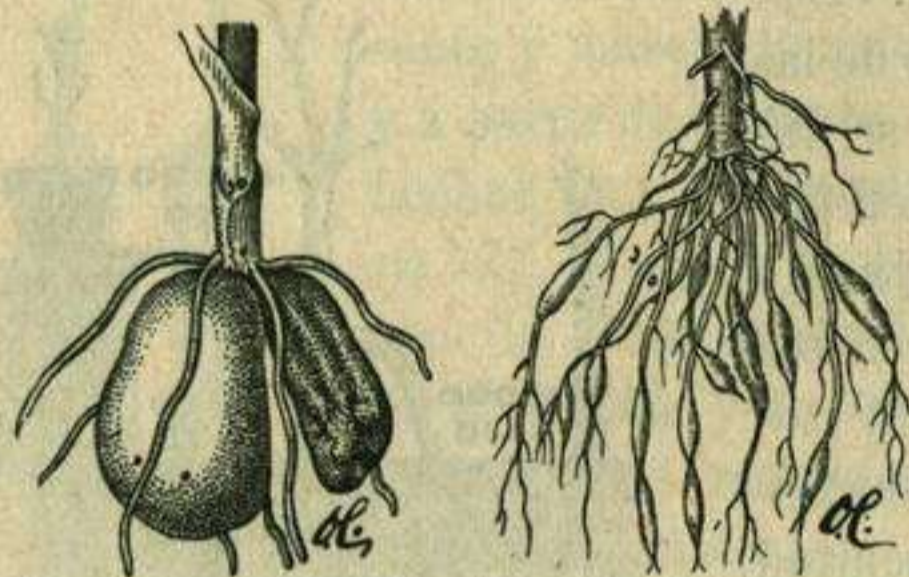


Fig. 178.—Raíz adventicia tuberosa de una orquídea.

Fig. 179.—Raíz fasciculada nudosa.

sa la napiforme o fibrosa con abultamientos (*figura 179*).

Finalmente, también conviene saber que en las plantas parásitas (*Cuscuta*, etcétera) y en



Fig. 180.—Planta parásita *Cuscuta*, enrollada a un tallo de lúpulo (*Humulus*) (según Kerner).

las hemiparásitas (muérdago, etc.) sus raíces *se modifican* más o menos y se convierten en unos órganos llamados *chupadores* los cuales se introducen en los tejidos de sus víctimas y que les sirven para absorber las sustancias nutritivas de su *huésped*, que es el nombre que suele darse a la planta parasitada (véanse *figs. 180* á *182*).

Anatomía de la raíz.—La anatomía o estructura de la raíz difiere según se trate de una raíz o raicilla joven y del extremo de una raíz adulta de cualquier planta Fanerógama, o se trate de la porción basilar de una raíz adulta de algunas plantas. En el primer caso los tejidos se encuentran recién formados y próximamente con los caracteres que tienen al salir del meristemo

primitivo o terminal, por lo que recibe el nombre de *estructura primaria* o primera que se encuentra en las plantas; en el segundo caso se agregan otras nuevas capas de células, cuyo conjunto recibe el nombre de *estructura secundaria* y *formaciones secundarias*, por originarse en segundo lugar, es decir, después de la estructura primaria y a expensas de los meristemos secundarios.

ESTRUCTURA PRIMARIA.— Si se da un corte transversal muy delgado al nivel de los pelos radicales y se examina al microscopio, se observan dos regiones (*fig. 183*), una exterior, blanda, que

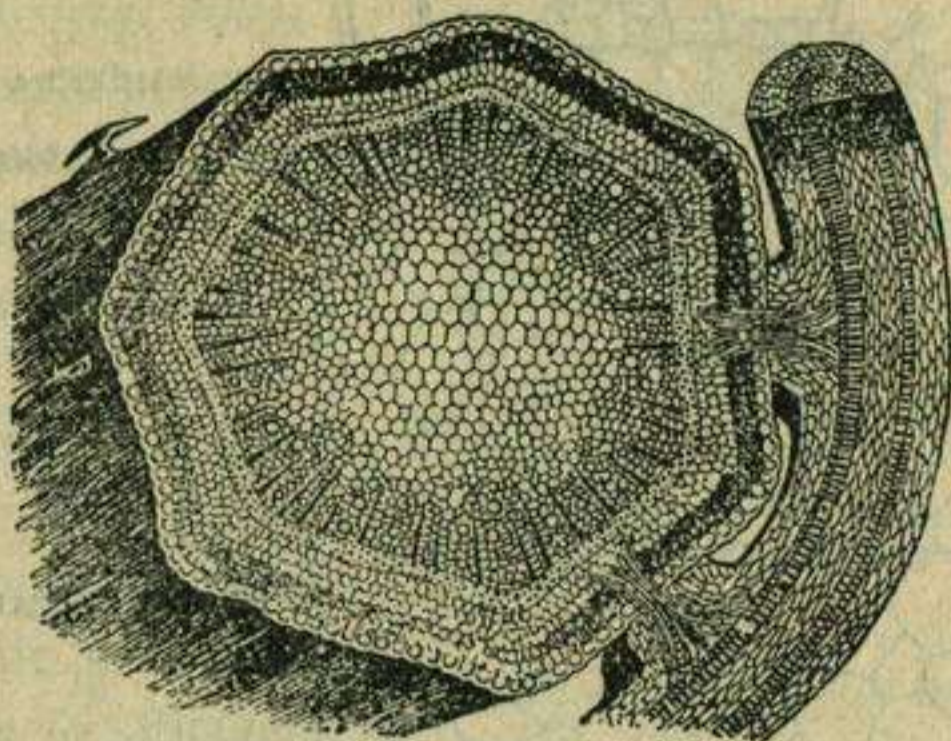


Fig. 181.—Corte transversal de un tallo de lúpulo en el que se introducen dos raíces-chupadores de *Cuscuta* (según Kerner).

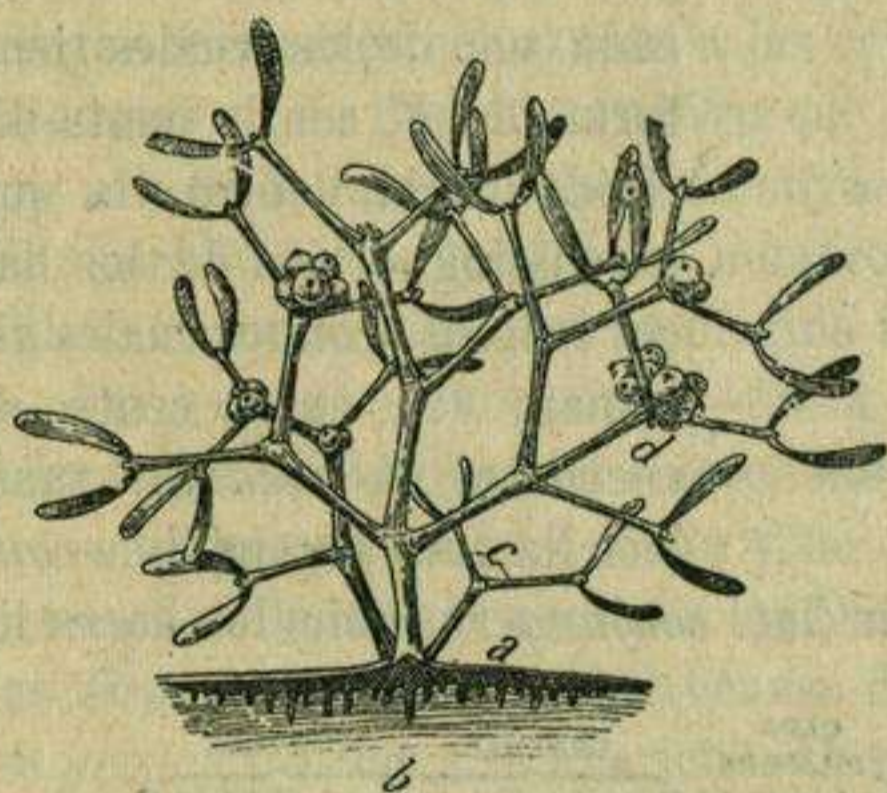


Fig. 182.—Muérdago (*Viscum album*) como ejemplo de planta hemiparásita con sus chupadores, *a* (de Belzung).

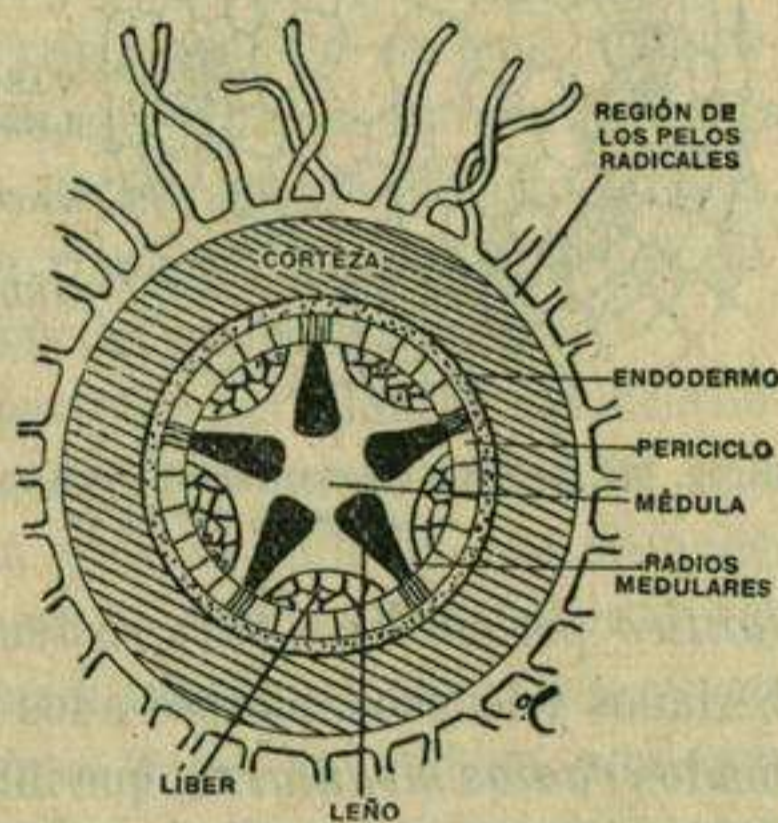


Fig. 183.—Conjunto esquemático del corte transversal de una raíz al nivel de los pelos radicales.

recibe el nombre de *corteza* o *cilindro cortical*, y otra interior, más dura, llamada *cilindro central*.

Corteza.—Está formada por varias capas de células que, procediendo de fuera adentro, son (*figs. 183 y 184*): 1.º, la *capa pilifera*, constituida por células de paredes delgadas, de las cuales la exterior se prolonga mucho hacia fuera, constituyendo los pelos radicales; 2.º, la *capa suberosa*, así llamada porque a medida que se marchitan y mueren las células de la capa pilífera, suberifican sus paredes para proteger la raíz; 3.º, las *capas corticales*, de las cuales la *externa* está constituida por células irregulares dispuestas sin orden, y la *interna* por células redondeadas o cuadrangulares en capas concéntricas y

dispuestas en series radiales; 4.º, el *endodermo*, constituido por una sola capa de células cuya membrana está suberizada en parte.

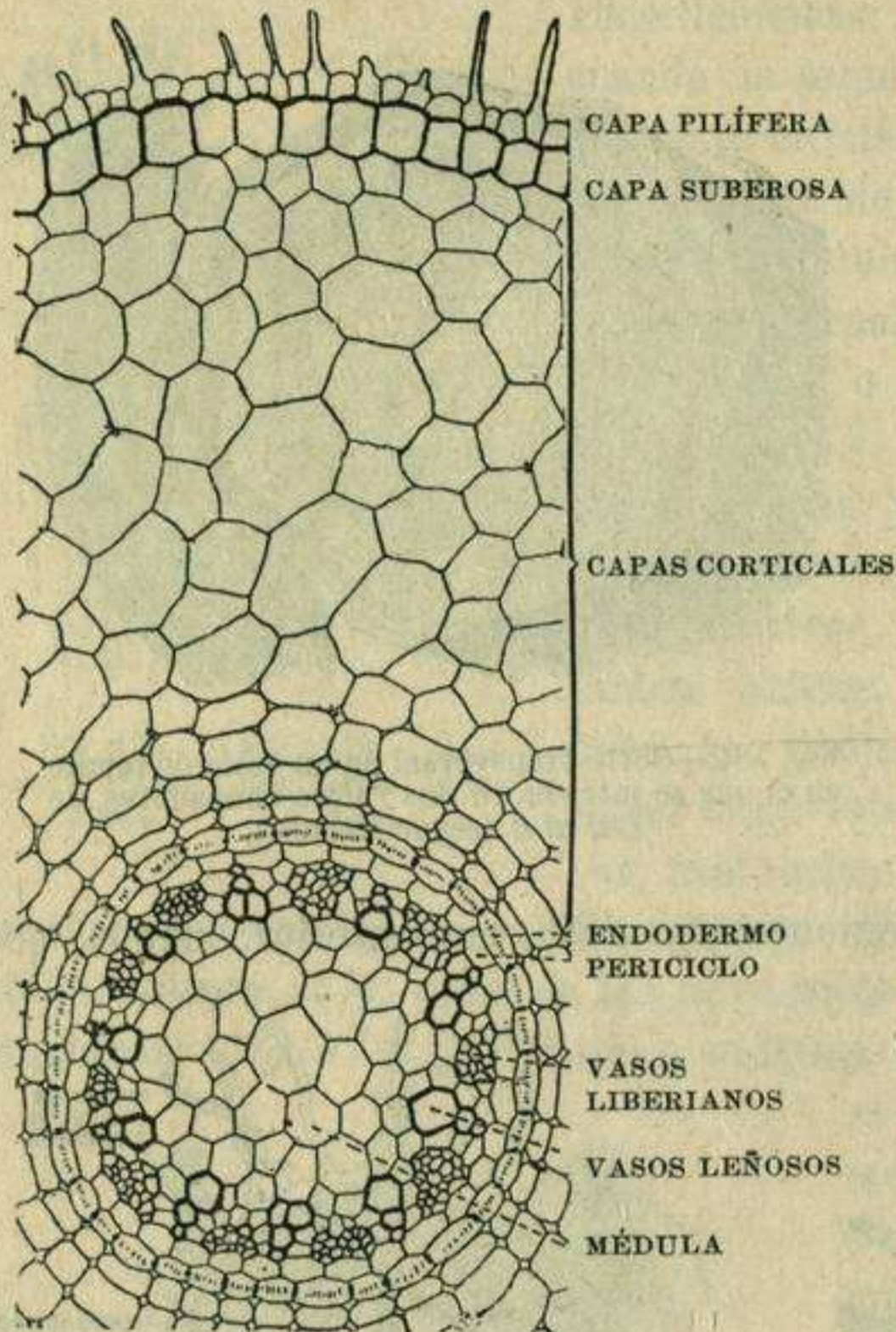


Fig. 184.—Corte transversal de una raíz al nivel de los pelos radicales.

juntivo porque sirve para sostener y unir (lat. *conjungere*, unir) los haces liberianos y leñosos, merced a los llamados *radios medulares*, que introduciéndose en el espacio que media entre los hacecillos llegan hasta el periciclo.

Origen de los tejidos primarios.—Estos distintos tejidos indicados proceden, según se dijo, del meristemo primario o terminal que se encuentra en el denominado *punto vegetativo*, el cual se halla situado debajo de la cofia y protegido por ella. A este punto vegetativo debe la raíz su *crecimiento en longitud*, y en cuanto muere o se destruye ac-

Cilindro central.—En él se distinguen: 1.º, una capa exterior denominada *periciclo*, cuyas células alternan con las del endodermo; 2.º, los *vasos leñosos*, que se apoyan en el periciclo y se unen entre sí, constituyendo los *haces leñosos*, en los cuales los vasos exteriores son los de menor diámetro; 3.º, los *vasos liberianos*, también apoyados en el periciclo y también agrupados, constituyendo los *haces liberianos*, cada uno de los cuales tiene forma de V, con la punta dirigida hacia dentro, lo que los distingue bien de los haces leñosos, con los cuales alternan; 4.º, en el centro se encuentra la *médula*, también llamada *parenquima con-*

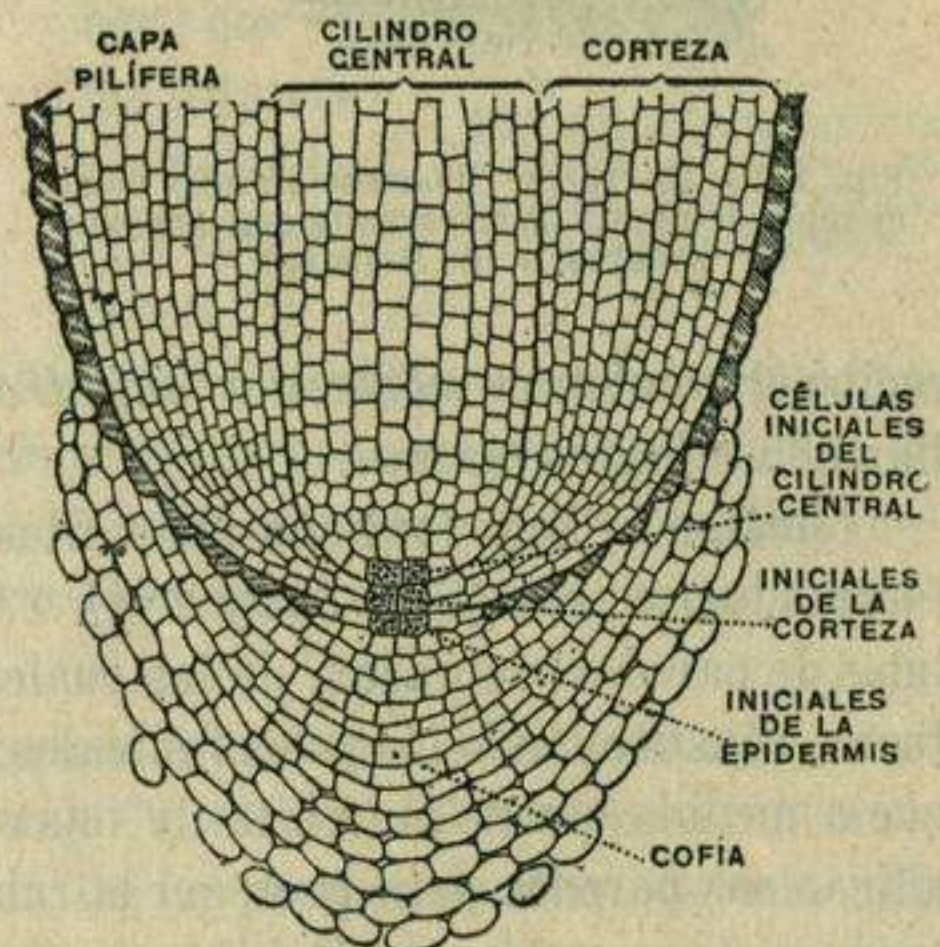


Fig. 185.—Punto vegetativo de la raíz de una Fanerógama.

cidentalmente, termina dicho crecimiento. En las plantas Criptógamas vasculares el punto vegetativo está constituido por una sola célula, así como el del tallo (*fig. 139*), mientras que en las Fanerógamas lo está por tres capas de células (*fig. 185*), de las cuales las de la inferior originan la cofia o epidermis, las de la media, la corteza, y las de la superior el cilindro central.

Origen de las raicillas.—Al ramificarse las raíces, las raicillas no nacen al azar, sino que se originan o nacen en tantas filas longitudinales como haces leñosos existen en la raíz primaria. A este efecto las células del *periciclo* situadas enfrente de cada *hacecillo leñoso*, originan un *meristemo*, en el cual se diferencia una célula o tres capas de células análogas a las del meristemo terminal, que originarán los distintos tejidos de la raicilla. El extremo de la raicilla (*fig. 186*) lleva una especie de cofia que cubre a la cofia misma, la cual se llama *bolsa digestiva*, porque sus células segregan fermentos que atacan a las células en cuyo contacto se pone, convirtiéndolas en un líquido nutritivo que sirve para alimentar a la raicilla hasta que sale de la raíz principal, en cuyo caso cae, dejando al descubierto la cofia. El periciclo recibe también el nombre de *capa rizógena*, por originar las raicillas. La bolsa digestiva se origina a expensas del *endodermo*.

ESTRUCTURA SECUNDARIA.—En la mayor parte de las plantas Monocotiledóneas y Criptógamas vasculares las raíces conservan durante toda su vida la estructura primaria descrita y no crecen en grosor; pero en las Gimnospermas, en la mayor parte de las Dicotiledóneas y entre las Monocotiledóneas las *Dracæna*, *Yuca* y *Áloë* (véanse Esmiláceas y Liliáceas), sus raíces *crecen en grosor* gracias a la aparición anual de nuevas capas de células, análogas a las antiguas, cuyo conjunto constituye las *formaciones secundarias*, que se originan a expensas de los llamados *meristemos secundarios*, los cuales se encuentran localizados, uno en la corteza y otro en el cilindro central. La *zona generatriz de la corteza* forma una capa circular continua, que se encuentra situada en regiones que varían de unas a otras plantas, y recibe los nombres de *felógeno* (gr. *phéllōs*, corcho, corteza y *geno*, engendrar), *capa felógena* y *capa súbero-felodérmica* (*fig. 187*), porque las células que origina por su cara exterior se convierten en *súber* o *corcho*, mientras que las producidas por la interior conservan sus paredes celulósicas, originando el *felodermo* o *parenquima cortical*.

La *capa generatriz del cilindro central* recibe el nombre de *cambium* y se encuentra *invariablemente* entre el líber y el leño (*figura 187*). Este cambium aparece desde el primer año un poco más arriba de los pelos radica-



Fig. 186.—Nacimiento de una raicilla.

es y se encuentra representado primeramente por una pequeña capa de células situada en la *cara interna* de cada haz liberiano y otra capa análoga situada en la *cara externa* de cada haz leñoso. Las primeras provienen de la diferenciación de las células de la médula, las segundas de las del periciclo. Estas capas de meristemo se extienden gradualmente a derecha e izquierda hasta reunirse, originando así una capa continua y sinuosa que más arriba constituye un cilindro perfecto. Durante la primavera, verano y parte del otoño, las células de esta capa se dividen alternativamente por fuera y por dentro; las células originadas *exteriormente* dan lugar a los *vasos y fibras liberianos* y su reunión origina el *liber secundario*; las originadas *interiormente*, a

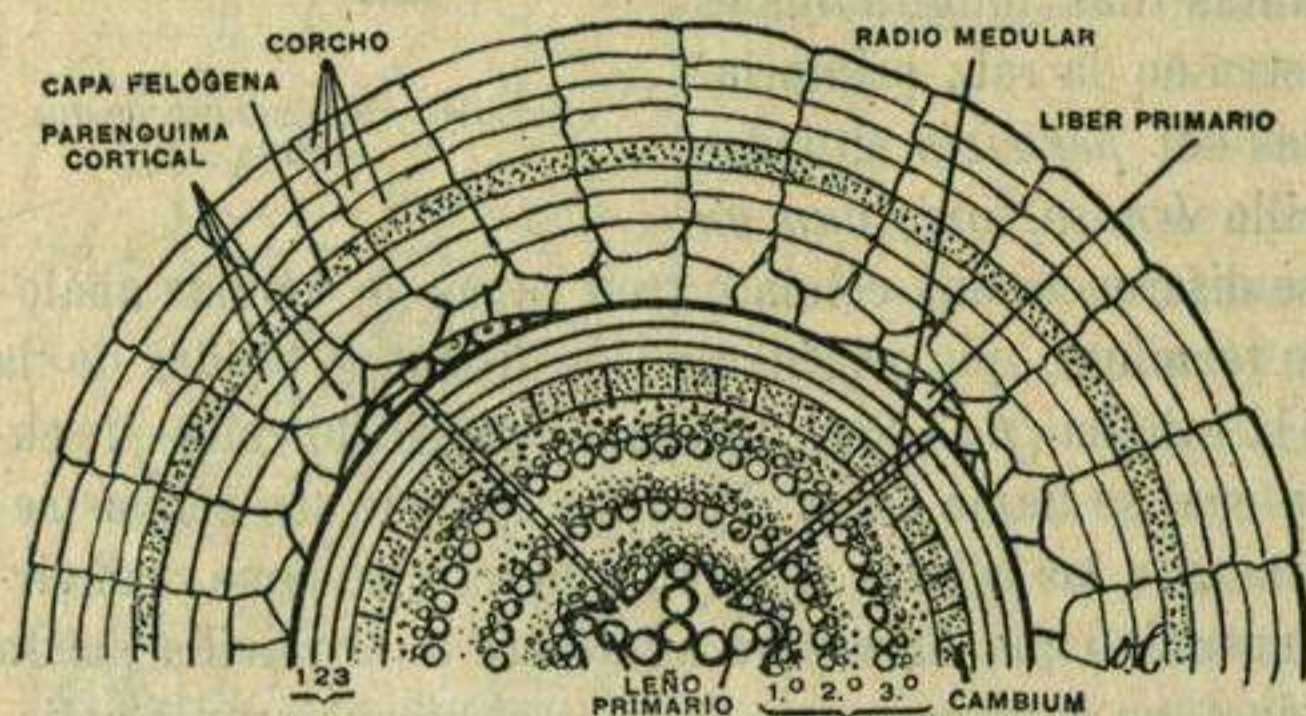


Fig. 187.—Representación esquemática de una raíz cuyo cilindro central se supone de tres años; 1, 2 y 3, liber secundario formado el primero, segundo y tercer año: 1.º, 2.º y 3.º, leño secundario formado el primero, segundo y tercer año.

los *vasos y fibras leñosos*, y su reunión constituye el *leño secundario*. Durante el invierno esta zona generatriz líbero-leñosa deja de funcionar y se suspende la formación del liber y leño secundarios, para volver a comenzar de nuevo en la primavera siguiente y continuarse hasta el otoño. En todo este tiempo se origina una nueva capa de *liber secundario situada dentro* del originado el año anterior y una capa de *madera o leño secundario situada fuera* de la del último año. Este mismo hecho se repite en años sucesivos, y como el leño o madera secundaria originada durante la primavera tiene sus vasos de mayor diámetro y menor número de fibras que la originada durante el otoño, es posible decir examinando una *raíz gruesa*, ya a simple vista, ya con una lente, el número de años que tiene el vegetal gracias a la alternancia de las capas de tubos anchos y estrechos. En el liber no puede apreciarse esta disposición porque todos los vasos son próximamente del mismo diámetro. Tanto las capas liberianas como las leñosas están recorridas por bandas radiales que son sumamente estrechas y constituidas por una sola capa de células, comprimidas en los árboles y más anchas y formadas por varias filas de células, en las plantas jóvenes. Estas bandas son la representación de los radios medulares (*).

(*) Procedimientos sencillos para el estudio al microscopio de la *raíz* (y también del *tallo* y de la *hoja*), pueden verse en la obra PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero, página 163 y siguientes.

Lec 28 (5)
21

TALLO

Caracteres generales.—Es el órgano de la planta provisto, generalmente, de hojas y yemas y que crecen en sentido inverso de la raíz, es decir, que está dotado de *geotropismo negativo* (pág. 136). Cuando joven, su forma es, ordinariamente, la de un cono alargado, cuya porción más ancha corresponde al *cuello* de la planta. El punto o región donde se inserta una hoja está más o menos abultado y recibe el nombre de *nudo*; la parte de tallo comprendida entre cada dos nudos consecutivos se denomina *entrenudo* (fig. 188).

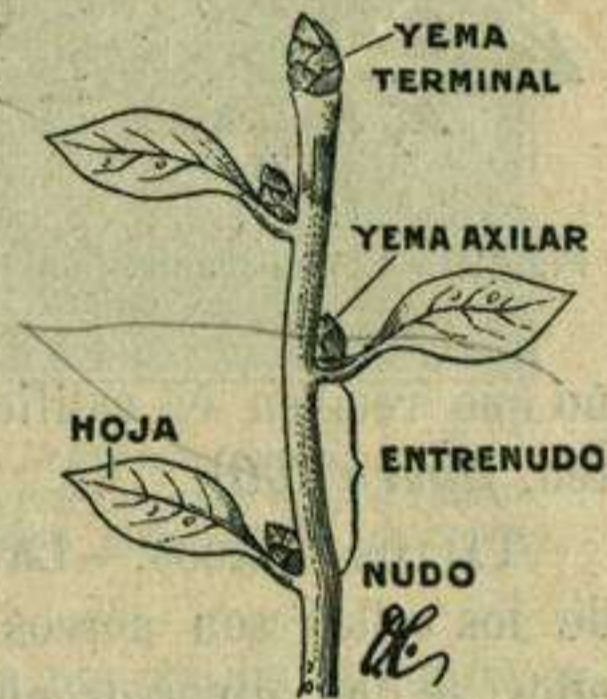


Fig. 188. — Esquema de un tallo.

Yemas.—(figs. 188 y 189). Observando el extremo de un tallo se ve un pequeño abultamiento ovoideo o cónico que recibe el nombre de



Fig. 189. — Yemas.

yema terminal, en la cual se encuentran encerradas las hojas, recubriéndose unas a otras y recubriendo a su vez al meristemo terminal. En la axila de cada hoja, es decir, en el punto de unión de las hojas con el tallo, se encuentran otras yemas que reciben el nombre de *axilares* o *laterales*. Durante el invierno todas estas yemas están protegidas a su vez por unas escamitas empizarradas, con frecuencia recubiertas exteriormente por una especie de barniz impermeable, cuyo conjunto tiene por objeto preservar al meristemo, principalmente, de la acción de los agentes exteriores, sobre todo de la humedad. En algunas plantas se encuentra además una borra algodonosa que sirve para protegerlas contra el frío.

Crecimiento en longitud y ramificación del tallo.—Procediendo de la misma manera a como se hizo en la raíz, se puede apreciar que el crecimiento del tallo es también *terminal*. Pero hasta que el espacio que media entre los nudos queda igual, los entrenudos crecen al mismo tiempo que la punta; dicho crecimiento recibe el nombre de *intercalado* o *intercalar*.

En la mayor parte de las plantas el tallo principal se *ramifica* originando

tallos secundarios, que a su vez los originan de tercer orden, etc. Todas es-



Fig. 190.—Planta acaule: llantén.

tas ramificaciones reciben el nombre de *ramas*, en las cuales se distinguen las mismas partes que en el principal y no nacen indistintamente en cualquier punto, sino que se originan a expensas de la yema axilar y, por tanto, encima de las hojas. Las ramificaciones del tallo se separan entre sí y del tallo principal, con objeto de que el aire y la luz las hieran y puedan las hojas cumplir mejor sus funciones.

Clasificación de los tallos.—Según el medio en que viven, los tallos se denominan *aéreos*, *acuáticos* y *subterráneos*. Hay plantas que tienen el tallo tan sumamente peque-

ño que reciben el calificativo de *acaules* (lat. *a*, sin; *caulis*, tallo) (llantén, *figura 190*).

TALLOS AÉREOS.—La mayor parte de los tallos son aéreos y dentro de ellos se dan diversos nombres, atendiendo a varios caracteres. Con arreglo a su *dirección* se llaman *verticales*, como en la mayor parte de los árboles; *horizontales*, de los que constituyen un caso particular los *rastreros* o *estolones*, que son tallos horizontales de poca consistencia y que crecen en contacto con el suelo (fresa) (*fig. 172*); *volubles* son los enrollados en hélice, que puede ser hacia la derecha o *dextrorsos* (alubia, corre güela) (*fig. 192*), o hacia la izquierda o *sinistrorsos* (lúpulo) (*fig. 191*).



Fig. 191.
Tallo voluble sinistrorsos del lúpulo.



Fig. 192.—Tallo voluble dextrorsos de la corre güela.

Por su *forma* pueden ser: *cilíndricos* o *cilindro-cónicos*, como en la mayor parte de los árboles; *prismáticos* (trigonales, tetragonales, etc.), como en la salvia; *cintiformes*, como en la pluma de Santa Teresa (*fig. 203*); *esferoideos*, como en los *Echinocactus* y *Mamillaria*, etc, (*figuras 193 y 194*). Por su *consistencia* se dicen *herbáceos* y *leñosos*, llamándose *sufruticosos* los herbáceos que son algo leñosos en la base. Por su *duración* se llaman *anuales*, *bienales*, y *perennes*, según vivan uno, dos o más años, recibiendo la denominación especial de *rizocárpicos* aquellos vegetales cuyos órganos subterráneos son perennes y los aéreos anuales. Entre los vegetales perennes hay algunos que duran muchos años, como ocho olivos del

Huerto de Getsemani o de los Olivos, en Jerusalén, que, según la tradición, son contemporáneos de Jesucristo (*fig. 195*): el célebre drago (*Dracæna*), que vivió en la isla de Tenerife, al que le calculaban 8.000 años de existencia (*fig. 196*); etc. Estos tallos que alcanzan tanta longevidad son también los de mayores dimensiones, pues el ya citado drago tenía 14 metros de circunferencia por 20 de altura; algunos baobab (*Adamsonia*) de África tropical, tienen más de 25 metros de circunferencia (*fig. 197*); muchos eucaliptos australianos llegan a 160 metros de altura por 28 de circunferencia (*fig. 198*): las *Sequoia* de California, a 150 metros de altura, por una circunferencia de 38 metros (*figuras 199 y 200*); etc.

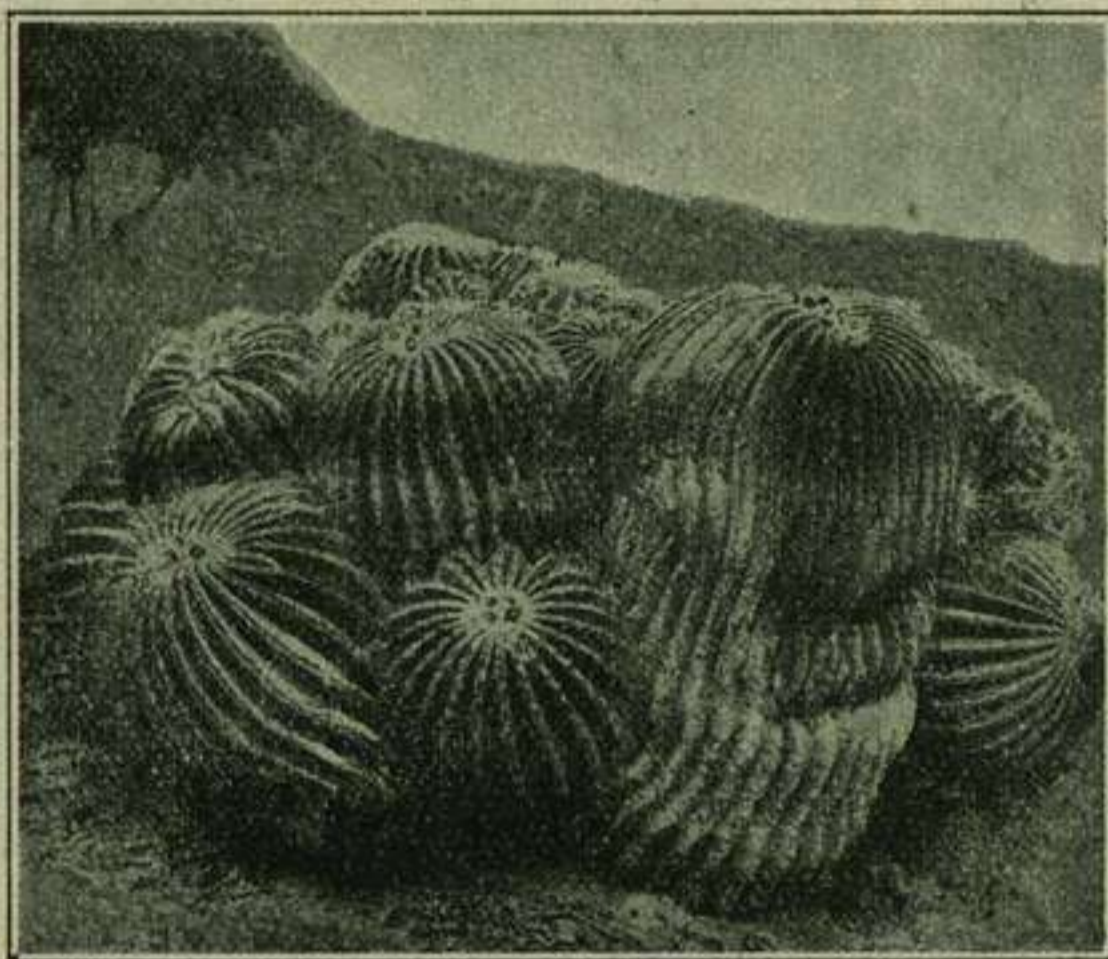


Fig. 193.—Grupo de biznagas (*Echinocactus emoryi*), de Méjico, como ejemplo de tallos esferoideos y crasos. (Fotografía comunicada por el profesor mejicano Dr. Torres).

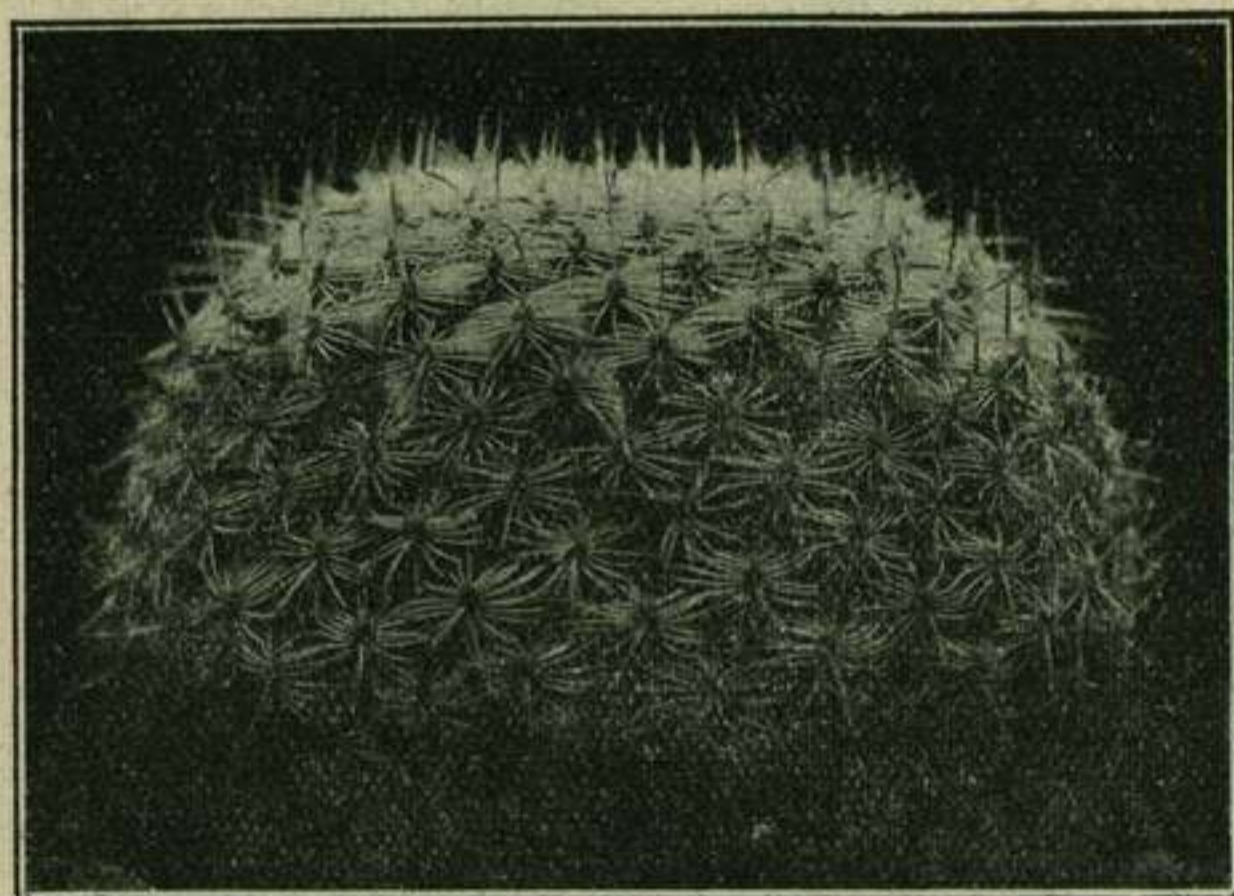


Fig. 194.—*Mamillaria elegans*, como ejemplo de tallo esferoideo y craso. (Fot. com. por el prof. mejicano Dr. I. Ochotorena, de su monografía *Las Cactáceas de Méjico*).

Por su *consistencia y ramificación* se dicen: *cálamo*, el herbáceo, cilíndrico y sin nudos ni ramificación (*juncos*); *caña*, el herbáceo o poco leñoso con nudos, pero sin ramificaciones o con

muy pocas (*caña común y de azúcar*); *bohordo*, el herbáceo o ligeramente leñoso, sin hojas o con ellas escamosas y que solo sale en el periodo de floración de algunas plantas, por lo que también se le llama *tallo floral* (*pita*, etc.) (*figs. 554 y 556*); *estipe*, el leñoso sin ramificaciones y terminado en la punta por un penacho de hojas (*palmera*); *tronco*, el leñoso ramificado a cierta dis-

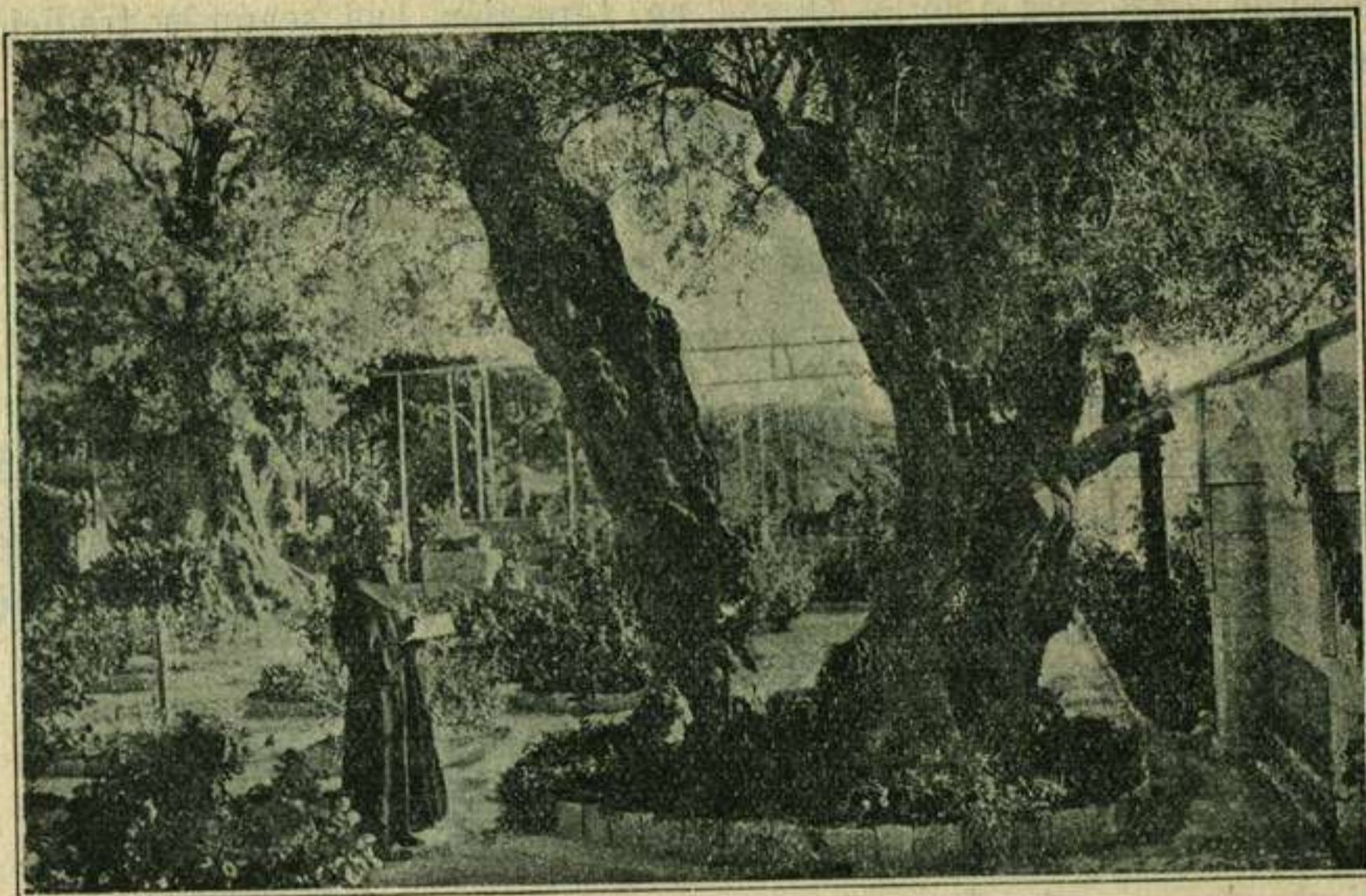


Fig. 195.—Vista parcial del Huerto de los Olivos (Jerusalén.) Los árboles que figuran en primer término derecha y segundo izquierda, son 2 de los 8 olivos que se citan en el texto. Parece que en realidad los actuales olivos son retoños de los que vivían cuando murió J. C., ya que, según Josefo, todos los árboles de los alrededores de Jerusalén fueron destruidos durante el sitio de Tito. Pero, aun dando por cierta esta destrucción, por otros varios datos, que no es posible enumerar, se puede asegurar que los actuales olivos, el mayor de los cuales mide 8 m. de circunferencia, cuentan, por lo menos, 18 siglos de existencia. (Datos comunicados por el P. Santibáñez O. M. Cap.; fot. com. por el P. Celestino Cebrián O. F. M., de la Orden encargada de la custodia de los Santos Lugares).

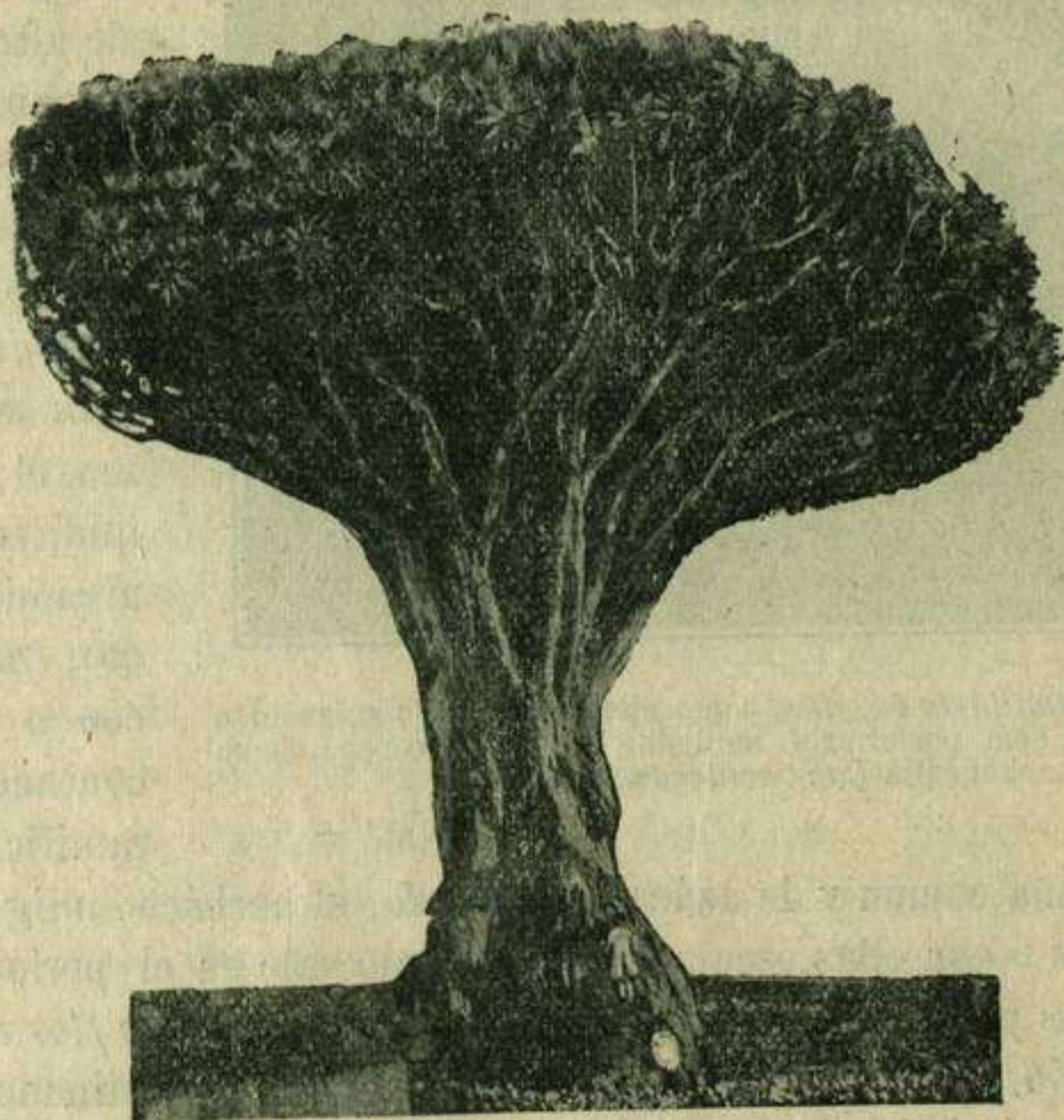


Fig. 196.—El drago (*Dracæna*) es uno de los vegetales que mayor longevidad y corpulencia alcanzan. El de la fig. representa el de Icod (Tenerife-Canarias) que tiene unos 4000 años. (Fot. comunicada por el profesor J. Comas).

tancia del suelo (castaño, pino). Atendiendo a sus *dimensiones*, las *plantas leñosas* y ramificadas reciben algunos nombres que conviene conocer: como *matas*, de menos de un metro; *arbustos*, de uno a cuatro metros, ambas con el tronco ramificado desde la base; *arbolillos*, de cuatro a ocho metros, pero sin ramificar desde la base, y *árboles*, de ocho metros en adelante



Fig. 197.—El baobab (*Adamsonia digitata*) es un árbol de África tropical que alcanza grandes dimensiones.

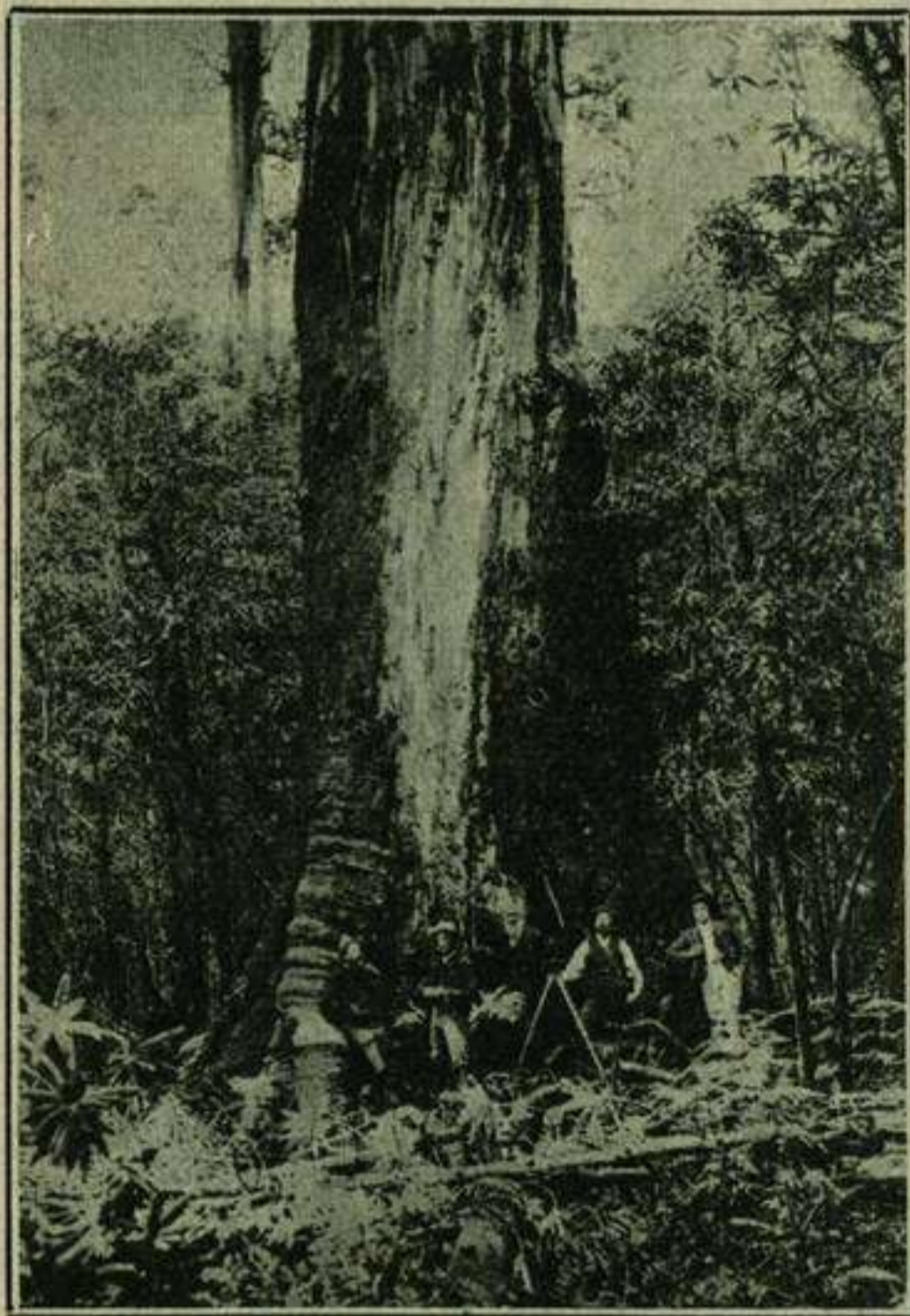


Fig. 198.—En Australia, la patria de los *Eucalyptus*, no es raro encontrar algunos viejos ejemplares de éstos que miden 28 m. de circunferencia por 160 de altura. El de la figura es uno de los que actualmente viven en el Estado de Victoria. (Fot. com. por el prof. australiano Dr. Dalton).

y también sin ramificarse desde la base.

Modificaciones de los tallos aéreos.—Algunos tallos secundarios, en lugar de desarrollarse completamente, se atrofian poco después de comenzado su desarrollo y quedan convertidos en los órganos duros y puntiagudos denominados espinas (*fig. 201*), como ocurre con el endrino o andrino.

Los *aguijones* que poseen otros vegetales (*fig. 202*), son también órganos punzantes, pero no pueden confundirse con las espinas, porque mientras éstas están constituidas por hacillos libero-leñosos recubiertos por la epidermis, que quedan unidos al tallo cuando se quita ésta, los aguijones son meras formaciones epidérmicas que se destacan fácilmente del vegetal cuando se arranca la epidermis.

Algunas plantas trepan y se sostienen sobre diversos soportes por medio

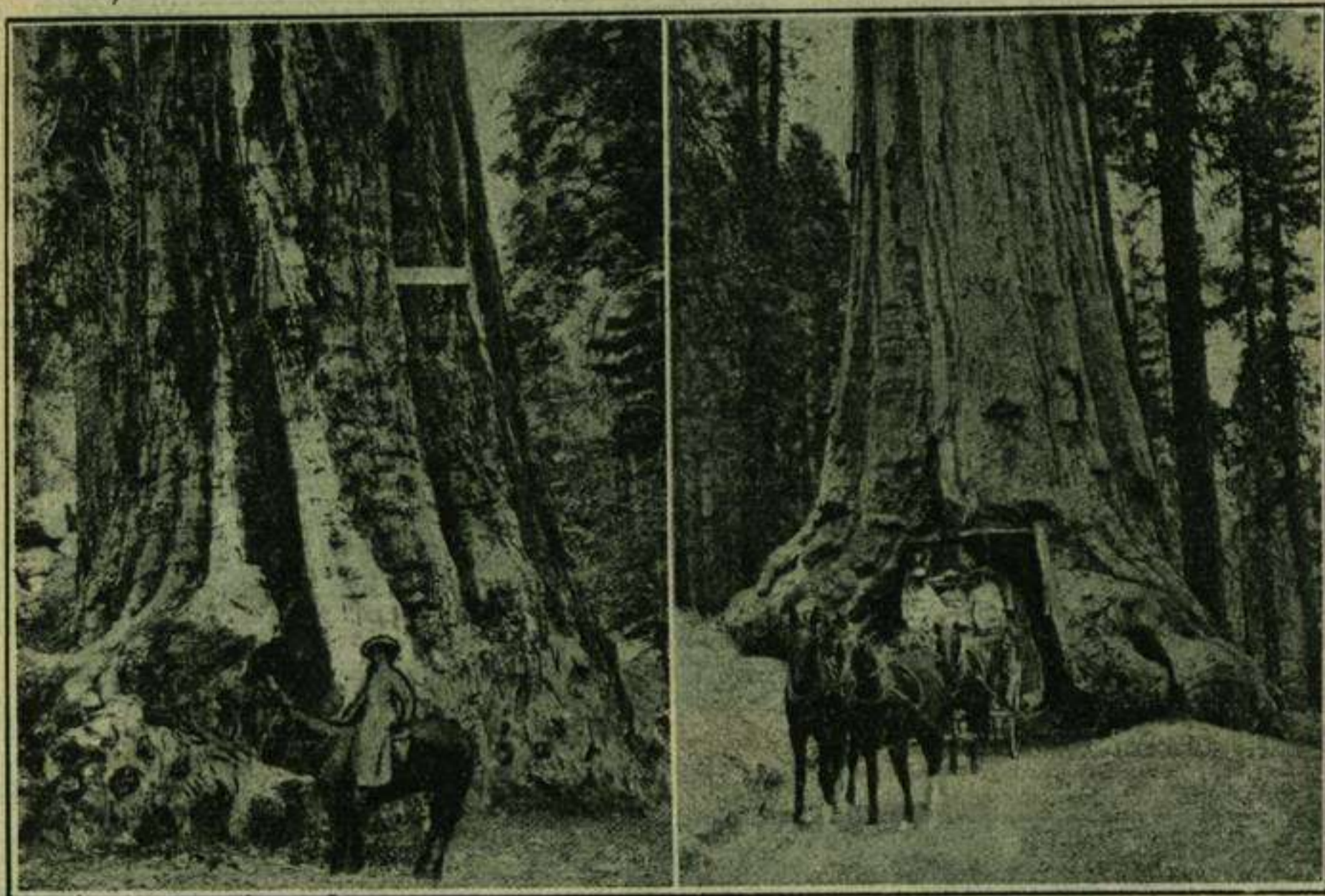


Fig. 199

Fig. 200

La *Sequoia gigantea* es, sin duda, la especie vegetal que mayor corpulencia puede alcanzar. Son especialmente dignas de mención las del bosque de la Mariposa (California) y entre ellas las llamadas General Grant (*fig. 199*) y Wawona (*fig. 200*). En ambas puede juzgarse de su enorme diámetro por comparación con los objetos próximos. El tronco de la *fig. 200* ha sido perforado para dejar paso a una carretera. (Fotografías comunicadas por el P. Cástor Ordóñez C. M., de los EE. UU. de N. A.)

de unos órganos largos, delgados y enrollables en espiral, y a veces en hélice,



Fig. 201.—Espinas.



Fig. 202.—Aguiljones

que reciben el nombre de *zarcillos*: éstos pueden proceder de la modificación de ramas o de la de hojas, distinguiéndose fácilmente unos de otros en que los primeros nacen en la axila de una hoja y los segundos tienen encima una yema o una rama. Ejemplo de plantas con zarcillos rameales, la vid (*fig. 54*).

También merecen citarse los llamados *tallos carnosos* o *crasos* y los *cladodios*. Los primeros tienen los parenquimas muy

desarrollados, y ya son aplanados, semejando hojas, como la pluma de San-

ta Teresa (*fig. 203*) y la chumbera (*fig. 204*), ya cilindráceos o esferoideos,



Fig. 203.—Tallo cintiforme y craso de la pluma de Santa Teresa.



Fig. 204.—Tallo apla-nado y craso de chum-bera.



Fig. 205.—Tallo cilindrá-ceo y craso de *Echinocé-reus Blankii*.

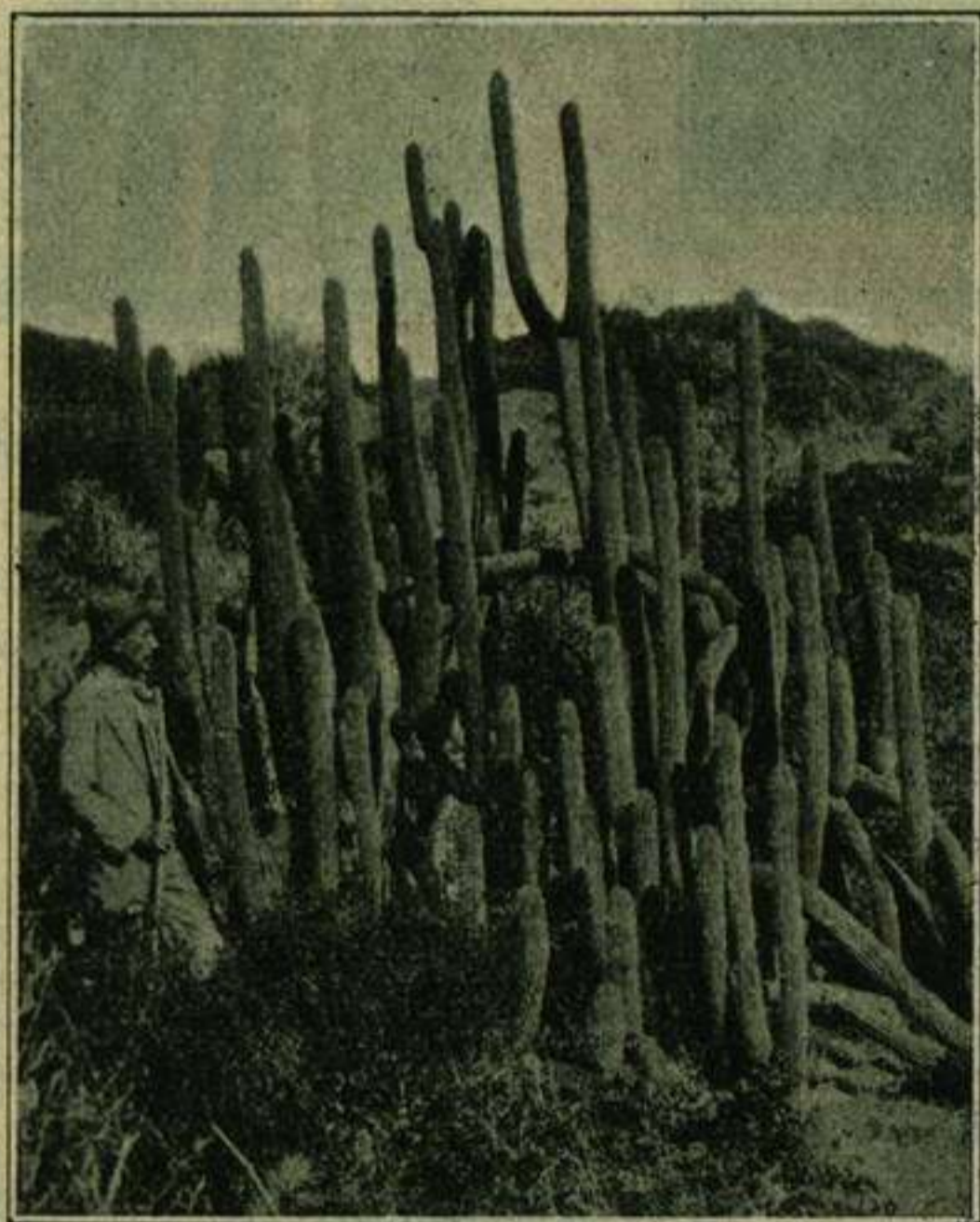


Fig. 206.—Quiscos o cirios de Chile (*Cérens chilénsis*) como ejemplo de tallo cilindráceo y craso. «El quisco es una de las plantas exclusivamente americanas, y la más característica de los cerros y lugares secos de Chile» (F. Ramírez B.—*Bellezas Naturales de Chile* t. II). Especies análogas viven en Perú, Méjico, etc. (Fot. com. por la prof. chilena F. Ramírez Burgos).

como el *cirio* del Perú y de Chile, los *órganos* de Méjico, etc. (*figuras 205, 206 y 207*), y el *Echinocactus* (*figuras 193 y 208*) y *Mamilá-ria* (*fig. 194*), respectivamen-te; véanse también las *figu-ras 703 y 704*). Los *clado-dios* consisten en ramas que tienen la forma y función de las hojas, pudiendo ser fili-formes como en el espárrago o deprimidos como en el rus-co (*fig. 209*). Tanto los tallos carnosos como los cladodios, se reconoce que son verdade-ros tallos, porque sobre ellos aparecen las flores.

TALLOS SUBTERRÁNEOS.— Como su nombre indica, son aquellos que viven y se des-arrollan enterrados. Se dis-tinguen tres clases: los *rizo-mas*, los *tubérculos* y los *bul-*

bos. Los rizomas (fig. 210) crecen en un plano paralelo a la superficie del terreno y se distinguen de las raíces: 1.º, porque poseen unas escamitas que son la representación de las hojas; 2.º, porque por su cara superior originan yemas y tallos aéreos, y 3.º, porque por su cara

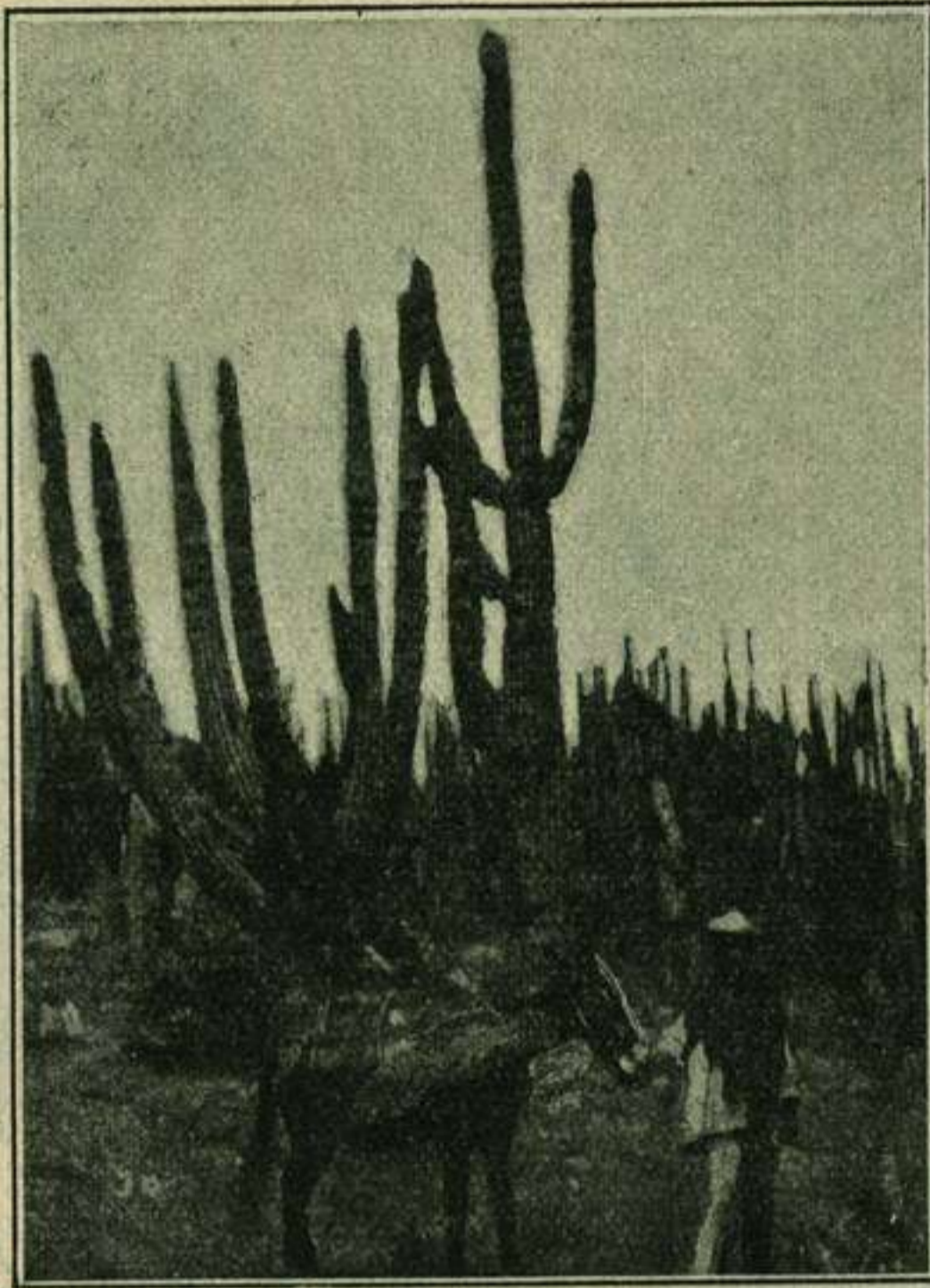


Fig. 207.—Tallos cilindrúceo-acanalados y crasos de los *órganos* de Méjico (*Pachycereus tetetzo*). El tamaño gigantesco de estas plantas puede apreciarse por comparación con las figuras del primer término. (Fot. com. por el prof. mejicano Dr. I. Ochoterena de su trabajo *Las Cactáceas de Méjico*).

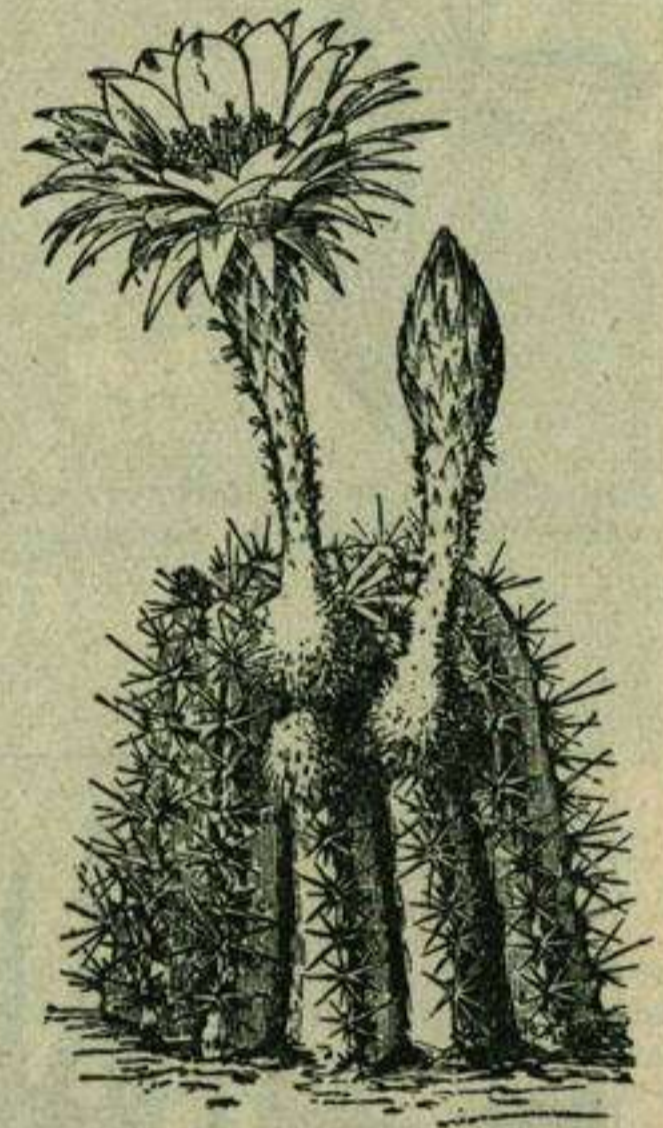


Fig. 208.—Tallo craso de *Echinocactus cornigerus*.



Fig. 209.—Cladodios del rusco

inferior originan raíces adventicias. Los rizomas contienen sustancias de reserva que les permiten vivir durante el invierno, mientras las partes aéreas mueren. Los *tubérculos* consisten en tallos subterráneos que,

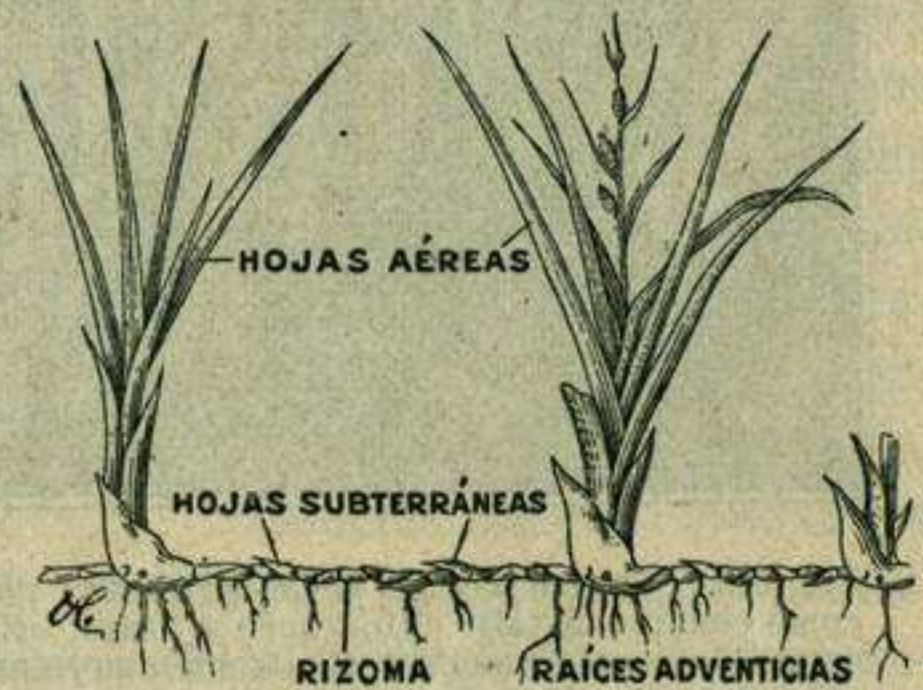


Fig. 210.—Rizoma de *Carex arenaria*.

bien en su totalidad (cólchico, azafrán) (*fig. 211*), bien en distintos puntos (*fig. 212*), engruesan por cargarse de reservas nutritivas,

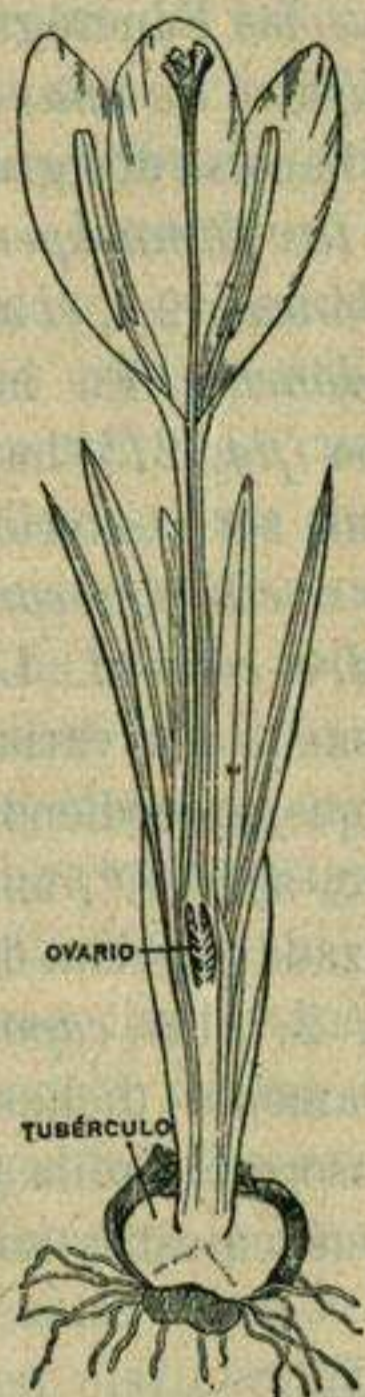


Fig. 211.—Tubérculo de azafrán.

destinadas a que en la primavera siguiente nutran a las yemas de que están siempre provistos y originen nuevas plantas. En la patata, por ejemplo, en las depresiones llamadas vulgarmente *ojos*, se encuentra una escamita que representa la hoja, en cuya axila se halla la yema.

Por último, los *bulbos* o *cebollas* consisten en tallos subterráneos reducidos a una pequeña porción que se llama *disco* o *plattillo* (*fig. 213*), el cual en su cara inferior origina las raíces, mientras que por la superior da lugar a una o más yemas, protegidas en su origen por hojas que se

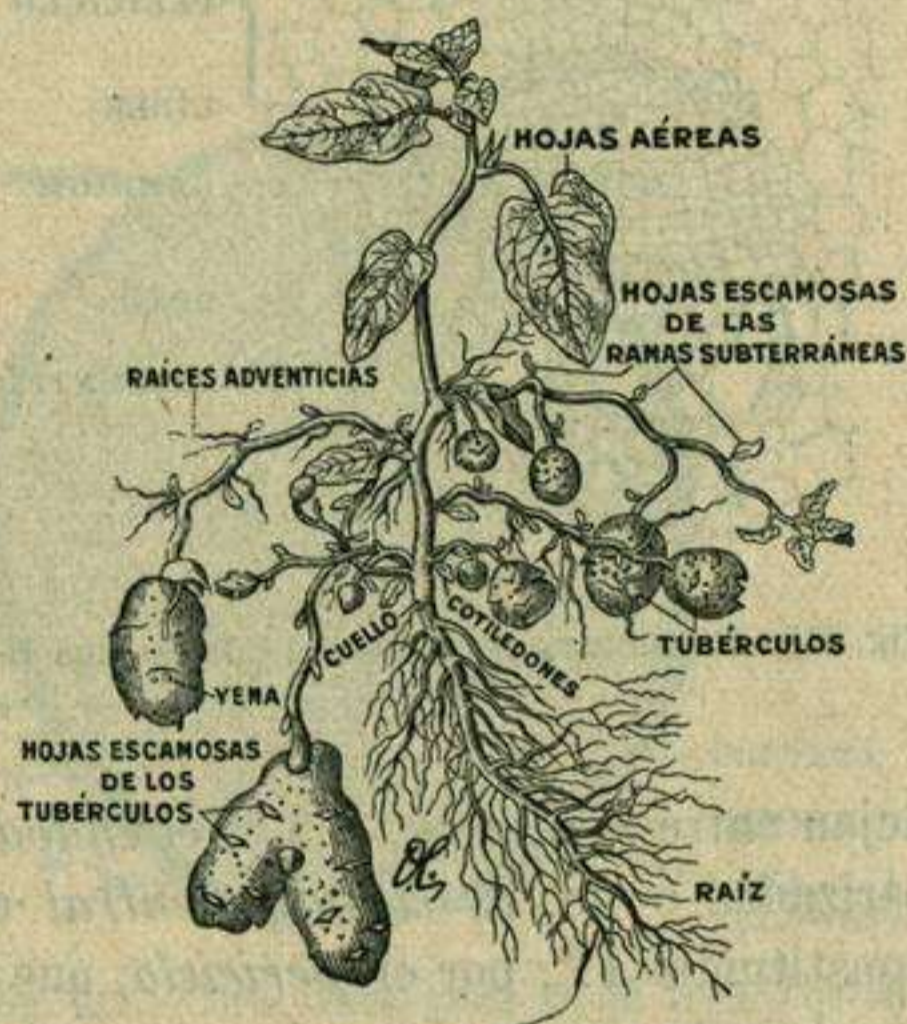


Fig. 212.—Tubérculos de la patata.

hacen carnosas, por cargarse de sustancias nutritivas. Estas hojas pueden

constituir una envoltura completa como en la cebolla (bulbo *tunicado*) (*figura 213*), o bien tener forma de escamas como en la azucena (bulbo *escamoso*) (*fig. 214*).

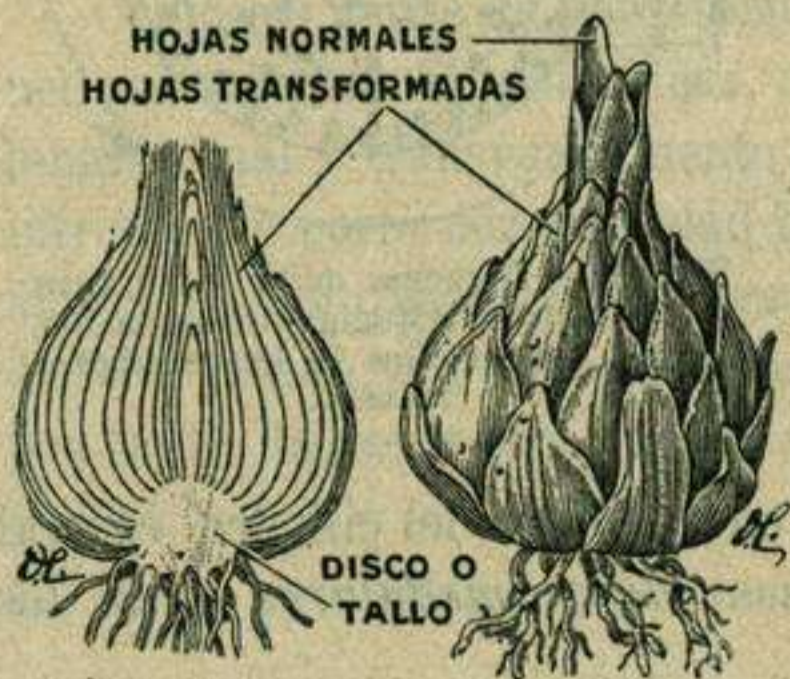


Fig. 213.—Bulbo tunicado de cebolla, cortado longitudinalmente.

Fig. 214.—Bulbo escamoso de la azucena.

Anatomía del tallo.—Lo mismo que en la raíz, hay que distinguir una *estructura primaria* y una *estructura secundaria*.

ESTRUCTURA PRIMARIA.—Para estudiar esta estructura se hace un corte transversal en un entrenudo que no haya terminado aún su crecimiento intercalado, pero que no se encuentre

muy cerca de la yema terminal, pues en la proximidad de ésta aún no han

acabado de diferenciarse los distintos elementos que en ella hay que considerar.

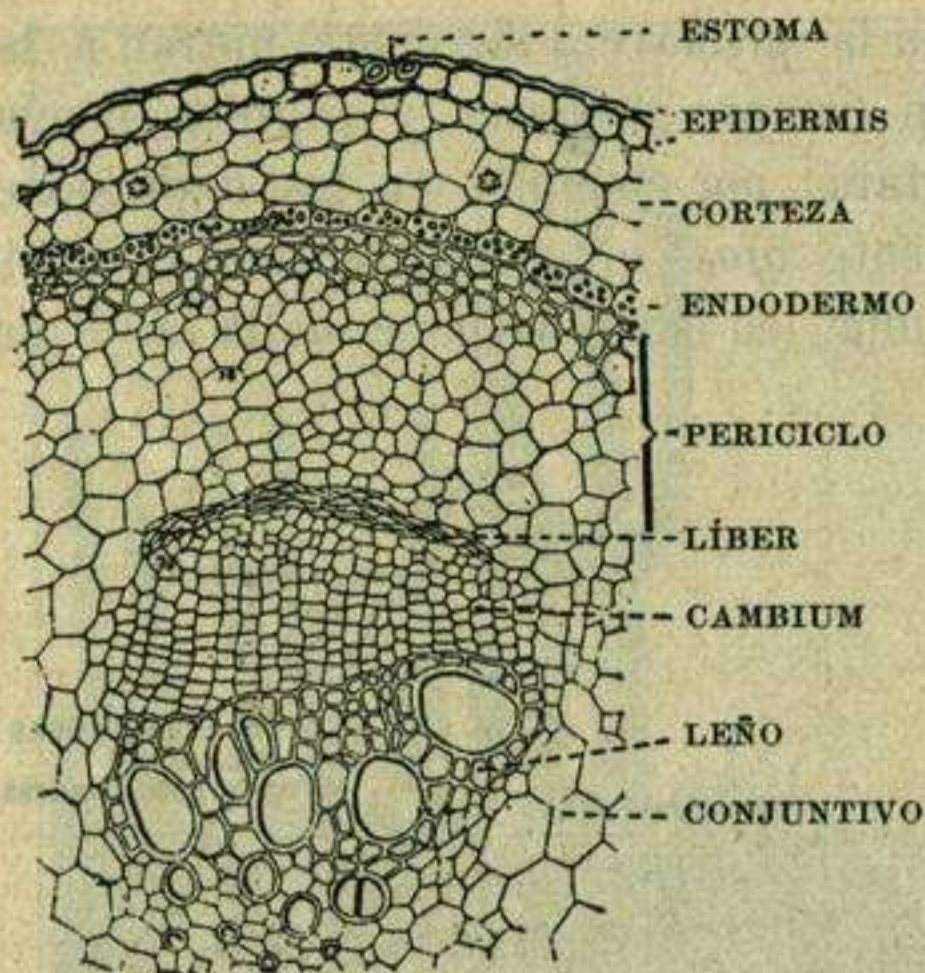


Fig. 215.—Estructura primaria del tallo de una Dicotiledónea.

dejan entre sí meatos, y 3.^a, el *endodermo*, cuyas células pueden estar su-
berizadas o no. El *cilindro central* está
constituido: 1.^o, por el *periciclo*, que ge-
neralmente consta de varias capas y que
también se llama *capa* o *zona rizógena*,
porque a expensas de él se constituyen las
raíces adventicias; 2.^o, por los *vasos libe-
rianos* y *leñosos*, pero *reunidos en un
solo haz libero-leñoso*, en el cual los va-
sos liberianos están en el exterior y los
leñosos en el interior. *Entre ambos exis-
te una capa de células aplanadas que
constituyen el cambium o capa generatriz
libero-leñosa*. El número de estos haces
libero-leñosos no es considerable y siem-
pre están dispuestos en un solo círculo; 3.^o, en el centro del cilindro central
se encuentra la *médula* o *conjuntivo* con sus *radios medulares* entre los
haces libero-leñosos.

La estructura primaria del tallo de las *Monocoliledóneas* (fig. 216) es en
general análoga a la descrita; pero difiere de ella: 1.^o, en que no hay *endo-
dermo* y *periciclo* netamente diferenciados; 2.^o, en que *existen muchos ha-
ces libero-leñosos*; 3.^o, en que éstos están *dispuestos en varios círculos*, y
4.^o, en que *no existe cambium entre el liber y el leño de cada haz*.

La *estructura primaria* no
es igual en todas las Fanerógama-
mas, sino que *difiere de unas a
otras*, pudiendo hacerse dos gru-
pos: 1.^o, *el de las Gimnosper-
mas* y *Dicotiledóneas*; 2.^o, *el de
las Monocoliledóneas*. En las
del primer grupo (fig. 215) hay
que considerar una zona exterior
llamada *corteza* o *cilindro cor-
tical* y un *cilindro central*. La
corteza está formada por varias
capas de células que, procediendo
de fuera a dentro, son: 1.^a, una
epidermis cutinizada provista de
pelos y estomas; 2.^a, las *capas
corticales* propiamente dichas,
cuyas células poseen clorofila y
cuyas células pueden estar su-

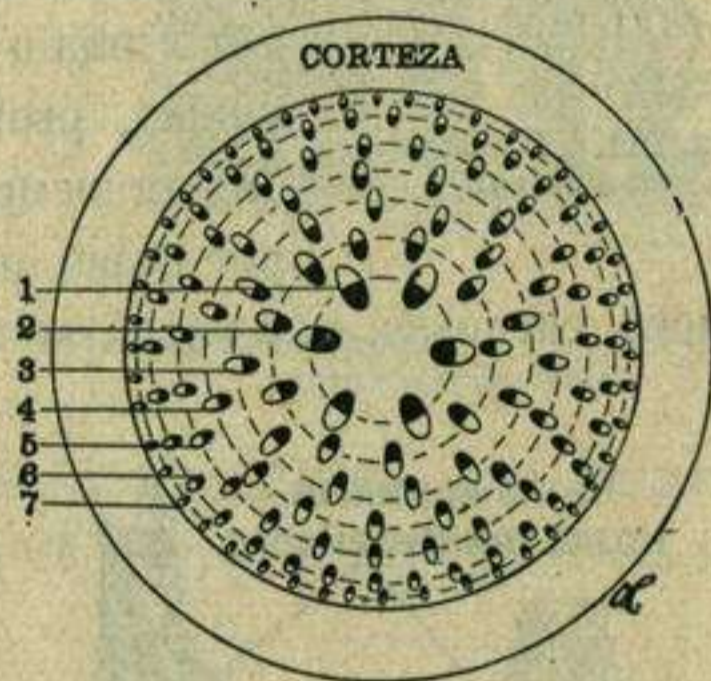


Fig. 216.—Esquema de la estructura del tallo de una Monocoliledónea.—1, 2, etc., los círculos de haces libero-leñosos.

Origen de los tejidos primarios.—Todos estos tejidos se originan a expensas del *punto vegetativo*, o sea del *meristemo primitivo*, situado en el extremo del tallo, el cual es análogo al de la raíz y se halla protegido, según se dijo, por las hojas y escamas que constituyen la *yema*. El *crecimiento en longitud* es debido principalmente a la multiplicación de dichas células.

ESTRUCTURA SECUNDARIA.—Las mismas plantas que presentan estructura secundaria en la raíz, la presentan en el tallo. El tallo de todas ellas crece *en espesor* gracias a los *meristemos secundarios* de la corteza y cilindro central, los cuales originan las *formaciones secundarias* por el mismo mecanismo que en la raíz. Las nuevas capas originadas reciben idénticos nombres que allí se vieron. Los vasos de la madera más antigua, es decir, los situados en el centro del tallo, van incrustándose progresivamente de una sustancia oscura que termina por obstruir completamente la luz de los vasos, los cuales dejan de conducir la savia en plazo variable. Esta madera oscura y sin savia es más dura y resistente que el resto y constituye el *duramen*, llamado vulgarmente el corazón del tallo. La madera más joven, que constituye el resto del cilindro central, tiene un color más claro y recibe el nombre de *albura* (fig. 217).

Como las capas de meristemo secundario que separan al leño del liber tienen sus membranas celulósicas, cuando con un instrumento cortante se hiende longitudinal y transversalmente una rama de un árbol, dicho instrumento se introduce y corta con facilidad hasta el leño, pudiendo separar así un anillo al que el vulgo llama la *corteza*: pero hay que advertir que a la capa interna de lo separado van adheridas las del liber y periciclo y que no constituye, por tanto, la verdadera corteza anatómica.

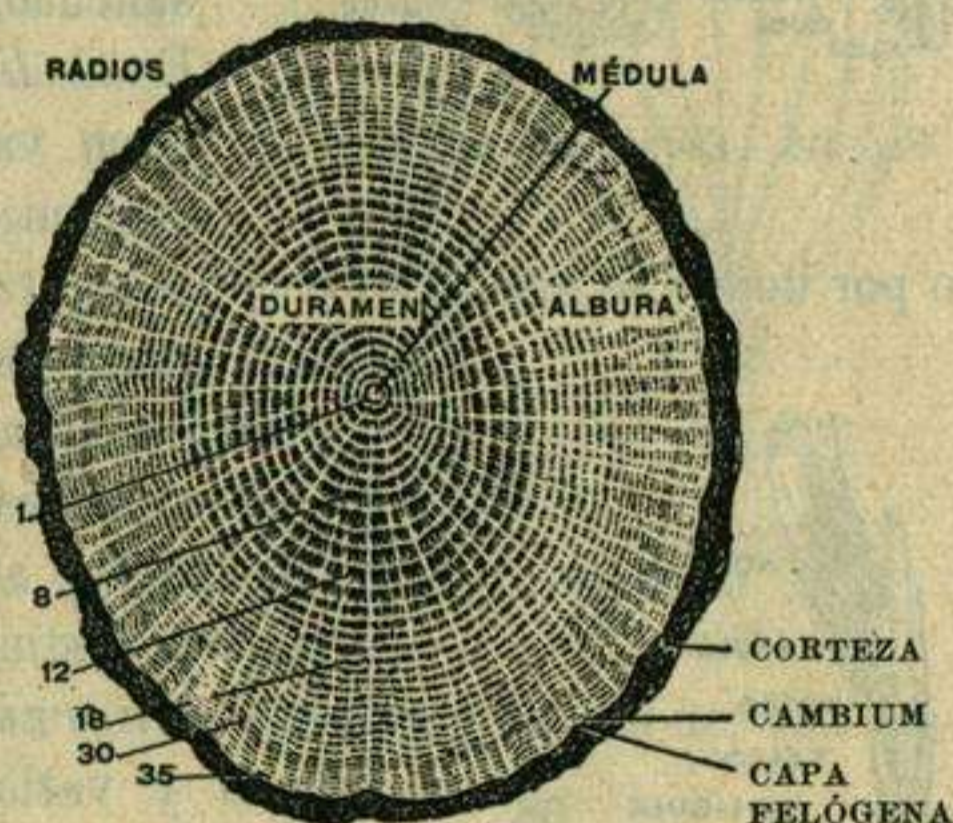


Fig. 217.—Corte transversal de un tronco de 35 años: las cifras indican el número de años.

HOJA

Caracteres generales.—Es un órgano *generalmente* aéreo plano y verde, que se encuentra sobre los nudos del tallo o de sus ramificaciones. Según

se dijo, en su punto de unión con el tallo se hallan las *yemas axilares*. En el caso más general hay que distinguir en la hoja las siguientes partes (*fig. 218*): el *limbo*, el *peciolo* y la *vaina*; el *limbo* es la parte plana y la más esencial; el *peciolo* o *cabillo* es la porción alargada que sirve para unirla al nudo del tallo por medio de la *vaina* o parte ensanchada del *peciolo*.

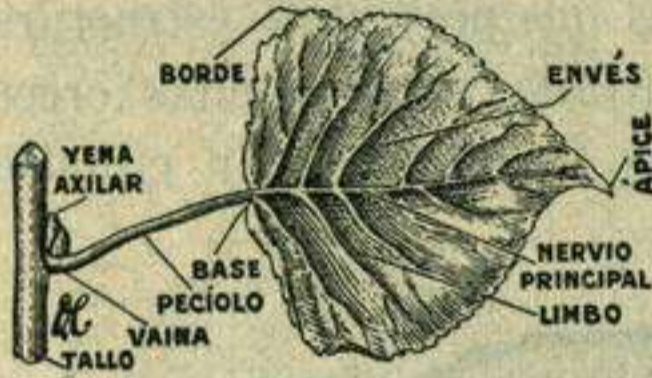


Fig. 218.—Esquema de una hoja.

En el *limbo* se distinguen varias porciones que son: la *base* o punto por donde se inserta al peciolo o al tallo, el *ápice*, los *bordes*, la cara superior o *haz* y la cara inferior o *envés*. También se reconocen en él las *nerviaciones* o *nervios*, que son líneas salientes, especialmente visibles en el envés, y que constituyen a la manera del esqueleto del limbo, pudiéndose distinguir generalmente un nervio más grueso o *nervio principal* y varios nervios *secundarios*.

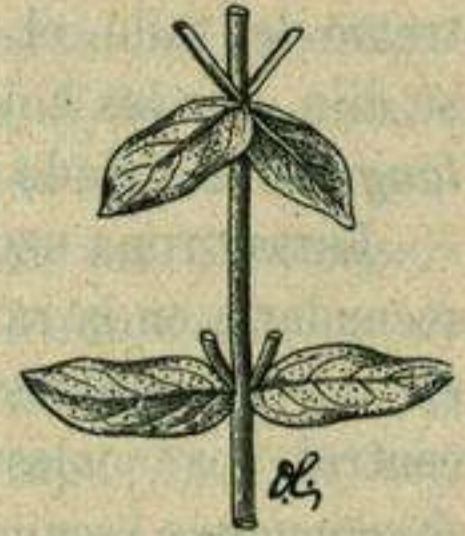


Fig. 219.—Hojas sentadas y cruzadas.

Clasificación de las hojas.—Atendiendo a varios caracteres, las hojas reciben diversos nombres que se estudian a continuación. Cuando la hoja consta de vaina, peciolo y limbo recibe el nombre de *completa* y también el de *peciolada*; pero la vaina y el peciolo pueden faltar, en cuyo caso la hoja se llama *sentada* (*fig. 219*). Puede también ocurrir que la vaina esté muy desarrollada y abrace al tallo, y entonces la hoja se denomina *envainadora* (*figs. 220 y 221*), o que faltando la vaina y siendo la hoja sentada, la *base del limbo rodee parte del tallo*, en cuyo caso se llama *abrazadora* (*fig. 222*), o le rodee totalmente, originando la *perfoliada* (*fig. 223*). Algunas veces la vaina se prolonga por encima de la inserción del *peciolo*, constituyendo una pequeña expansión delgada denominada *ligula* (trigo, etc.) (*figs. 220 y 221*).



Fig. 220 Fig. 221
Dos tipos de hojas envainadora y de ligula.



Fig. 222
Hoja abrazadora.

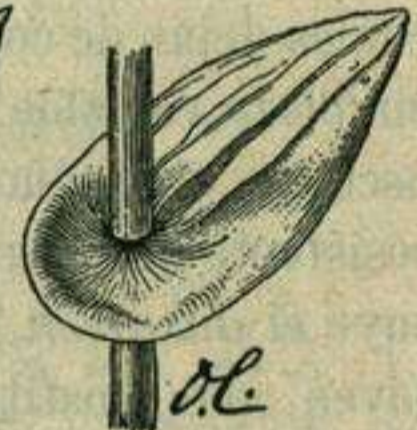


Fig. 223
Hoja perfoliada.

Por la *posición del peciolo con relación al limbo* la hoja se llama *peltada* o *abroquelada* cuando en lugar de ser el nervio medio del limbo como una continuación del peciolo, que es lo que ocurre ordinariamente, se encuentra

en un plano próximamente perpendicular a él (capuchina) (*figura 224*).

Por la *nerviación* o disposición de los nervios en el *limbo*, pueden ser: *uninerviadas* cuando tienen un solo nervio (*fig. 225*) y *multinerviadas* cuando tienen varios, distinguiéndose en este caso las *rectinervias* o *rectinerviadas* cuando existen varios paralelos y próximamente rectos (trigo, maíz) (*figura 226*); *curvinervias* o *curvinerviadas*

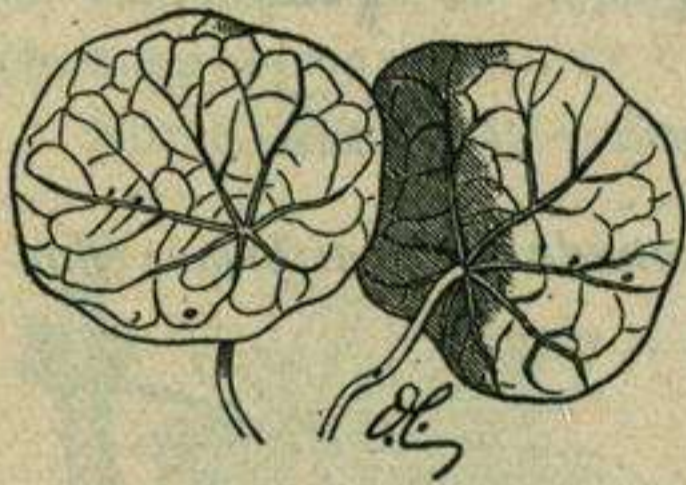
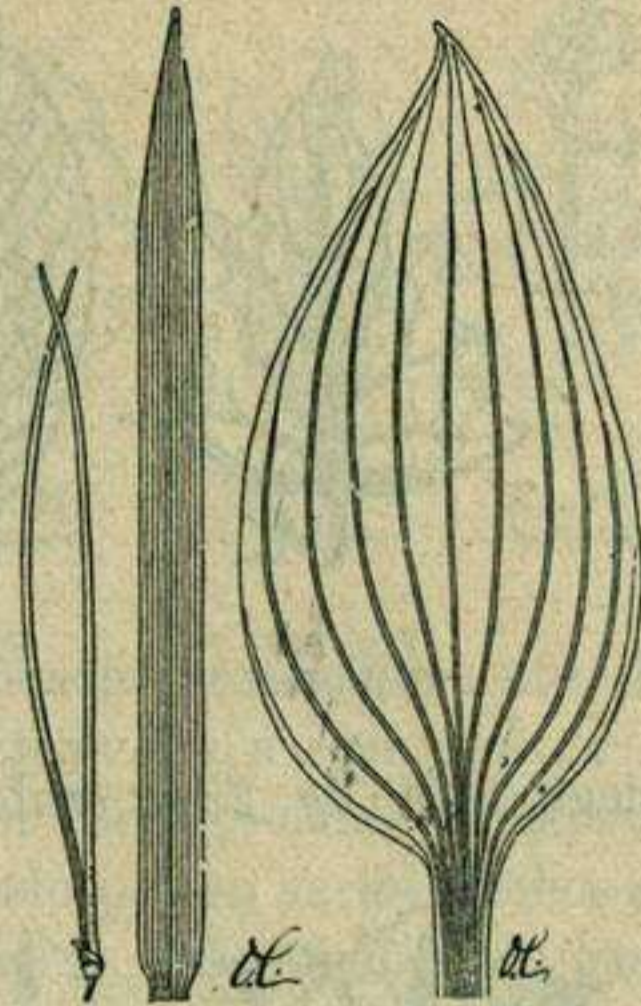


Fig. 224.—Hojas peltadas.

cuando son como los anteriores, pero curvos (llantén) (*figura 227*); *peninerviadas* cuando del nervio principal salen



F. 225 F. 226 Fig. 227
(Im. Gerardin)

nervios secundarios a uno y otro lado a la manera de las barbas de una plu-



Fig. 228
Peninerviada.
(Im. Gerardin).



Fig. 229.—Palminerviada.



Fig. 230
Hojas escamosas.

ma (chopo y la mayor parte de las plantas) (*figs. 228, 235, etc.*); *palminervias* o *palminerviadas* cuando salen del peciolo varios nervios principales, distribuidos en el limbo como los dedos separados de la mano (vid, higuera, plátano oriental, etc.) (*fig. 229*).

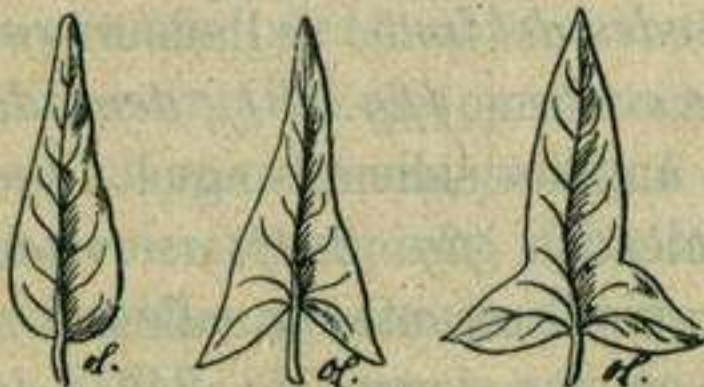


Fig. 231 Fig. 232 Fig. 233
Lanceolada. Aflechada. Alabardada.

Por la *forma del limbo* reciben distintos nombres que no necesitan explicación y así se llaman *escamosas* (ciprés, etc.) (*fig. 230*); *aciculares* (pino), (*fig. 225*); *lineares* (trigo) (*fig. 226*); *ensiformes* o en forma de espada (lat. *ensis*, espada); *lanceoladas* (*fig. 231*); *afle-*

chadas (fig. 232); *alabardadas* (fig. 233); *deltoideas* o en forma de la letra

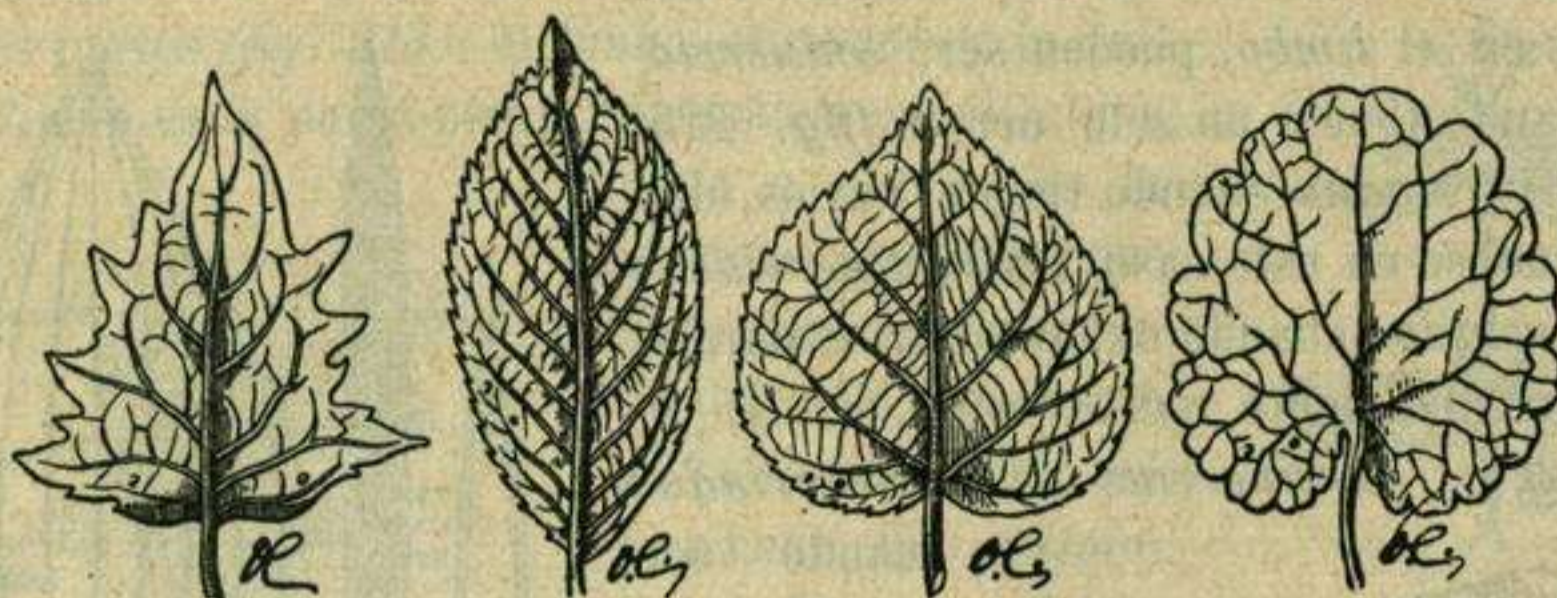


Fig. 234
Delloidea.

Fig. 235
Oval.

Fig. 236
Acorazonada.

Fig. 237
Reniforme.

griega delta (fig. 234); *ovales* (fig. 235); *acorazonadas* o *cordiformes* (figu-



Fig. 238
Orbicular.

Fig. 239
Espatulada.

Fig. 240.—Tras-
cordiforme.

Fig. 241.—Dentada.

ra 236); *arriñonadas* o *reniformes*, (fig. 237); *orbiculares* (lat. *orbicularis*, circular) (fig. 238); *espatuladas* (figura 239); *trasaovadas*, *trascordiformes*, etc., cuando su ápice es oval, acorazonado (fig. 240), etc., en vez de serlo la base.

Por la *superficie del limbo* se llaman: *lampiñas*, cuando no poseen pelos; *pubescentes* o *vellosas* cuando están cubiertas de cortos pelos; *pelosas*, cuando son largos; *hispidas*, cuando son duros y rígidos; etc.



Fig. 242
Aserrada.

Fig. 243
Espinosa.

Por los *bordes del limbo* se llaman: *enteras*, cuando es continuo (fig. 231); *dentadas*, cuando forma ángulos salientes agudos y entrantes redondeados (fig. 241); *aserradas*, cuando los ángulos entrantes y salientes son agudos como en una sierra (fig. 242); *denticulada* es la dentada o aserrada fina (figura 235); *espinosas*, cuando los nervios de sus

dientes se prolongan y endurecen (fig. 243); *ondeadas*, con dientes y entran-

tes obtusos y poco profundos (*fig. 244*); *festoneadas*, con dientes obtusos y ángulos entrantes agudos y poco profundos (*fig. 237*); *hendidadas* o *lobuladas*, cuando los ángulos entrantes son más profundos (*fig. 245*), y *partidas*, si llegan hasta el nervio medio (*figura 246*). Por último se llaman hojas *rizadas*, cuando lo está más o menos el borde, y a veces también el limbo, en cualquiera de las hojas anteriores (lechuga, borraja, etc).



Fig. 244
Ondeada.



Fig. 245
Lobulada



Fig. 246
Partida.

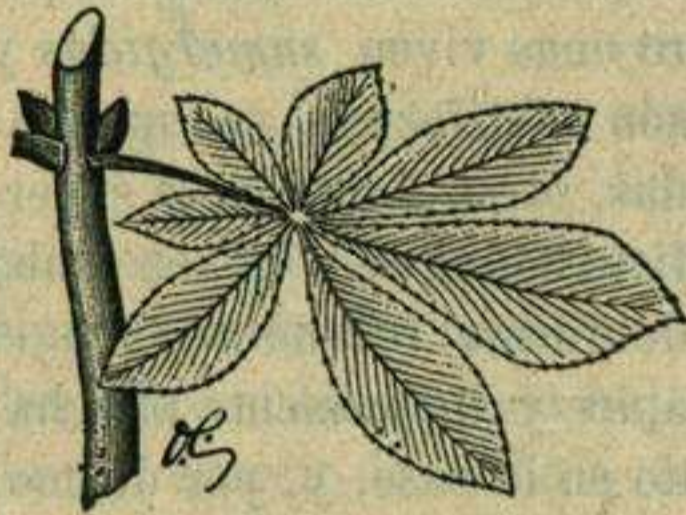


Fig. 247.—Hoja palmeado-compuesta del castaño de Indias.

HOJAS COMPUESTAS.—En todos los casos indicados precedentemente, las hojas se llaman *sencillas* porque constan de un solo limbo en cada peciolo, llamándose *compuestas* cuando poseen varios limbos sobre el mismo peciolo. Estos limbos son generalmente pequeños y se llaman *limbillos*, *foliolos* o *foliolas* (lat. *foliolum*, hojita), los cuales a su vez pueden estar sentados o sostenidos por un pequeño peciolo. Algunas veces todos los foliolos se insertan *en el extremo del peciolo* común y en este caso si los foliolos son tres, la hoja se dice *trifoliada* o *atre-*

bolada por presentarla el trébol, y si lo son en mayor número se llama *palmeado-compuesta* (castaño de Indias) (*fig. 247*).

Si, por el contrario, los foliolos se insertan *a lo largo del peciolo común*, las hojas se llaman *pinado-compuestas*, que pueden ser *imparipinadas* (*fig. 248*) o *paripinadas*, según exista o no foliolo a la terminación del peciolo común. Ejemplo de ambas, rosal y lenteja. Algunas veces estas hojas pinado-compuestas pueden soportar sobre cada peciolillo otros foliolos y entonces la hoja se llama *bipinado-compuesta* o *recompuesta* (acacia de tres espinas, *fig. 249*).



Fig. 248.—Hoja imparipinada de falsa acacia.



Fig. 249—Hoja bipinado-compuesta de acacia de 3 espinas.

Modificaciones de las hojas.—Las hojas son órganos cuya forma varía, no sólo de unos vegetales a otros, sino a veces en el mismo vegetal, según su posición en el tallo: en este último caso, para poder distinguir en las descripciones unas de otras, se suelen llamar colectivamente *hojas radicales* las insertas en la base del tallo, es decir, cerca de la

raíz; hojas *caulinas* (lat. *caulis*, tallo) o *rameales*, o sencillamente hojas, las del resto del tallo y ramas hasta las próximas a las flores, que reciben el nombre de hojas *florales*.

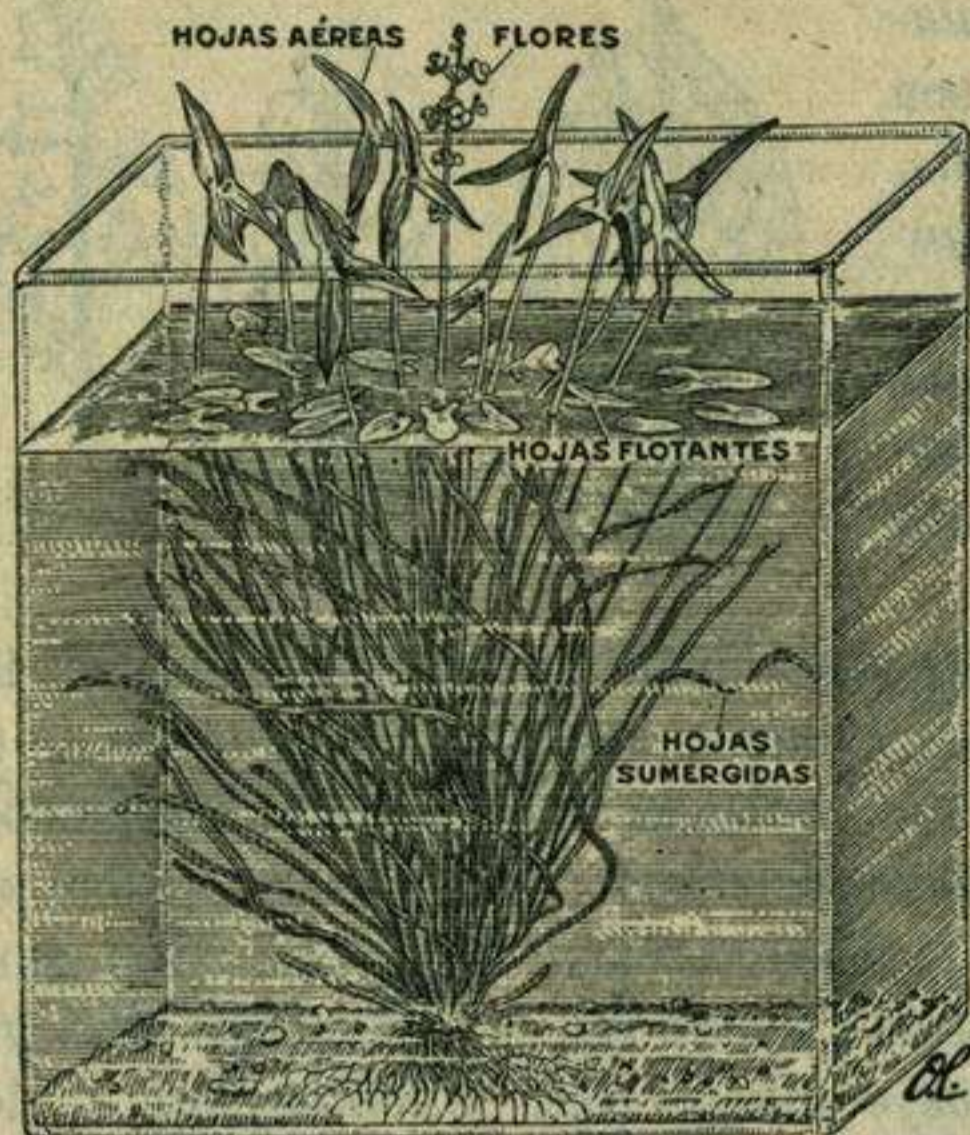


Fig. 250.—Saeta de agua como ejemplo de gran polimorfismo foliar.

En algunas plantas acuáticas es frecuente que las hojas *sumergidas* tengan distinta forma que las *aéreas*; el ejemplo clásico es el de la saeta de agua (*Sagittaria sagittifolia*) (fig. 250), cuyas hojas son todas radicales, pero unas viven *sumergidas* y son cintiformes o espatuladas, otras *flotan* en la superficie del agua y tienen limbo de forma redondeada en el ápice y ligeramente aflechado en la base, y, por último, otras son *aéreas* y tienen el limbo aflechado. Un polimorfismo foliar menos complicado presenta el ranúnculo acuático (figura 251).

Aparte de esta modificación que imprime a las hojas el medio en que viven, pueden transformarse:



Fig. 251.—Ranúnculo acuático con polimorfismo foliar.

1.º En *escamas*, *catáfilas* (gr. *katá*, sobre; *fyllon*, hoja) u *hojas protectoras* de las yemas, que son oscuras y coriáceas (figura 181).

2.º En *brácteas*, que son hojas muy variables en su forma, no teniendo de común más que el presentarse próximas a las flores: ejemplo de ellas tenemos en las escamitas verdes que rodean las flores de la manzanilla, crisantemos, etc. (figura 252); las que hay que quitar en la alcachofa hasta encon-



Fig. 252.—Brácteas.

trar la parte comestible; la que soporta la flor en el tilo (*fig. 253*); las llamadas *glumas*, que separan entre sí las flores en las espigas del trigo (*fig. 521*), etc.; la llamada *espata*, que envuelve la inflorescencia de los yaros y calas (*figura 254*); etcétera.



Fig. 253.—Bráctea del tilo.

3.º En *estípulas* o expansiones de tamaño y formas variables que presentan las hojas de algunas plantas a los lados del pecíolo (*figuras 255 y 256*); en algunos casos están tan desarrolladas como las hojas (*figura 257*), (cuajaleche, etc.), y en otros abortan todos o parte de los limbos de las hojas y la estípula se desarrolla mucho, sustituyendo a aquéllas en su función (*figura 258*); algunas veces son membranosas y se sueldan entre sí las de cada hoja constituyendo una especie de vaina a la yema, que, siendo perforada al desarrollarse ésta,



Fig. 254.—Espata.

siendo perforada al desarrollarse ésta,

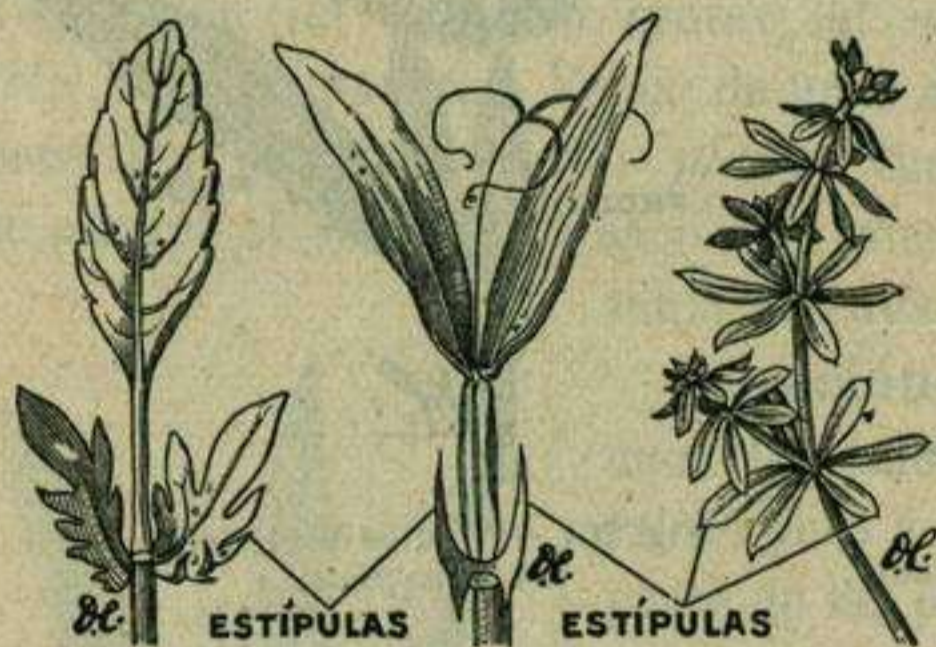


Fig. 255.

Fig. 256.

Fig. 257.

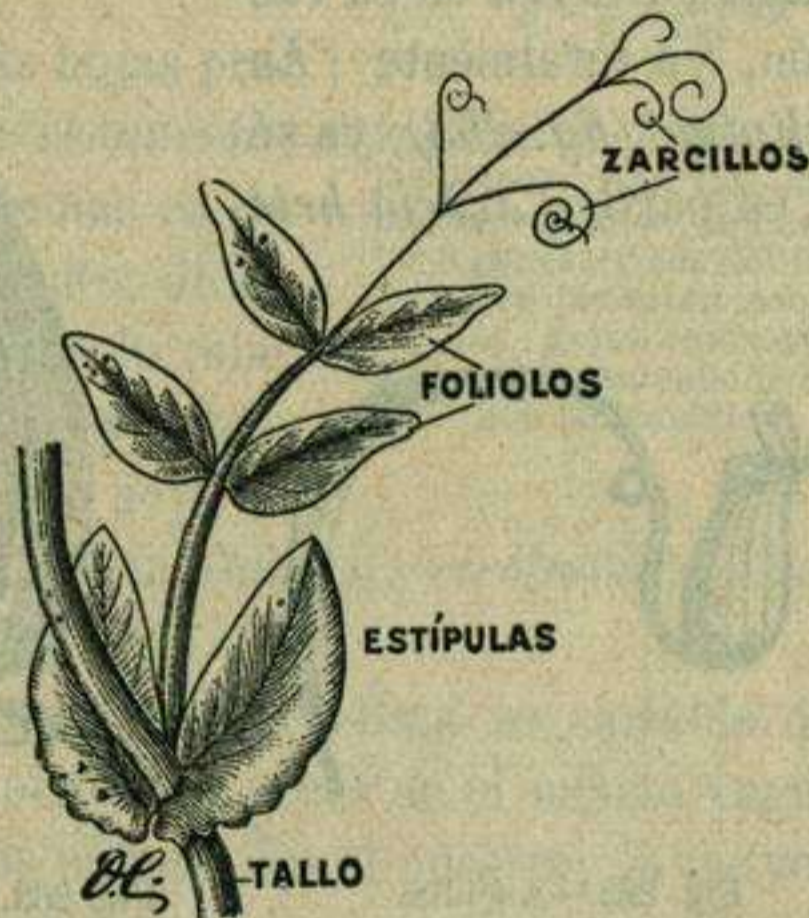


Fig. 258.—Estípulas y zarcillos del guisante.

queda seca envolviendo los nudos del tallo: en este caso particular recibe el nombre de *ocrea* (*figura 259, o*) (acedera, etc.)

4.º En *espinas*, como en el agracejo, etc. (*fig. 260*); a veces son las estípulas las que se transforman en espinas (falsa acacia) (*fig. 248*).

5.º En *zarcillos*, como en el guisante, melón, etc. (*figs. 258, 261, etc.*)

6.º En *hojas carnosas* (pita (*figs. 554 á 556*), etc.)

7.º En *órganos de reserva*, como las escamas y túnicas de los bulbos de azucena y cebolla, respectivamente (*figs. 213 y 214*); también corresponden a esta categoría los *cotiledones* u hojas nutricias del embrión, que en un gui-

sante, por ejemplo, son cada una de las dos partes en que puede dividirse la semilla (*figuras 56, 60, etcétera*).

8.º En *ascidias*, que son hojas cuyos peciolo muy modificados adoptan la forma de va-



Fig. 259.—o, ocrea.

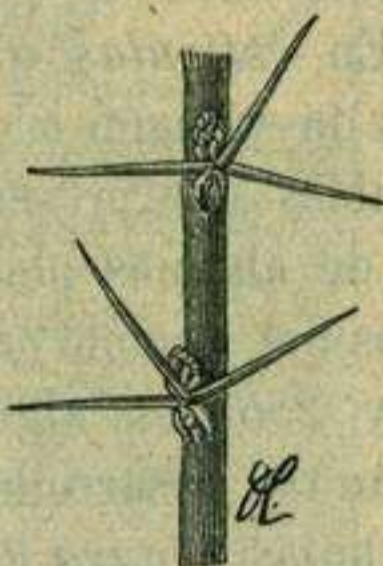


Fig. 260. — Espinas foliares.



Fig. 261.— Zarcillo foliar del melón.

sija, que a veces puede cerrarse por medio del limbo (*Nepenthes*) (*fig. 262*).

9.º En *filodios*, que son los peciolo ensanchados en forma de limbo, al cual sustituyen en su función, ya totalmente (*Eucaliptus*) (*fig. 263*), ya sólo en parte (*Acacia hete-*



Fig. 262.—Ascidia.



Fig. 263.—Filodio.

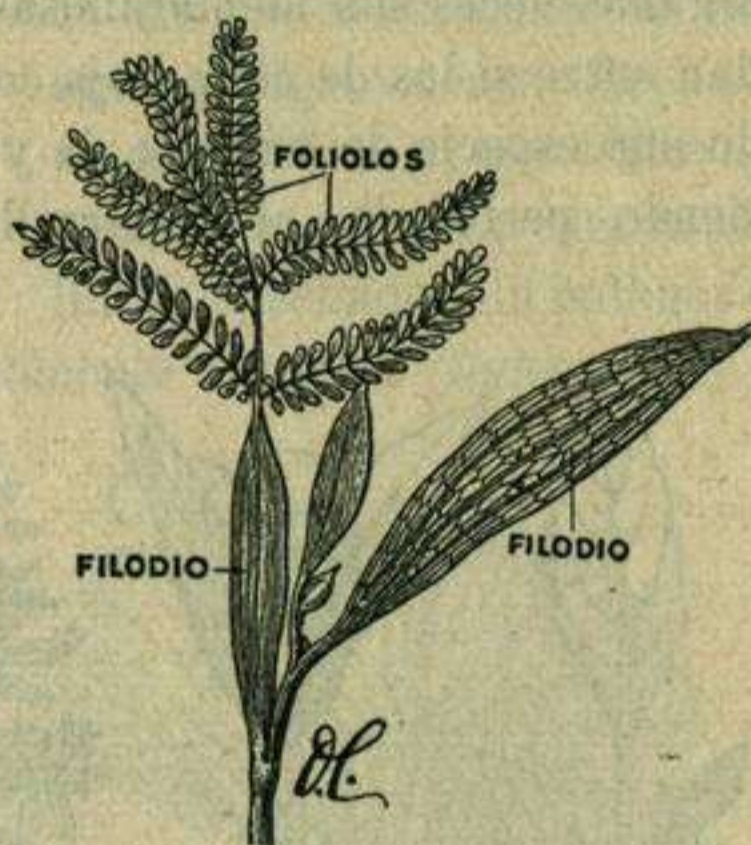


Fig. 264.—Filodios de *Acacia melanóxylon*.

rophylla, melanóxylon) (*figura 264*), etcétera.

10.º En *piezas florales*; las partes de la flor que luego llamaremos sépalos, pétalos, estambres y pistilos no son más que hojas muy modificadas (*figura 357*).

Filotaxia.—Con este nombre se conoce el estudio de la disposición que las hojas presentan en los tallos (gr. *phyllon*, hoja; *taxis*, orden). Esta disposición es constante para cada especie, pero varía de unas especies a otras, si bien puede hacerse con ellas dos grupos principales: 1.º, que en cada nudo se inserte una sola hoja; 2.º, que se inserten dos o más. En el primer caso las hojas reciben el nombre de *aisladas* y en el segundo el de *verticiladas*.

HOJAS AISLADAS.—Para un curso elemental los nombres que interesa co-

nocer son los siguientes: cuando las hojas nacen una en cada nudo de tal manera que siguiendo una línea helicoidal a partir de una hoja, la siguiente se encuentre en la generatriz situada a los 180°, las hojas se llaman *alternas*; en cualquier otra disposición que adopten se denominan colectivamente *esparcidas* (fig. 265).

HOJAS VERTICILADAS.—El caso más sencillo es que en cada nudo existan dos hojas solamente situadas en los extremos del mismo diámetro, es decir, una enfrente de otra, por lo que reciben el nombre particular de *opuestas* (fig. 219); el de *verticiladas* propiamente dichas se aplica a aquellos casos en que en cada nudo existan tres o más hojas que constituyen lo que se denomina un *verticilo* (fig. 266). Las hojas modificadas que forman las flores están generalmente dispuestas en varios verticilos (fig. 359). Las hojas *opuestas* pueden encontrarse todas en el mismo plano o bien en dos perpendiculares entre sí: en este último caso se dicen *cruzadas* (fig. 219).

Prefoliación.—Es la disposición que las hojas presentan en las yemas; también se denomina *vernación*, porque al brotar o salir las hojas de las yemas en la primavera puede apreciarse bien, generalmente, dicha disposición (lat. *vernatio*, brotar; lat. *vernalis*, lo relativo a la primavera). Varía de unas a otras plantas, pero las principales son: *plana*, cuando la hoja no se pliega; *plegada*, si lo hace a la manera de un abanico; *circinada*, si semeja un cayado (fig. 318); etc.

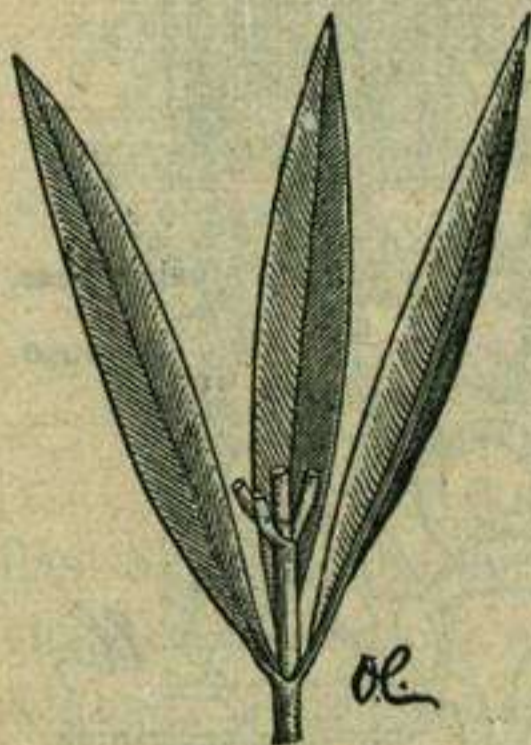


Fig. 266.—Hojas verticiladas.

Duración de las hojas.—Ésta es variable de unos vegetales a otros y a veces en el mismo vegetal de unos a otros climas. En el nuestro, la mayor parte de las plantas son de *hojas caducas*, es decir, que las nacidas en primavera mueren en otoño del mismo año. Por el contrario, algunas otras son de *hojas persistentes*, o sea que duran un año completo (olivo, etc.), o más de un año (pinos), y como las hojas viejas mueren después de haber salido las nuevas, el vegetal posee siempre hojas verdes y parece que no renueva éstas. Ejemplo de la influencia del clima tenemos en la vid, que en nuestro clima y en los análogos es de hoja caduca, mientras que

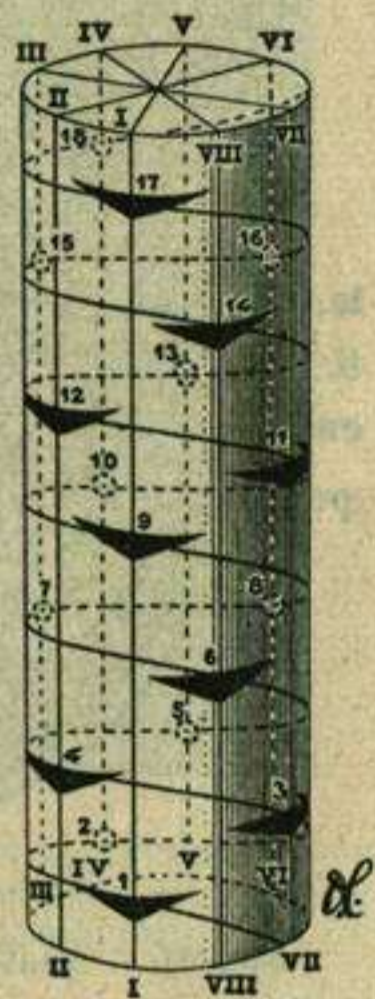


Fig. 265.—Un caso de hojas *esparcidas*. Los números romanos indican las 8 generatrices del tallo sobre que están insertas las hojas (números arábigos) siguiendo la línea helicoidal

en los más cálidos, como en Canarias, es de hoja persistente. La muerte y caída de las hojas es debida a la formación de una capa de corcho

en su punto de inserción con el tallo y que impide el paso de la savia.

Anatomía de la hoja.—En una hoja completa hay que estudiar la *anatomía* del *pecíolo* y la del *limbo*.

ANATOMÍA DEL PECÍOLO (*fig. 267*).—El pecíolo puede considerarse como una pequeña ramificación del tallo, y, por tanto, estará constituido como aquél: 1.º, por una *epidermis* (*ep.*) cutinizada y con estomas; 2.º, por una *corteza* (*p. c.*), generalmente con células *colenquimatosas* (*col.*);

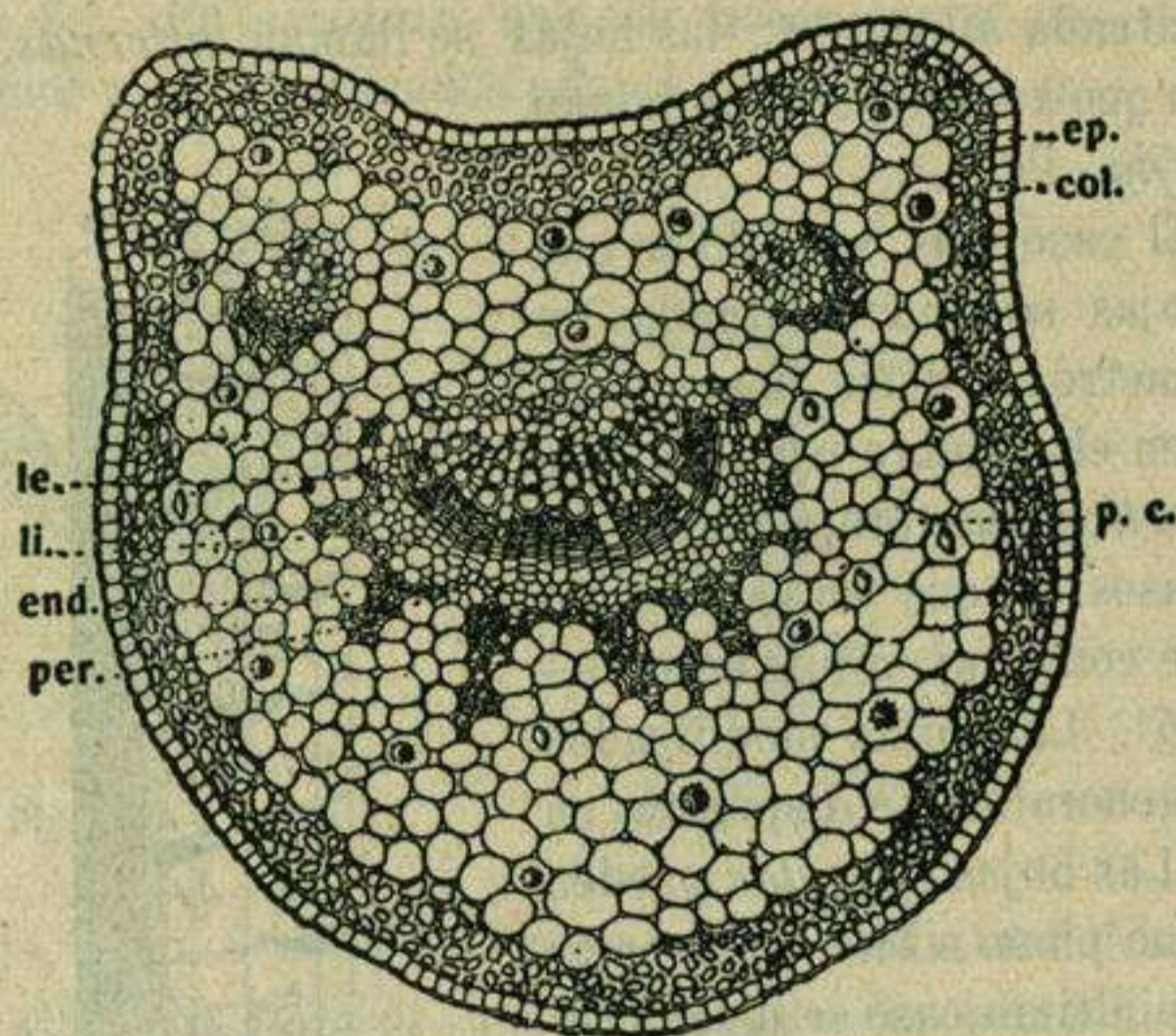


Fig. 267.—Anatomía del pecíolo (según Hérail y Bonnet).

3.º, por un número variable de *haces libero-leñosos*, con el *liber* (*li.*) fuera y el *leño* (*le.*) dentro, dispuestos según un arco de circunferencia cuyo centro estuviera hacia la cara superior del pecíolo, y 4.º, por un *conjuntivo* análogo al *parenquima* cortical.

ANATOMÍA DEL LIMBO.—Dando un corte transversal al de una Dicotiledónea, se aprecian, procediendo de arriba abajo (*figs. 268 y 269*): 1.º, una *epidermis* superior formada por células sin clorofila y cutinizadas exteriormente; 2.º, un *parenquima muriforme* de una o más capas de células provistas de abundante clorofila; 3.º, un *parenquima lagunoso* también con abundante clorofila; 4.º, una *epidermis* inferior análoga a la superior.

Las *hojas sumergidas carecen de estomas en ambas caras* y absorben por toda su superficie el oxígeno del aire disuelto en el agua; las *hojas flotantes* los tienen sólo en la *cara superior*, y de las *hojas aéreas*, las que son



Fig. 268—Corte transversal del limbo de una hoja de adelfa. *E*, estomas; *Cr*, cristales de oxalato cálcico.

próximamente *horizontales* tienen estomas sólo en la cara inferior, mien-

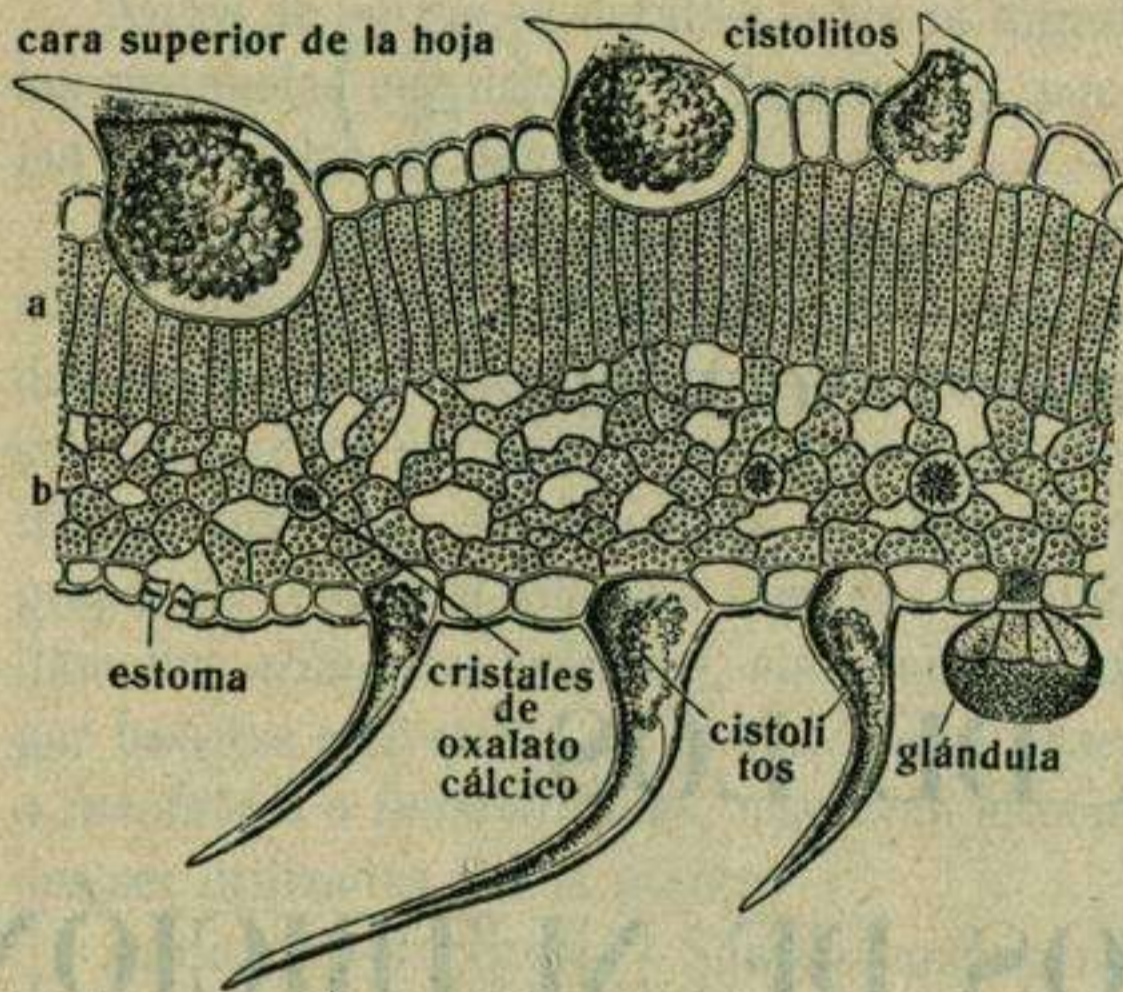


Fig. 269.-Corte transversal del limbo de una hoja de cañamo; a, parenquima muriforme; b, ídem lagunoso (s. Tschirch).

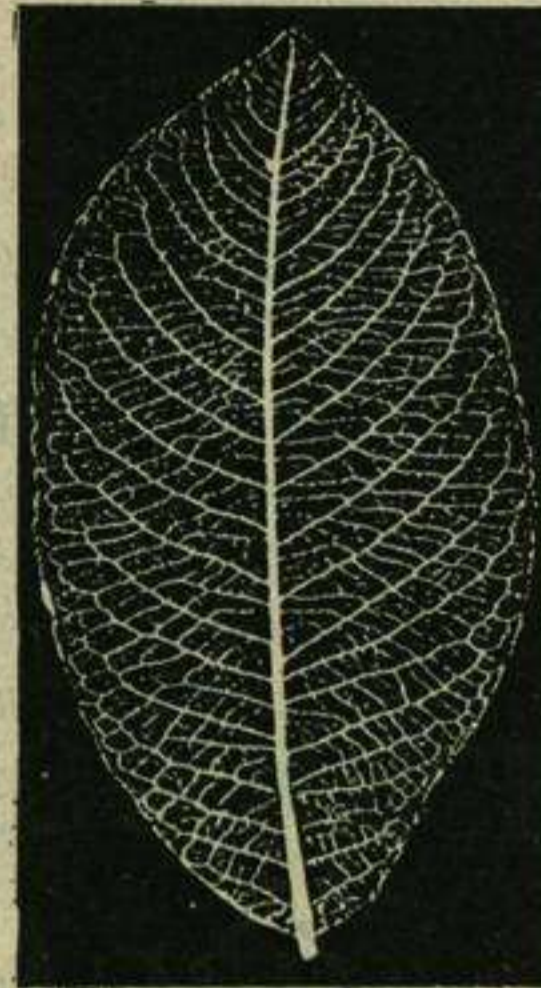


Fig. 270.-Red de nervios o haces libero-leñosos del limbo de una hoja.

tras que las que son próximamente *verticales* los tienen en las dos caras (trigo, lino).

En el parenquima lagunoso se encuentran los *nervios*, o sea los haces libero-leñosos, que forman a la manera de una red (*fig. 270*), entre cuyas ma-



Fig. 271.—Vasos leñosos en que termina un nervio.

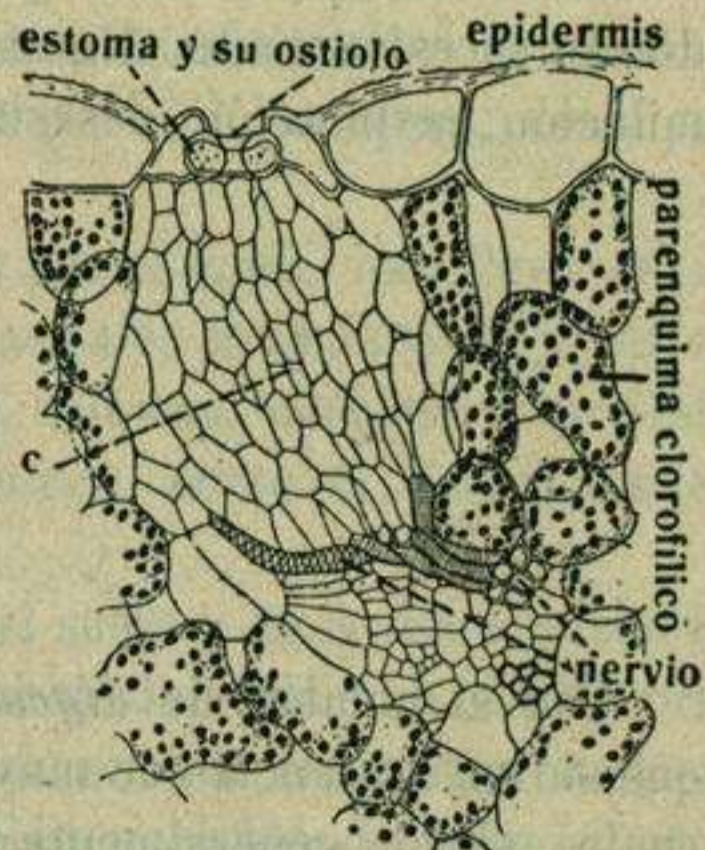


Fig. 272.—Estoma acuifero.

llas se encuentran las capas de células indicadas. La terminación de los nervios está constituida exclusivamente por uno o varios *vasos leñosos* (*fig. 271*). Algunas veces éstos terminan entre un conjunto de células diferentes (*figura 272, c*), encima de las cuales existe un estoma abierto continuamente; todo este conjunto constituye los llamados *estomas acuiferos*, debido a que, en ciertas condiciones, dejan salir por ellos una gotita de agua.

Lec 29 (6)
12

PLANTAS VASCULARES

FISIOLOGÍA DE LOS ÓRGANOS DE NUTRICIÓN

Las funciones de los órganos de nutrición son las siguientes, que se estudiarán sucesivamente: digestión, absorción, circulación, transpiración, asimilación, respiración, desasimilación y excreción (*).

DIGESTIÓN

Con el nombre de *digestión* se conocen las *transformaciones químicas* que sufren sustancias de muy diversa naturaleza denominadas *alimentos*, los cuales, siendo generalmente inaptos, tal como se encuentran en la Naturaleza, para la nutrición de las células, son así convertidos en sustancias capaces de servir para dicho fin. Estas transformaciones dan por resultado la conversión de los alimentos en sustancias *solubles* en el agua y *asimilables*, condición esta última indispensable para que sirvan para la nutrición, pues hay sustancias que siendo solubles no son asimilables y dichas sustancias no sirven para la nutrición si no han sufrido previamente la digestión que las

(*) En la obra PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero, pág. 172 y siguientes, se describen los procedimientos sencillos que pueden emplearse para el estudio de las principales funciones de los órganos de nutrición.

transformará en asimilables. La sacarosa y los albuminoides en general se encuentran en este caso.

Antes de entrar en detalles sobre la digestión, conviene saber cuáles son las sustancias que habrán de digerirse y por ello enumeraré primeramente los principales *alimentos*.

Alimentos.—Los *alimentos* pueden definirse diciendo que son las sustancias sólidas, líquidas y gaseosas que sirven para reparar las pérdidas sufridas por los vegetales en el trabajo o funcionamiento de sus células y para suministrar los materiales necesarios para el crecimiento. Es necesario distinguir dos clases de alimentos: los llamados *alimentos externos* o alimentos propiamente dichos, que son tomados directamente del medio ambiente, y los llamados *alimentos internos*, elaborados a expensas de aquéllos, pero que por haberse convertido en *sustancias de reserva*, es decir, por haber pasado a *insolubles o inasimilables*, necesitan el concurso de la digestión para poder ser utilizados por la planta.

ALIMENTOS EXTERNOS.—Son sustancias minerales, principalmente, y se encuentran en el *aire* y en el *suelo* vegetal, estando en éste: ya en forma *sólida*, contituyendo los materiales de dicho suelo; ya en forma *líquida*, por el agua y sustancias disueltas en ella; ya en forma *gaseosa*, constituyendo la atmósfera del suelo.

Las *sustancias sólidas* son, principalmente, la *arena* (sílice), la *caliza* (carbonato cálcico), la *arcilla* (silicato alumínico hidratado) y las *materias orgánicas húmicas*. A estas sustancias se agregan algunas otras, como *fosfatos* y *carbonatos* diversos, *sulfatos*, etc.

Las *sustancias líquidas* están constituidas por el *agua*, que lleva en disolución diversas *materias minerales*, como las sales amoniacaes y los nitratos; débiles cantidades de algunos cloruros, sulfatos, carbonatos y fosfatos, y, finalmente, algunas *sustancias orgánicas*, como el ácido húmico, preferentemente.

Los *elementos gaseosos* de la atmósfera del suelo y de la del aire son los mismos, o sea, el oxígeno (O), nitrógeno y anhídrido carbónico (C O²), principalmente; pero la cantidad que de cada uno de ellos se encuentra en el suelo, no es la misma que en el aire, siendo también variable de unos a otros suelos.

La mayor parte de los alimentos que acaban de citarse son *cuerpos compuestos* tal como se encuentran en el suelo. Entre todos ellos suministran a los vegetales los diversos *cuerpos simples* o *elementos químicos* que necesitan para poder vivir bien, y que son los siguientes: H, O, N, K, Ca, P o Ph, Na, Mg, S. y Fe. Cuando el vegetal dispone de todos ellos de un modo natural, o bien se hace un medio de cultivo artificial que los contenga a todos, se dice que el alimento es *completo*: si falta alguno de ellos, el alimento es *incompleto*, siendo tanto más precaria la vida de la planta cuanto mayor nú-

mero de elementos falta o cuanto más importante es el elemento de que carece (*fig. 273*). Entre los elementos citados no figura el carbono porque, en gene-

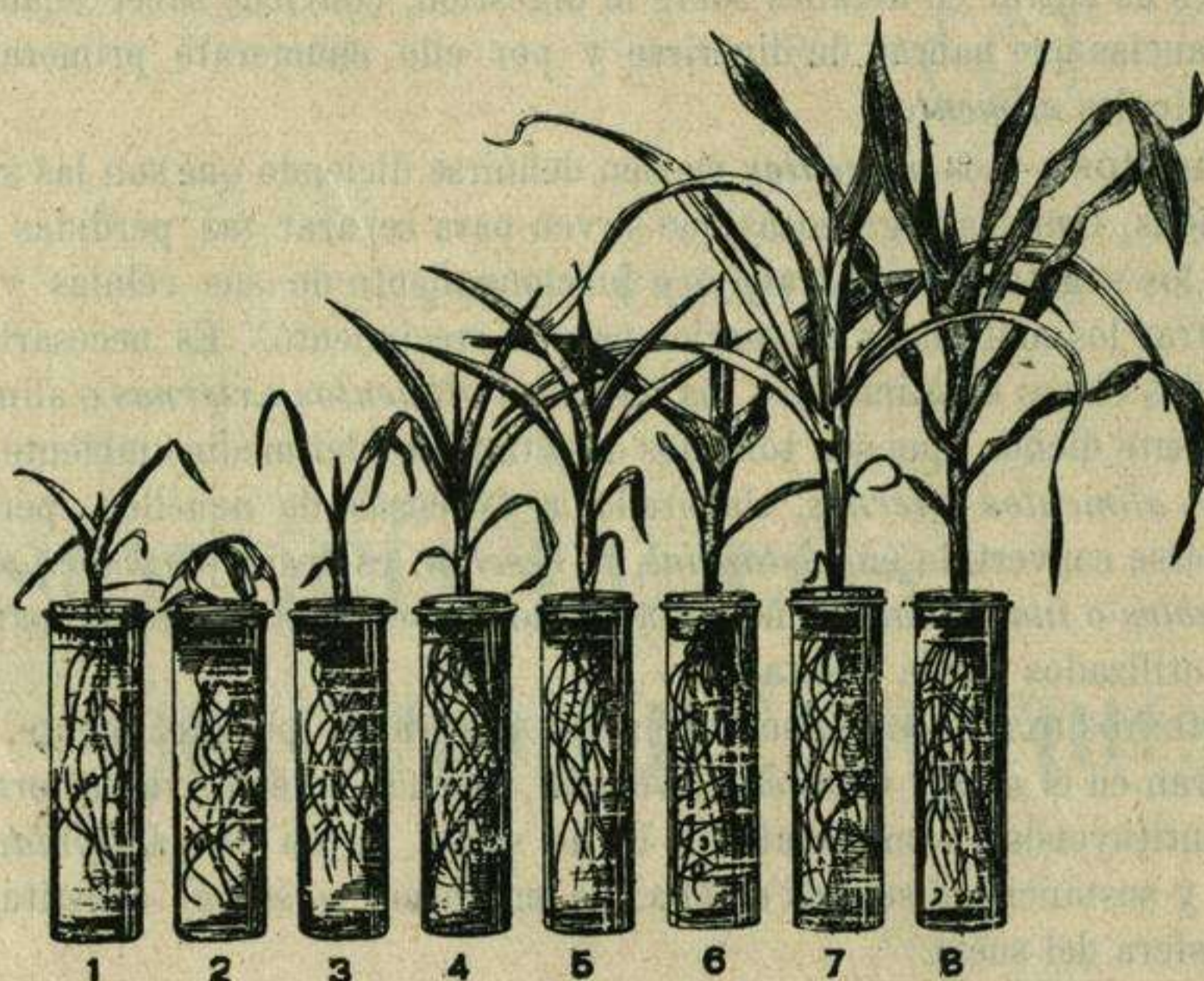


Fig. 273.—Plantas de maíz cultivadas en medios acuosos de composición conocida.— 1, en agua destilada; las restantes, con alimento incompleto: en 2, menos *K*; en 3, menos *Ca*; en 4, menos *N*; en 5, menos *P*; en 6, menos *Mg*; en 7, menos *Fe*, y en 8, completo. (De la obra *ELEMENTOS DE BIOLOGÍA*, por *E. Rioja* y *O. Cendrero*).

ral, lo toman de la atmósfera en virtud de la función clorofílica de que se hablará más adelante (pág. 126). Como ha podido apreciarse, los alimentos externos de los vegetales son *materias minerales*, mientras que los alimentos externos de los animales son, principalmente, *materias orgánicas*.

Se comprende que la *constitución física* y la *composición química* del suelo, tienen que influir grandemente en el aspecto general de la vegetación. Por lo que a la primera se refiere, todo el mundo sabe que los suelos arenosos son muy permeables y, por ello, la vegetación es de tipo *xerófilo* (página 79). Por el contrario, los suelos arcillosos son poco permeables y las plantas de tipo *higrófilo*. Y en lo relacionado con la composición química baste recordar que las plantas *halófilas*, es decir, las que viven en terrenos que contienen sal (gr. *halos*, sal; *filos*, amigo) tienen siempre un aspecto característico, muy parecido al de las plantas xerófilas: así ocurre, por ejemplo, con las plantas de las estepas y con muchas de las marismas, etcétera del litoral.

ALIMENTOS INTERNOS.—Estas *reservas nutritivas* que la planta almacena para utilizarlas en caso de necesidad, puede decirse que existen en todas las células, si bien generalmente se depositan con preferencia en algunos órga-

nos, como semillas, raíces, etc.: según se dijo, dichas reservas nutritivas son elaboradas a expensas de los alimentos minerales. A la inversa de lo que ocurre con los alimentos exteriores, estos alimentos internos son principalmente *sustancias orgánicas*, tales como azúcares, almidón, grasas, albuminoides (aleurona, cristaloides) y rara vez *sustancias minerales* (nitratos, fosfatos, etc.).

Digestión.—Por esta rápida enumeración de los alimentos se comprende que en los vegetales es menester distinguir una *digestión exterior* y una *digestión interior*. La primera se ejerce principalmente *por la raíz* y recae sobre los *alimentos exteriores* enumerados y de ellos sobre las sustancias minerales, que son los alimentos más abundantes. Sin embargo, excepcionalmente también se verifica *digestión exterior* por otros órganos de la planta, como ocurre con las llamadas *plantas carnívoras*, en cuyo caso dicha digestión se ejerce sobre sustancias orgánicas. La *digestión interior* puede verificarse en todos los órganos de la planta y recae sobre *sustancias orgánicas*, que son las que predominan en los *alimentos internos*.

DIGESTIÓN EXTERIOR.—Los pelos radicales están emitiendo continuamente anhídrido carbónico que, al combinarse con el agua del suelo, origina ácido carbónico, el cual actúa sobre las materias inorgánicas insolubles, transformándolas en solubles. La cantidad de anhídrido carbónico emitido varía de unas plantas a otras. Pueden comprobarse ambos extremos colocando a germinar semillas de varias plantas sobre una placa pulimentada de fosforita o de mármol (*fig. 274*); dicha placa se dispone a su vez horizontalmente en medio de un tiesto lleno de arena. Se riegan las semillas todos los días, y después que hayan nacido las dos o cuatro primeras hojas de las plantas se extrae la arena

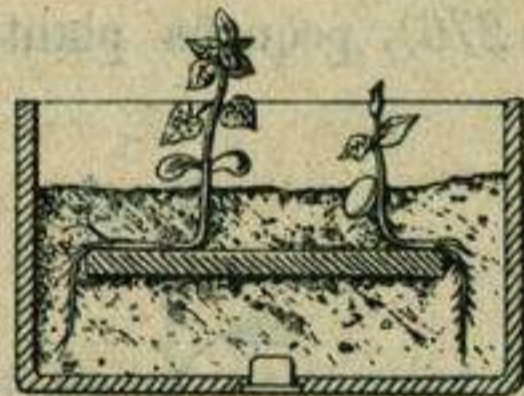


Fig. 274.—Experimento para demostrar la digestión exterior de la raíz.



Fig. 275.

que recubre la placa y se verá que ésta ha sido corroída en las regiones por donde las raíces han pasado, y con más intensidad por las de unas plantas que por las de otras. También puede hacerse patente esta emisión de anhídrido carbónico y su conversión en ácido carbónico colocando en un embudo un papel azul de tornasol y haciendo que germinen las plantas sobre él: se dispone el conjunto como indica la *figura 275*, con objeto de mantener la humedad. Al cabo de cierto tiempo se verá la impresión en rojo de los sitios por donde haya pasado la raíz. Conviene advertir que la *raíz no segrega nunca diastasas*.

La *digestión exterior* en las *plantas carnívoras* se verifica merced a un *líquido ácido* cargado de diversas *diastasas*, principalmen-

te la *pepsina*, que obra a la manera del jugo gástrico del hombre (*). Existen varias plantas carnívoras. Las principales son: la llamada en nuestro país

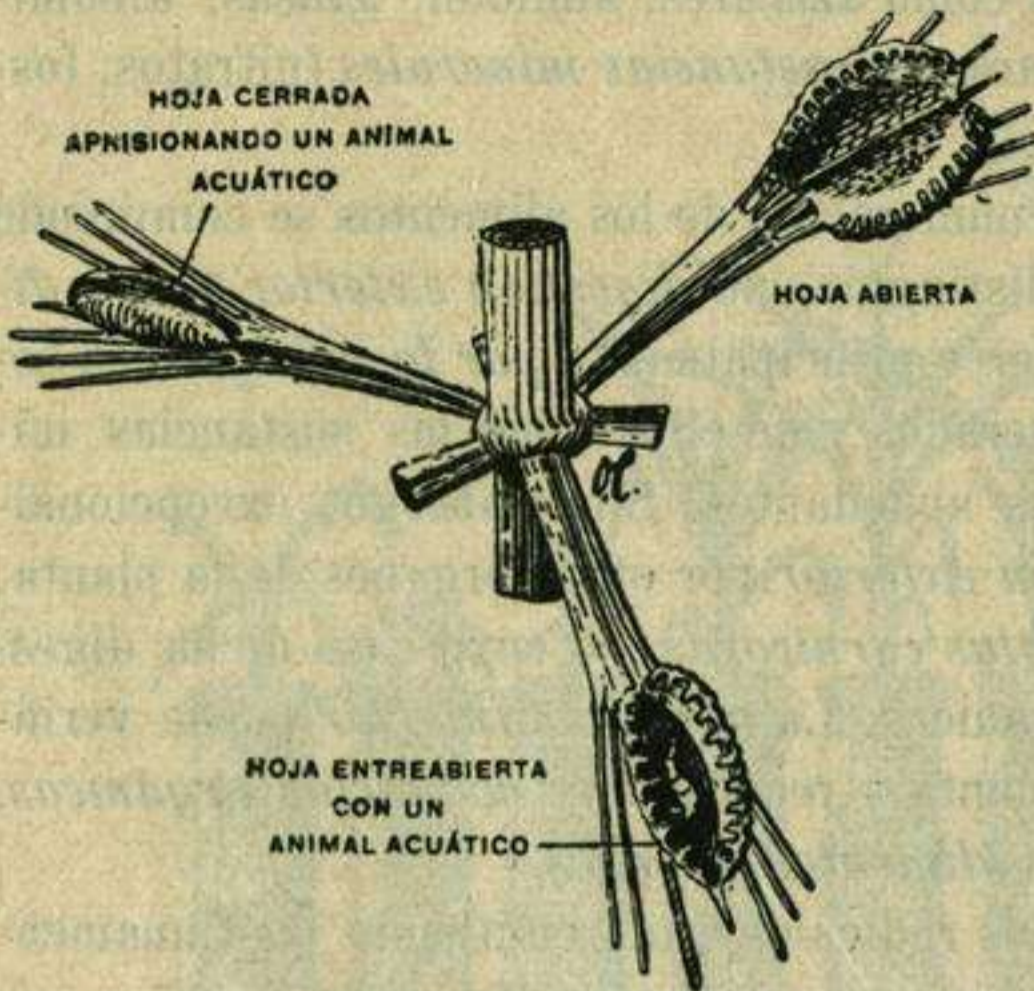


Fig. 276.—*Aldrovándia vesiculósa*.

rocío del sol (*Drósera rotundifolia*) (fig. 8), que vive en terrenos húmedos y silíceos y en la cual la cara superior del limbo de sus hojas carnosas está provista de unos pelos mazudos que son los encargados de la secreción y que cuando un insecto pequeño se posa sobre las hojas, se doblan sobre él y le aprisionan y digieren. La *Dionœa muscipula* o atrapamoscas (figura 7) es una pequeña planta norteamericana de que ya se habló (pág. 14). Una disposición análoga presenta la *Aldrovándia vesiculósa* (figura 276),

pequeña planta que vegeta en los lugares pantanosos de algunos

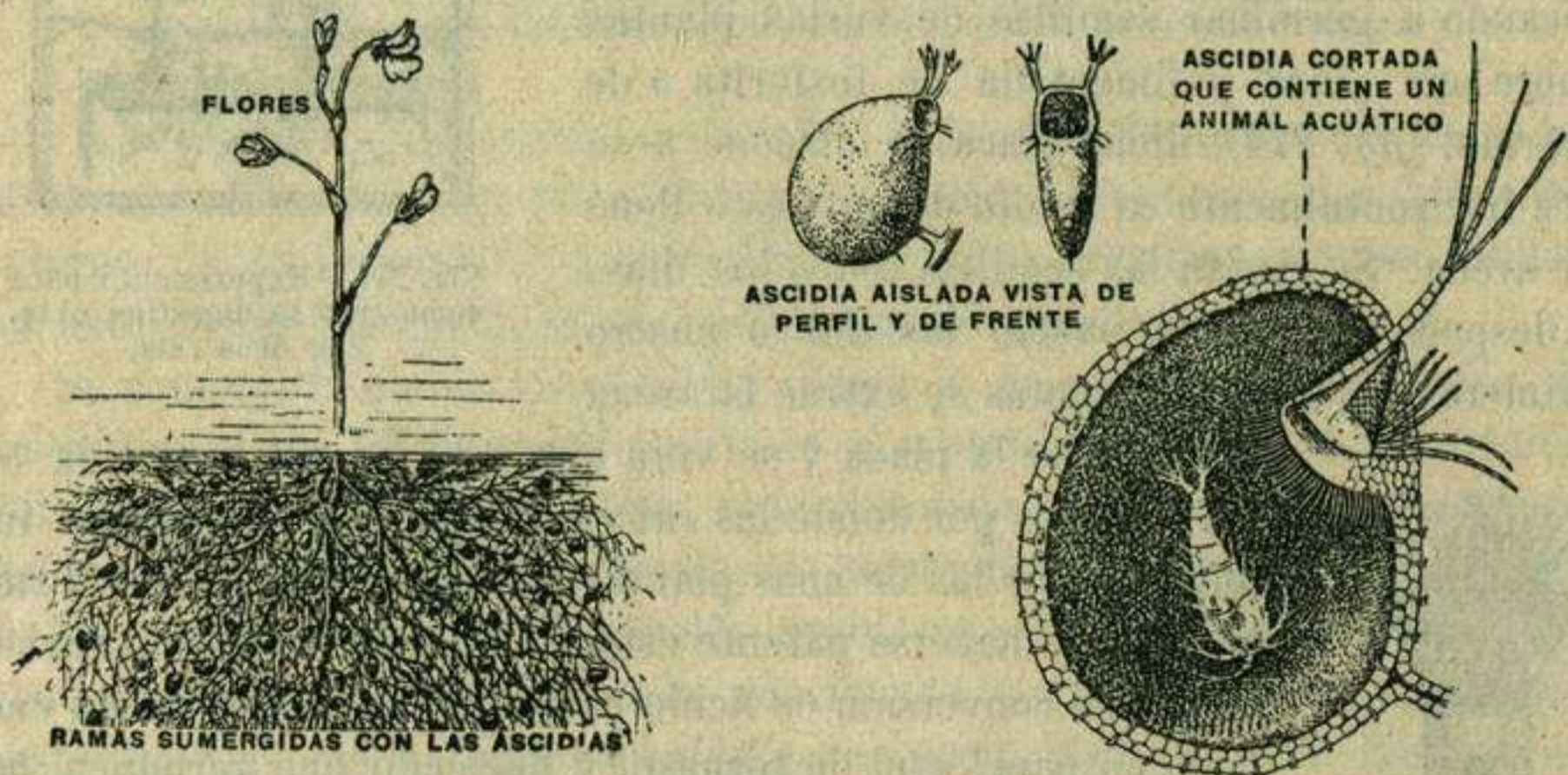


Fig. 277.—*Utriculária vulgaris*.

puntos de Italia y mediodía de Francia. La *Utriculária vulgaris* (fig. 277), que vive en las aguas estancadas de casi toda España y cuyas hojas sumergidas están provistas de pequeñas ascidias en forma de odrecillos que poseen

(*) Véase mi obra ELEMENTOS DE ANATOMÍA Y FISIOLÓGIA HUMANAS, 8.^a edic., pág. 265.

un cierre especial, en virtud del cual, cuando algún animal acuático penetra por abrirse el cierre fácilmente hacia dentro, no puede salir porque se abre difícilmente hacia fuera. Todas estas plantas digieren los pequeños animales que capturan.

DIGESTIÓN INTERIOR.—Se verifica principalmente gracias a las *diastasas* o *fermentos* que segregan las células y que dan por resultado la conversión de las sustancias insolubles e inasimilables en solubles y asimilables. Se verifica particularmente en los cotiledones de las semillas en vía de germinación; en los tubérculos, etc., en análogas circunstancias; al originarse las raicillas secundarias; etc. Las principales diastasas son: la *amilopsina* o *amilasa*, que hidrata el almidón y le transforma en dextrina y maltosa; la *invertina* o *invertasa*, que convierte la sacarosa en glucosa y levulosa; la *saponasa*, *lipasa* o *esteapsina*, que desdobra las grasas en los ácidos grasos y glicerina; la *pepsina*, que en un medio ácido convierte los albuminoides inasimilables en los asimilables llamados peptonas; la *celulasa*, que, en último término, convierte la celulosa en glucosa; etc.

ABSORCIÓN

La *absorción* consiste en la *penetración* y *difusión* de las sustancias nutritivas en el interior del vegetal. Las sustancias nutritivas que el vegetal absorbe no son sólo las llevadas en disolución por el agua del suelo, sino que el oxígeno, el nitrógeno y el anhídrido carbónico del aire son también absorbidos; pero como su absorción es objeto de otras funciones (respiración, asimilación, etc), se estudiará en éstas con algún detenimiento.

Absorción por las raíces.—La función esencial de la raíz, aparte de servir para fijar la planta al suelo, es la de *absorber del suelo el agua con las materias que lleva en disolución*. Esta absorción no se verifica más que por los *pelos radicales*, a lo que es debido el nombre de *pelos absorbentes* con que también se los conoce. Para demostrarlo se toman tres plantas que hayan acabado de germinar entre musgo húmedo y cuya raíz no haya comenzado a ramificarse. Se coloca cada una en un vaso que tenga agua y aceite, de modo que la raíz de la primera introduzca en el agua toda la punta hasta los pelos radicales, y éstos y el resto de la raíz queden en el aceite (*fig. 278*); la de la segunda se dobla de tal modo (*fig. 279*), que la punta y parte de la región situada encima de los pelos radicales queden en el agua y

éstos en el aceite, y, por fin, la tercera (*fig. 280*), de modo que sólo los pelos radicales queden en el agua. Al cabo de cierto tiempo se ve que las dos primeras se marchitan y mueren, mientras que la tercera vegeta lozanamente.

ABSORCIÓN DE LOS LÍQUIDOS POR LAS HOJAS.—Se verifica en todas las plantas acuáticas como las ya citadas *Sagittaria* y *Ranunculus* (pág. 108) y

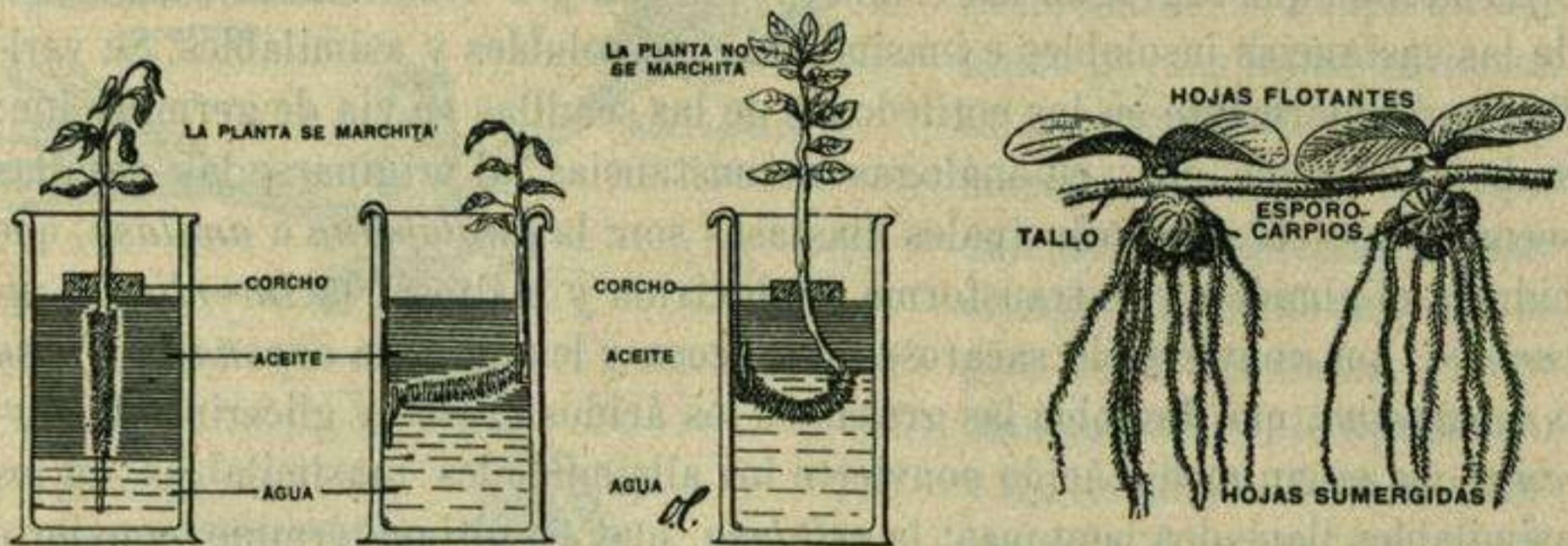


Fig. 278. Fig. 279. Fig. 280.
Experimentos para demostrar la absorción radical.

Fig. 281.—*Salvinia natans* con las hojas sumergidas provistas de pelos absorbentes.

otras varias, algunas de las cuales (*fig. 281*), para el mejor ejercicio de su función, poseen hojas que semejan raíces reducidas a un haz de nervios. También las *plantas terrestres* son capaces de absorber agua por las hojas y tallos jóvenes: puede probarse cortando una rama joven en forma de Y, e introduciendo en agua una de las ramas se ve que la otra sigue viviendo.

CIRCULACIÓN

Savia ascendente.—El líquido absorbido por la raíz recibe el nombre de *savia*. Dicho líquido no queda detenido en los pelos radicales y tejidos próximos, sino que, atravesando la capa pilífera, corteza y periciclo, llega hasta los *vasos leñosos* (*fig. 282*), que le conducen a lo

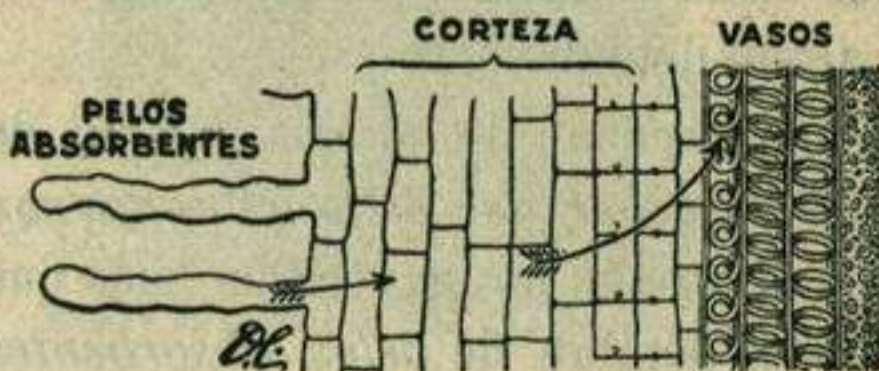


Fig. 282.—Trayecto seguido por la savia ascendente en la región de los pelos radicales.

largo de la raíz y del tallo hasta las hojas. Por esto, dicha savia recibe el nombre de *savia ascendente*, denominándose también *savia no elaborada* o *bruta*, porque no sirve para la nutrición hasta que no llega a los órganos verdes del vegetal, donde pierde agua y se le agregan diversas sustancias nutritivas fabricadas por dichos órganos.

denominándose también *savia no elaborada* o *bruta*, porque no sirve para la nutrición hasta que no llega a los órganos verdes del vegetal, donde pierde agua y se le agregan diversas sustancias nutritivas fabricadas por dichos órganos.

Para demostrar que el ascenso de la savia se verifica por los vasos leñosos, se toman plantas de judías, etc., en vía de germinación y se las coloca en una disolución muy diluída de la sustancia colorante llamada azul de metileno. Si al cabo de dos o tres horas se da un corte transversal al tallo o a la raíz, se verá que no están coloreados de azul más que los haces leñosos. Si la raíz o el tallo de una de estas plantas se corta lo más arriba posible de los pelos radicales y se seca el corte con un papel de filtro, se ve que al cabo de poco tiempo aparecen unas gotitas de savia en los puntos correspondientes a los vasos leñosos seccionados.

Las causas del ascenso de la savia son tres: la *presión osmótica*, la *capilaridad* y la *transpiración y clorovaporización*. La *presión osmótica* es la fuerza que determina la mezcla de dos líquidos de *densidades diferentes* a través de una membrana permeable: la corriente principal va del líquido menos denso al más denso, y gracias a esta propiedad, las sustancias son absorbidas por los pelos radicales y conducidas a lo largo de toda la planta. Pero a la fuerza de la presión osmótica se suma la de la *capilaridad*, que consiste en el ascenso de los líquidos por los tubos de pequeño calibre por efecto de la atracción que las paredes de éstos ejercen sobre dichos líquidos. Como los vasos leñosos son de calibre pequeñísimo y la capilaridad está en razón inversa del calibre de los tubos, el poder ascensional que esta circunstancia determina es considerable.

La existencia de ambas fuerzas puede demostrarse por medio de un sencillo y ya clásico experimento dado a conocer por el naturalista inglés Halles, y que consiste en cortar en primavera, y antes de que hayan salido las hojas, el tallo de un vegetal (vid) al nivel del suelo: se ajusta un tubo de vidrio al tallo y se le ata sólidamente, poniéndole además un cemento cualquiera. Al cabo de un cierto tiempo la savia asciende por el tubo de vidrio hasta un nivel más elevado que la altura del vegetal cortado (*fig. 283*).

Por último, la *transpiración y clorovaporización*, que consisten (véase la página siguiente) en la emisión de vapor de agua por los órganos aéreos del vegetal, tienen gran influencia en el ascenso de la savia, el cual está en razón directa de la intensidad de ambas funciones.

Savia elaborada.—Cuando la savia bruta llega a las hojas y demás partes verdes del vegetal, se concentra por efecto de la pérdida de agua indicada, y las sustancias inorgánicas que contiene se combinan con diversos compuestos orgánicos allí elaborados, resultando así la *savia elaborada*, más



Fig. 283.—Experimento de Halles.

pobre en agua y más rica en sustancias nutritivas que la savia bruta. Esta savia camina desde la hoja a la raíz y por esto recibe también el nombre de *savia descendente*.

Los *vasos liberianos* son los encargados de conducir la savia descendente, y se prueba esto quitando en una rama joven de un árbol (sauce, chopo) un anillo de lo que se llama vulgarmente corteza (pág. 103). Quedan así seccionados los haces liberianos, y secando con un papel de filtro los dos bordes de la sección se ve que al cabo de cierto tiempo aparecen en el borde superior unas gotitas de savia, mientras que en el inferior no aparecen. Además, si se deja vivir esta rama se ve que adquiere más vigor que las ramas vecinas, y si se hace el experimento en un árbol frutal los frutos nacidos en dicha rama son también más voluminosos, por haber utilizado para su crecimiento la savia que normalmente hubiera ido a repartirse por todo el vegetal.

El descenso de la savia elaborada está asegurado por el consumo constante que de ella hacen los órganos en vía de crecimiento y es mucho más lento que el ascenso de la savia no elaborada.

TRANSPIRACIÓN, CLORO- VAPORIZACIÓN Y EXUDACIÓN

Transpiración.—La savia ascendente lleva un exceso de agua. Este exceso de agua no sólo no ha de ser utilizado por el vegetal, sino que hasta le sería perjudicial, por lo cual es emitido al exterior en forma de vapor: esta emisión del vapor de agua constituye la *transpiración*, la cual se verifica de *una manera continua* por los estomas de la planta.

Pero a esta transpiración que se verifica continuamente *en todos los vegetales aéreos*, se agrega *en los vegetales provistos de clorofila* una segunda transpiración que se realiza *sólo a la luz* y gracias a las *radiaciones luminosas y caloríficas* absorbidas por la *clorofila*, parte de las cuales son utilizadas por la planta para hacer pasar al estado de vapor una cantidad variable del agua contenida en los líquidos celulares. Esta transpiración recibe el nombre particular de *clorovaporización*.

Para demostrar la *transpiración* hay que proceder siempre a operar *en la oscuridad*, y se pueden hacer varios experimentos, de los cuales los princi-

pales son los siguientes: se toma un tiesto con una planta cualquiera, siendo preferible que tenga muchas hojas; se coloca encima de la tierra un disco de



Fig. 284.
Transpiración.

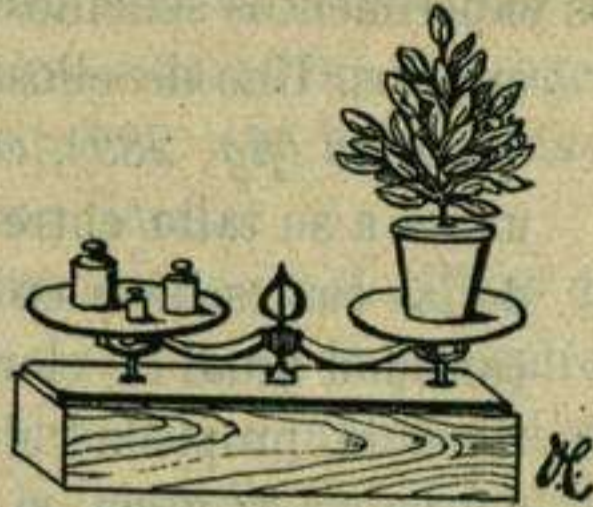


Fig. 285.
Experimento para demostrar la transpiración.

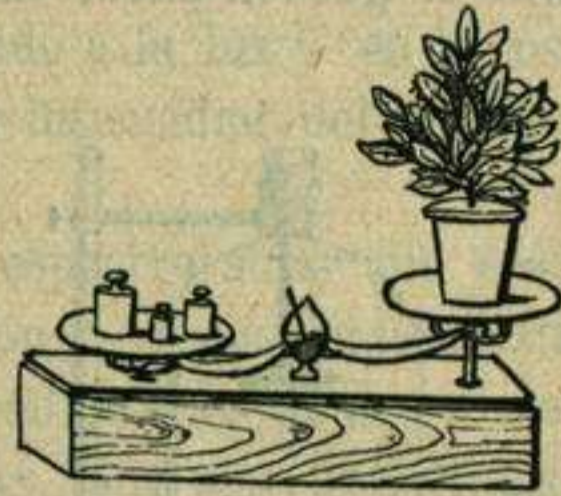


Fig. 286.

plomo o de vidrio provisto de una ranura que permita pasar el tallo de la planta y de un orificio al que pueda ajustarse un tapón de caucho, por si se quiere regar la planta en el curso del experimento. Se tapa con un cemento cualquiera o con parafina la unión entre el disco, pared del tiesto y tallo de

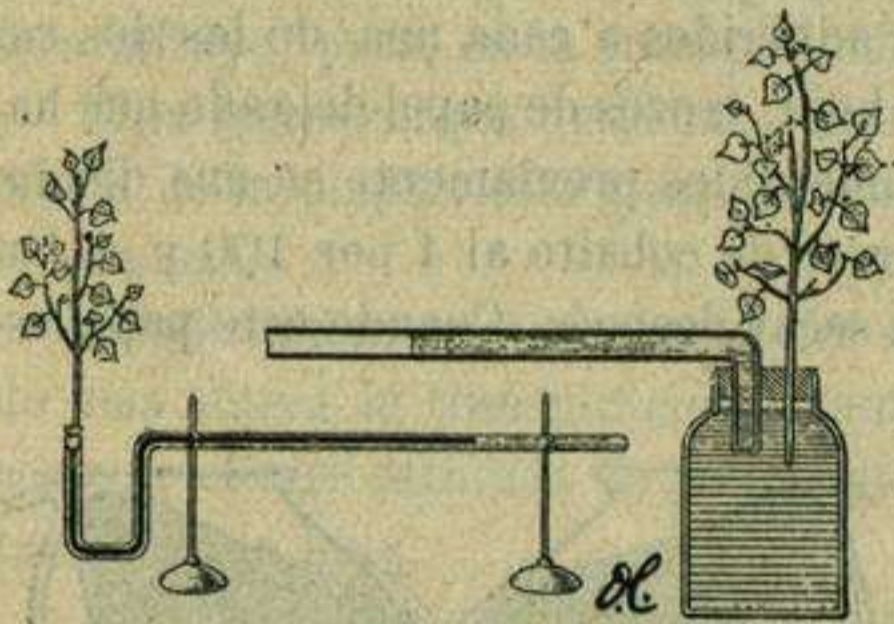


Fig. 287.
Aparatos para medir la transpiración.

Fig. 288.

la planta; se recubre también la ranura del disco con la misma sustancia y, por último, se barniza el tiesto por toda su superficie; de esta manera se tiene la seguridad de que el agua no se evapora más que por el tallo y por las hojas de la planta. Si este tiesto así dispuesto se coloca debajo de una campana de vidrio (*fig. 284*) que a su vez se pone sobre una placa de vidrio esmerilado, se verá que al cabo de

cierto tiempo existen gotitas de agua en las paredes de la campana.

Si este mismo tiesto se pone en uno de los platillos de una balanza y se equilibra ésta por medio de pesas colocadas en el otro platillo (*fig. 285*), al cabo de algún tiempo se ve que el equilibrio se rompe, encontrándose más bajo el platillo donde están las pesas (*fig. 286*), lo que prueba que la planta ha transpirado: por este procedimiento puede averiguarse exactamente la cantidad de agua que la planta pierde en un tiempo dado. Dicha cantidad puede también medirse por medio de un tubo acodado (*fig. 287*), cuya rama larga está dividida, o sencillamente por medio de un frasco y un tubo dispuestos como indica la *fig. 288*. En ambos casos se llenan completamente de agua y se tapan por medio de un tapón de caucho que ajuste herméticamente, y por uno de cuyos orificios se hace pasar una rama con hojas. Algún tiem-

po después, se ve que en la rama larga ha descendido el agua un cierto número de divisiones.

Para demostrar que el vapor de agua sale *exclusivamente por los estomas* se pueden hacer varios experimentos sencillos, de los que no citaré más que dos. Uno de ellos, llamado *experimento de Garreau* (*fig. 289*), consiste en colocar una hoja unida a su tallo entre dos campanas, cada una de las cuales lleva en una pequeña cápsula una cantidad igual de cloruro cálcico, sustancia que tiene la propiedad de apoderarse rápidamente del vapor de agua: si la hoja es *horizontal* (página 113) el cloruro cálcico de la campana inferior aumenta de peso, mientras que en el mismo tiempo el aumento apenas es perceptible en la superior. Si la hoja es *vertical* el aumento es próximamente igual en las dos campanas. Ambos hechos están en relación con la distribución de los estomas en dichas hojas.

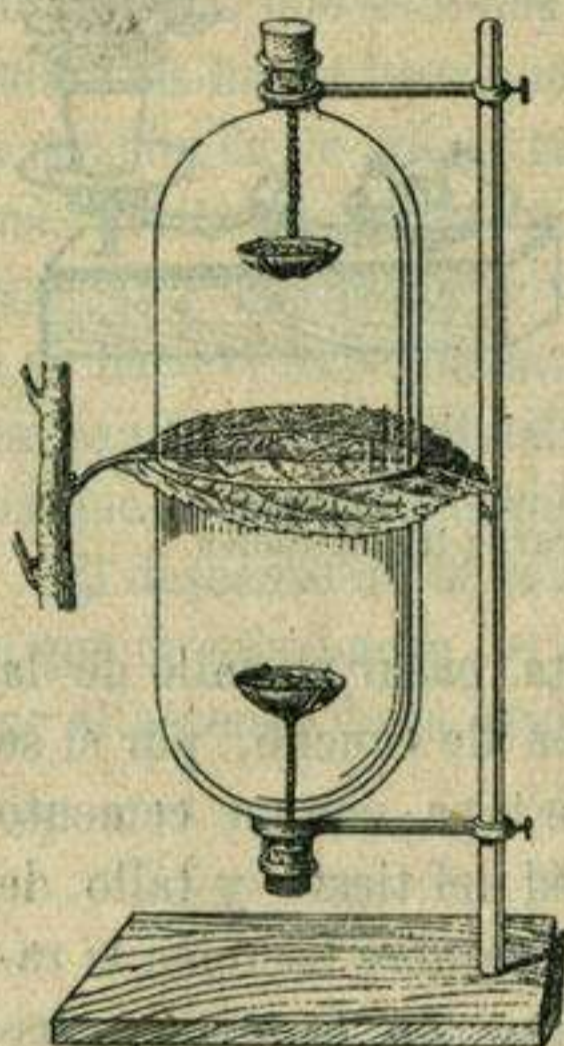


Fig. 289. — Experimento de Garreau.

tá seco tiene color azul, pero en cuanto se humedece toma color rosa. Pues bien: levantado el papel después de llevar un rato adherido a la hoja, se ve que sobre el fondo azul destacan puntos rosa muy visibles si se mira con una lente. Estos puntitos corresponden al ostiolo de los estomas.

Los estomas sirven también para *regular* la transpiración a causa de que las células que les forman gozan de movimientos que las permiten abrir el ostiolo o cerrarle completamente. Gracias a estos movimientos de los estomas, cuando la humedad del ambiente y la luz son relativamente grandes, los estomas se abren; por el contrario, la oscuridad y el ambiente seco, determinan que se cierren (*fig. 290*).

En la pág. 78 se vió la influencia que la constitución de la epidermis, etc. ejerce en la transpiración, tanto en los vegetales xerófilos como en los higrófilos.

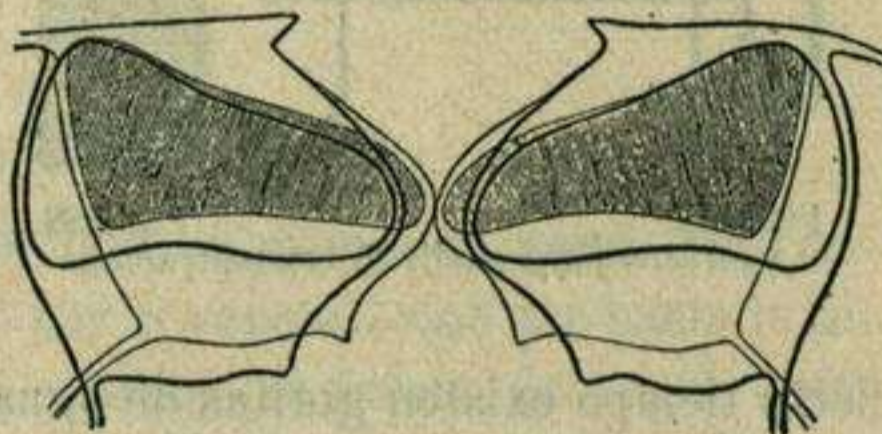


Fig. 290. — Corte vertical de un estoma en el que se representan los dos estados diferentes de los movimientos del mismo. — Las *líneas delgadas* representan el ostiolo cerrado. — Las *líneas gruesas* representan el ostiolo abierto. (S. Schwendener).

Clorovaporización.—Todo lo que acaba de decirse a propósito de la transpiración, puede aplicarse a la *clorovaporización*, que en esencia no difiere de la anterior más que en la intensidad con que tiene lugar el fenómeno de la emisión del vapor, pues ésta es mucho más intensa a la luz que en la oscuridad. Puede demostrarse esta afirmación haciendo a la luz y en la oscuridad los experimentos citados, y se verá la mayor intensidad del fenómeno a la luz durante el mismo tiempo.

Todas las radiaciones luminosas y caloríficas del espectro solar que sean absorbidas por la clorofila, acentuarán la transpiración y se suspenderá ésta con las radiaciones que la clorofila no absorbe. Las radiaciones azules y violetas, que son luminosas, y las rojas y anaranjadas, que son caloríficas, aumentan la transpiración porque son absorbidas por la clorofila. Las radiaciones verdes, que no son absorbidas, no ejercen influencia sobre la transpiración. Esto se prueba colocando plantas en las condiciones conocidas, en colores aislados del espectro solar.

Influencia de algunos agentes sobre la transpiración y clorovaporización.—Se comprende que cuando la cantidad de *vapor de agua* que existe en la atmósfera es muy grande, la planta no podrá expulsar el suyo con tanta facilidad como si es pequeña. El estado *higrométrico* de la atmósfera influye, pues, en la transpiración.

Si la *temperatura* ambiente es muy elevada, dentro del límite de resistencia de la planta, ésta transpira con mucha mayor intensidad que cuando lo es poco.

El *movimiento o renovación del aire* también tiene gran influencia, siendo más activa la transpiración cuanto mayor es aquél, puesto que permite renovar el aire saturado de vapor que se encuentra en los estomas y en contacto con la hoja.

El *aire seco a una temperatura elevada y renovado continuamente* será el mejor factor para *favorecer la transpiración y clorovaporización*. Inversamente, *pueden cesar en absoluto* cuando el *aire se encuentra casi inmóvil, saturado de vapor de agua y a la misma temperatura que la planta*. Cuando llega este caso, como la absorción por las raíces continúa, la planta tiene necesidad de desprenderse del exceso de vapor de agua de la savia ascendente, y entonces por los *estomas acuíferos* (pág. 113) sale el *agua* al exterior. Este fenómeno recibe el nombre de *exudación* o *sudación* y no puede confundirse con el *rocío*, porque éste consiste en la condensación del vapor de agua de la atmósfera en *toda* la superficie de la hoja, mientras que el agua que sale por exudación lo hace siempre por los *dientes* o por el *ápice* de la hoja, que es donde están localizados los estomas acuíferos. La exudación puede demostrarse colocando debajo de una campana un tiesto regado, en el que haya trigo o cebada recién germinados. Cuando el aire que contiene la campana se satura de vapor de agua, la transpiración cesa, y en la punta de

cada hoja aparece una gota de agua. Esta exudación es más abundante y casi continua en los órganos llamados *nectarios* (pág. 160), en las *plantas carnívoras* y en las *ascidias*.

Lee 30 (7)
15

ASIMILACIÓN

Consiste en un proceso anabólico, es decir, sintético o constructor, en virtud del cual se verifica la incorporación al protoplasma de los alimentos que el vegetal toma del medio ambiente. Cuanto mayor sea la asimilación, tanto mayor será el *crecimiento*.

Es preciso distinguir la *asimilación clorofílica* y la *asimilación protoplásmica*. La primera se llama así, y también *fotosíntesis*, *biosíntesis* y *función clorofílica*, porque se verifica *por intermedio de la clorofila*, la cual, merced al concurso de las radiaciones solares, *puede transformar sustancias exclusivamente minerales en sustancias orgánicas*; dicha asimilación sólo se verifica, por lo tanto, en los vegetales provistos de clorofila (págs. 22 y 38).

Por el contrario, la *asimilación protoplásmica* se verifica *en todas las células vivas* de los vegetales y es la *única* que existe en los vegetales que carecen de clorofila, *debiendo verificarse siempre a expensas de las sustancias orgánicas carbonadas elaboradas por los vegetales con clorofila* y también de sustancia mineral asimilable.

Asimilación clorofílica.—Acaba de indicarse que sin asimilación clorofílica no puede haber asimilación protoplásmica por carecer ésta de materiales para ello, y como dicha carencia la experimentan, no sólo las células vegetales desprovistas de clorofila, sino también *todas las células animales*, de ahí que se diga con gran exactitud que la *asimilación o función clorofílica* es la «*condición de permanencia de la vida sobre el globo*», puesto que gracias a ella el anhídrido carbónico del aire y las distintas sustancias inorgánicas del suelo son transformadas en sustancias orgánicas.

La *asimilación clorofílica* es una función muy compleja, pero *fundamentalmente* consiste: 1.º, en la *absorción del anhídrido carbónico del aire* y en la *descomposición* en sus dos elementos, *fijando el carbono* y *desprendiendo el oxígeno*. 2.º, en la *formación de sustancias ternarias, principalmente almidón, a expensas del carbono absorbido*. 3.º, en la *formación de diversas sustancias nitrogenadas, principalmente albuminoides, a expensas de las sustancias anteriormente originadas y del nitrógeno de los nitratos y de las sales amoniacaes tomados del suelo*.

ASIMILACIÓN DEL CARBONO.—Consiste, según acaba de decirse, en la pro-

riedad que tienen los órganos provistos de clorofila de *absorber el anhídrido carbónico del aire*, fijar el *carbono* que tanto necesitan para formar los compuestos carbonados tan abundantes en su organismo (azúcares, almidón, lignina, etc.) y *desprender oxígeno*.

Esta *absorción del anhídrido carbónico* y la *descomposición subsiguiente no se verifican más que por intermedio de la clorofila y en presencia de la luz*, como se prueba con el siguiente experimento (*fig. 291*): se toma cualquier planta acuática verde y se introduce en una probeta o en un frasco cualquiera completamente lleno de agua; se agrega un poco de agua de Seltz para tener la seguridad de que existe anhídrido carbónico en cantidad para la planta, o bien se sopla en el agua por medio de un tubo con el mismo fin; se tapa con un cristalizador y el conjunto se invierte echando en seguida un poco de agua en el cristalizador. También puede disponer-

se como indica la *fig. 292*. Todo ello se expone a la acción directa de los rayos solares y enseguida se verá que de la superficie de las plantas sale gran cantidad de burbujitas que se reúnen en la parte alta del frasco, probeta o tubo: a la luz difusa el desprendimiento es menor. Cuando se tenga ya bastante gas se puede reconocer que es oxígeno sacando las plantas o el tubo e introduciendo una cerilla recién apagada y que tenga aún un punto en ignición: esta cerilla se encenderá enseguida.

Si el experimento se hizo con agua de Seltz solamente, el desprendimiento de oxígeno es más activo y después de algún tiempo se ve que el agua ha perdido su gusto típico, es decir, el anhídrido carbónico.

Por el contrario, si por medio de un tubo acodado se agrega agua de cal al agua donde se hallan las plantas desprendiendo oxígeno, éste se suspende inmediatamente, porque al combinarse la cal con el anhídrido carbónico, faltará éste. Si los experimentos anteriormente citados se hacen en una cámara oscura, tampoco se produce oxígeno, así como si se hacen con plantas privadas de su clorofila por una larga permanencia en una cámara oscura. Queda así demostrado, por tanto, que *en presencia de la luz y gracias a la clorofila* la planta absorbe anhídrido carbónico y desprende oxígeno. Veamos ahora el papel que ambos factores desempeñan.

Función de la clorofila.—La misión de la clorofila consiste en *absorber*

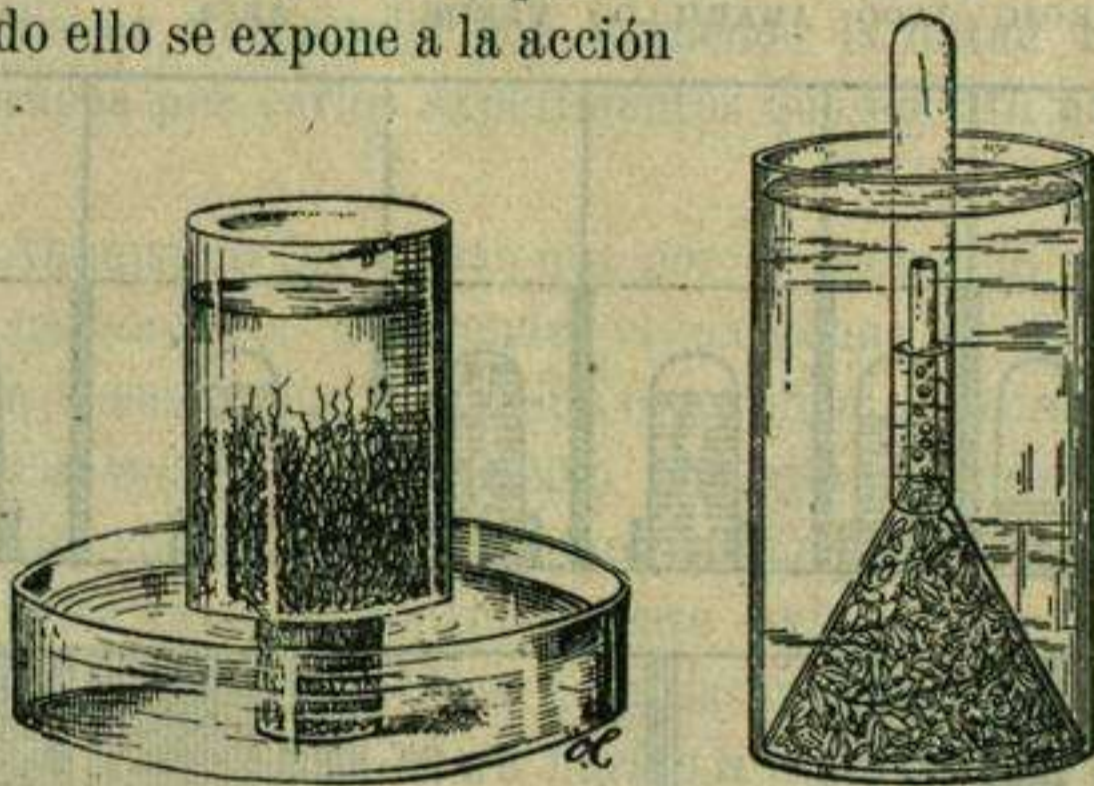


Fig. 291. Fig. 292.
Experimentos para demostrar la función clorofilica.

algunas radiaciones luminosas y caloríficas, puesto que como la mayor parte de las reacciones que se verifican en las células se hacen con absorción de calor y éste no puede ser suministrado por la planta misma por no poseerle en cantidad suficiente, es menester que la clorofila lo tome de las radiaciones solares, que son las que pueden proporcionárselo.

Para demostrarlo se dispone un espectro *solar puro* de la siguiente manera. Por la estrecha hendidura de un colimador situado en la abertura de una cámara oscura se deja pasar un rayo de luz solar y se hace que atraviese una lente cilíndrica y un prisma situado en el foco de la lente: así se obtendrán muy visibles los siete colores del espectro (rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violado) (*fig. 293*). Si en estas condiciones se interpone una disolución de clorofila (pág. 38) en el trayecto del rayo luminoso, en lugar de estos

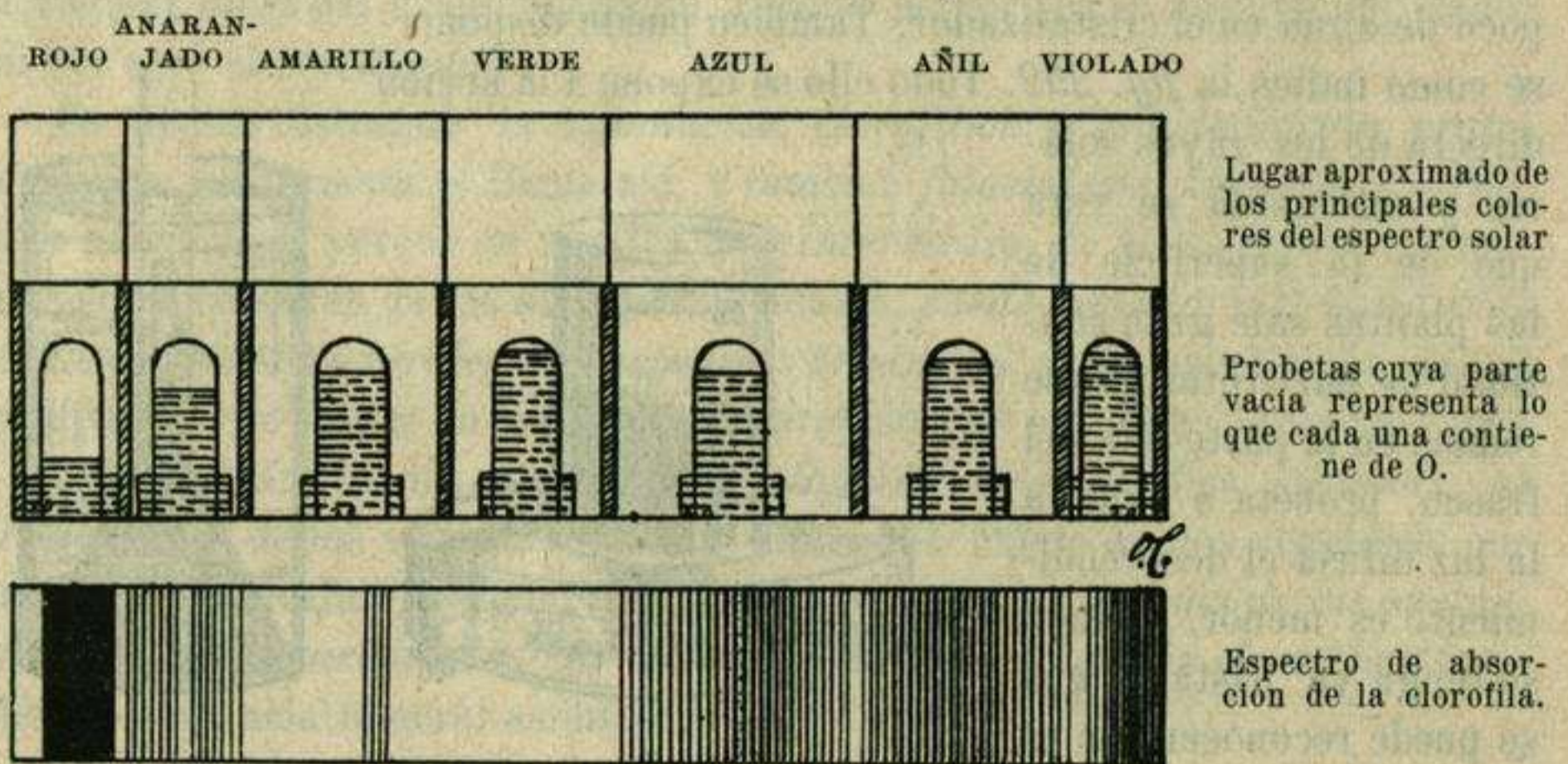


Fig. 293.-Demostración de la influencia de las distintas radiaciones solares en la función clorofilica.

siete colores del espectro solar se obtiene un espectro especial llamado *espectro de absorción de la clorofila*, caracterizado porque algunas de las bandas coloreadas del espectro solar son reemplazadas por bandas más o menos oscuras (*figura 293*), debido a que dichos rayos reemplazados *son absorbidos* por la clorofila. La única banda que conserva su color es la *verde*, es decir, que dichos rayos no son absorbidos por la clorofila. En los restantes existen siete bandas negras: cuatro estrechas, situadas en la parte menos refrangible del espectro, es decir, en el *rojo, anaranjado y amarillo*; y tres anchas, situadas en la parte más refrangible, o sea en el *azul, añil y violado*. De todas ellas las más negras *son las situadas en el rojo y en el violeta, lo cual quiere decir que dichos rayos son los que más absorbe la clorofila*.

Empleo de las radiaciones absorbidas.—La energía suministrada por estas radiaciones sirve, *en su mayor parte*, para la función de la *clorovaporización*, ya estudiada (pág. 125), y en una *cantidad relativamente pequeña* para la *asimilación clorofilica*. Para demostrar esta última función se dispo-

ne un *espectro puro* lo más ancho posible y se separan unas de otras las bandas coloreadas por medio de pequeñas pantallas (*fig. 293*). Separados así los colores, se coloca en el espacio ocupado por cada uno de ellos una estrecha probeta, con los mismos elementos que en el experimento antes citado (pág. 127). Al cabo de algunas horas las distintas probetas tienen un contenido también distinto de oxígeno, desde la colocada en el *verde*, en la que no hubo ningún desprendimiento, hasta la colocada en el *rojo*, que es en la que más hubo, pudiendo verse las gradaciones intermedias en la *fig. 293*.

Se ve, por tanto, que las radiaciones que son más absorbidas por la clorofila son también las que mayor desprendimiento de oxígeno determinan.

Sin embargo, este método no es exacto en su totalidad, porque con él apenas se acusa desprendimiento de oxígeno en las probetas situadas en el añil y violado, a pesar de que hacen desprender por lo menos la mitad de oxígeno que el rojo, como se prueba por varios experimentos que no cito por no ser fáciles de realizar.

Formación del almidón.—Aunque no fuera más que por el hecho de absorber las plantas el anhídrido carbónico y desprender el oxígeno, ya sería título bastante que justificara la frase de que la función clorofílica es «*condición de permanencia de la vida sobre el globo*», puesto que estando produciéndose continuamente anhídrido carbónico por las combustiones, respiración, etc., y estando consumiéndose también continuamente oxígeno por las mismas causas, si no fuera por la función clorofílica llegaría un momento en que el exceso de CO_2 y la falta de O en la atmósfera harían a ésta incompatible con la vida.

Pero ya sabemos que no es por esto sólo, sino porque gracias a la función clorofílica las sustancias inorgánicas se transforman en sustancias orgánicas. Veamos cómo se verifica esto para el almidón.

El carbono del CO_2 absorbido por la planta es utilizado por los cloroplastos en presencia de la luz para convertirle en almidón. Se prueban ambas afirmaciones por medio de algunos sencillos experimentos. Si se toma una planta verde cualquiera y se la coloca en la oscuridad, se descolora por ir perdiendo progresivamente su clorofila, y pasado algún tiempo desaparece totalmente el almidón de sus hojas, según puede apreciarse observando luego al microscopio un corte de éstas.

Puede hacerse muy ostensible la influencia de la luz en la formación del almidón aplicando una hoja de papel de estaño sobre las dos caras de una hoja verde no aislada de la planta; si una o las dos hojas de papel de estaño se horada de modo que aparezca en hueco un dibujo cualquiera, la palabra almidón, por ejemplo, y se deja la hoja a la luz, no se produce almidón más que en el sitio donde está dicha palabra (*fig. 294*), como puede demostrarse lavando enseguida la hoja con agua yodada, que, como tiene la propiedad de

azular al almidón, hace que la palabra o dibujo hecho se destaque muy bien en azul sobre el resto verdoso de la hoja.

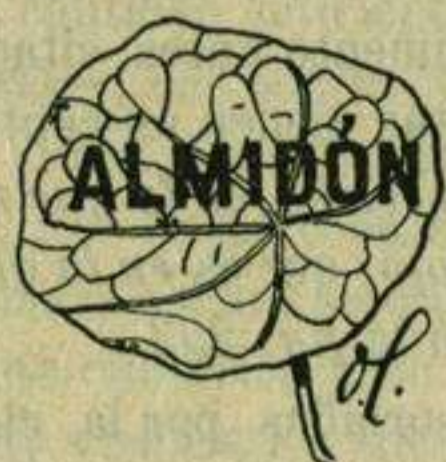


Fig. 294

Se demuestra que sin *anhidrido carbónico* no se forma almidón colocando una planta debajo de una campana, en la que se colocan también varios recipientes con potasa cáustica, que tiene la propiedad de apoderarse del CO_2 del aire. Al cabo de algún tiempo se ve, por el procedimiento que acaba de indicarse, que las hojas carecen de almidón.

Las reacciones químicas que conducen a la formación del almidón no son exactamente conocidas: desde luego es poco verosímil que el CO_2 sea descompuesto directamente por la clorofila y que desprendiéndose el O se combine el C con el agua, originándose el almidón. Y no es verosímil, porque necesitando la descomposición del CO_2 unas 94 calorías para dejar libres sus dos elementos, resulta que sería menester una cantidad tan grande de calor para disociar todo el CO_2 que la planta necesita, que es realmente incompatible con la vida de la planta. Por esto se han emitido varias hipótesis, de las que la más admitida es la siguiente: combinándose el CO_2 con el agua (H_2O) se origina el *metanal*, *aldehido fórmico* o *metílico*, también llamado *formol*, y se desprende oxígeno [$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_2\text{O}$ (o formol) + O_2]. Polimerizándose el formol, es decir, condensándose varias moléculas de formol, se origina la *glucosa* [$(\text{CH}_2\text{O})^6 = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ o glucosa]; esta glucosa, deshidratándose, originará la *dextrina* ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - \text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ o dextrina), la que polimerizándose origina el *almidón* ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)⁵.

Como el aldehido fórmico es una sustancia muy tóxica, a medida que se forma se va convirtiendo en glucosa, lo que se ha probado nutriendo plantas, no con el aldehido, sino con sustancias capaces de producirlo por desdoblamiento, y se ha visto que, en último término, se originaba almidón. Además, en los laboratorios puede hacerse la síntesis de la glucosa (y de ésta la dextrina y el almidón) por la condensación de seis moléculas de aldehido. Finalmente, el *metanol* o *alcohol metílico*, que es un derivado del aldehido, se encuentra muy repartido entre los vegetales, de los cuales se extrae con el nombre de *alcohol de madera*. También otros cuerpos metílicos, como el *ácido fórmico* o *metanoico*, se encuentran en varios vegetales.

ASIMILACIÓN DEL NITRÓGENO DE LOS NITRATOS Y DE LAS SALES AMONIACALES: FORMACIÓN DE LOS ALBUMINOIDES.—La mayor parte de las plantas no pueden tomar directamente como alimento el nitrógeno, tan abundante en la atmósfera. Por ello toman dicho elemento de *los nitratos* y de *las sales amoniaca-les del suelo*. Las reacciones químicas que conducen a dicha formación son igualmente desconocidas. Sólo se sabe que los *nitratos* potásico y cálcico *desaparecen* en las *hojas verdes expuestas al sol* y se *acumulan* en las mis-

a partir de la glucosa la planta tiene la parte en el fruto llamada almidón

mas *hojas colocadas en la oscuridad*. Quiere decir esto, que la *asimilación de los nitratos se hace también por intermedio de la clorofila y con el concurso de las radiaciones solares*.

Experimentos análogos demuestran que, por el contrario, las sales *amoniacales* pueden ser asimiladas *sin intervención de la clorofila*.

Una vez asimilados los nitratos y las sales amoniacales, se supone que, combinándose con el almidón, azúcares, etc., en una palabra, con las sustancias ternarias de la planta, originarían en último término las *sustancias albuminoideas*. Prueba esto de un modo indirecto el hecho de que a mayor proporción de nitratos o sales amoniacales en los medios nutritivos en que se coloque la planta, hay mayor proporción de hidratos de carbono consumidos por ella.

Asimilación protoplásmica.—Ésta se ejerce sobre las mismas sustancias que la clorofílica, *excepto para el carbono*, que debe ser tomado siempre de algún compuesto orgánico previamente formado por la función clorofílica. Los fosfatos, sulfatos, etc., proporcionan el fósforo, azufre, etc. Los nitratos, las sales amoniacales o los compuestos orgánicos nitrogenados, sirven para suministrar al protoplasma de todas las células el nitrógeno que necesitan. También, pero excepcionalmente, pueden tomar las plantas el nitrógeno libre de la atmósfera; esto se verifica por intermedio de diversas especies de bacterias que viven en simbiosis (pág. 70) con las células de la raíz de las Leguminosas Papilionáceas (guisante, garbanzo, trébol, etc.), en las cuales están localizadas en pequeños abultamientos o nudosidades (*fig. 295*). La presencia de estas bacterias es la que determina la formación de las nudosidades en las raíces. Se pueden demostrar estas afirmaciones triturando las nudosidades de una raíz, tomando con la punta de una aguja una pequeña cantidad de la masa resultante y pinchando en varios sitios de la raíz de una planta recién germinada de la misma especie que la triturada que aún no tenga nudosidades: si esta planta se coloca en arena esterilizada por calcinación y se riega con *una disolución mineral desprovista de todo alimento nitrogenado*, sea mineral u orgánico, se verá que la planta forma nudosidades y se desarrolla perfectamente. En cambio, si se coloca en las mismas condiciones una planta recién germinada, pero sin inocular, vive lánguidamente y termina por morir, viéndose entonces que no formó nudosidades. Lo que prueba que las bacterias forman las nudosidades y suministran a la planta el nitrógeno libre de la atmósfera, a cambio de los hidratos de carbono y de la humedad que necesitan para su vida.



Fig. 295—Nudosidades del guisante.

Estas bacterias (*fig. 296*) reciben el nombre de *Rhizóbium leguminosárum*; pero como en realidad forman un grupo intermedio entre las algas y los hongos, se denominan hoy *Bacteroides*, para no prejuzgar nada sobre su colocación taxonómica y además porque existen varias especies, pues se ha observado que las semillas de algunas plantas asiáticas germinadas en Europa no forman nudosidades espontáneamente ni tampoco aunque se les inocule las de las especies europeas, formándolas en cambio cuando se inoculan las de la misma especie.



Fig. 296.—Bacteroides del guisante.

en simbiosis con las raíces de numerosos vegetales y que sirven para tomar del suelo y suministrar a la planta las sustancias minerales y orgánicas contenidas en el mismo, a cambio de asegurarse el ambiente de humedad y los hidratos de carbono que el vegetal le proporciona. Estos hongos se denominan colectivamente *micorrizas* (gr. *mikes*, hongo; *ri-*

za, raíz) y las hay de dos clases: unas que se llaman *ectotrofas* porque viven formando una capa *por fuera* de las células de las raíces (gr. *ektós*, por fuera; *trophé*, alimento, nutrición) (*fig. 297*), mientras que otras se denominan *endotrofas*, porque viven *dentro* de las células de las raíces asociadas (griego *éndon*, dentro). Algunos autores conceden tanta importancia a las micorrizas que, según ellos, hay varias plantas (castaños, robles, etc.) que mueren si les faltan las micorrizas. En cambio para otros autores no existe tal simbiosis beneficiosa para los vegetales, sino que en realidad es un parasitismo por parte de la micorriza, una verdadera enfermedad a la cual se acomoda la planta desde joven; pero que en algunos casos puede detener el desarrollo de la planta y hasta llegar a matarla.

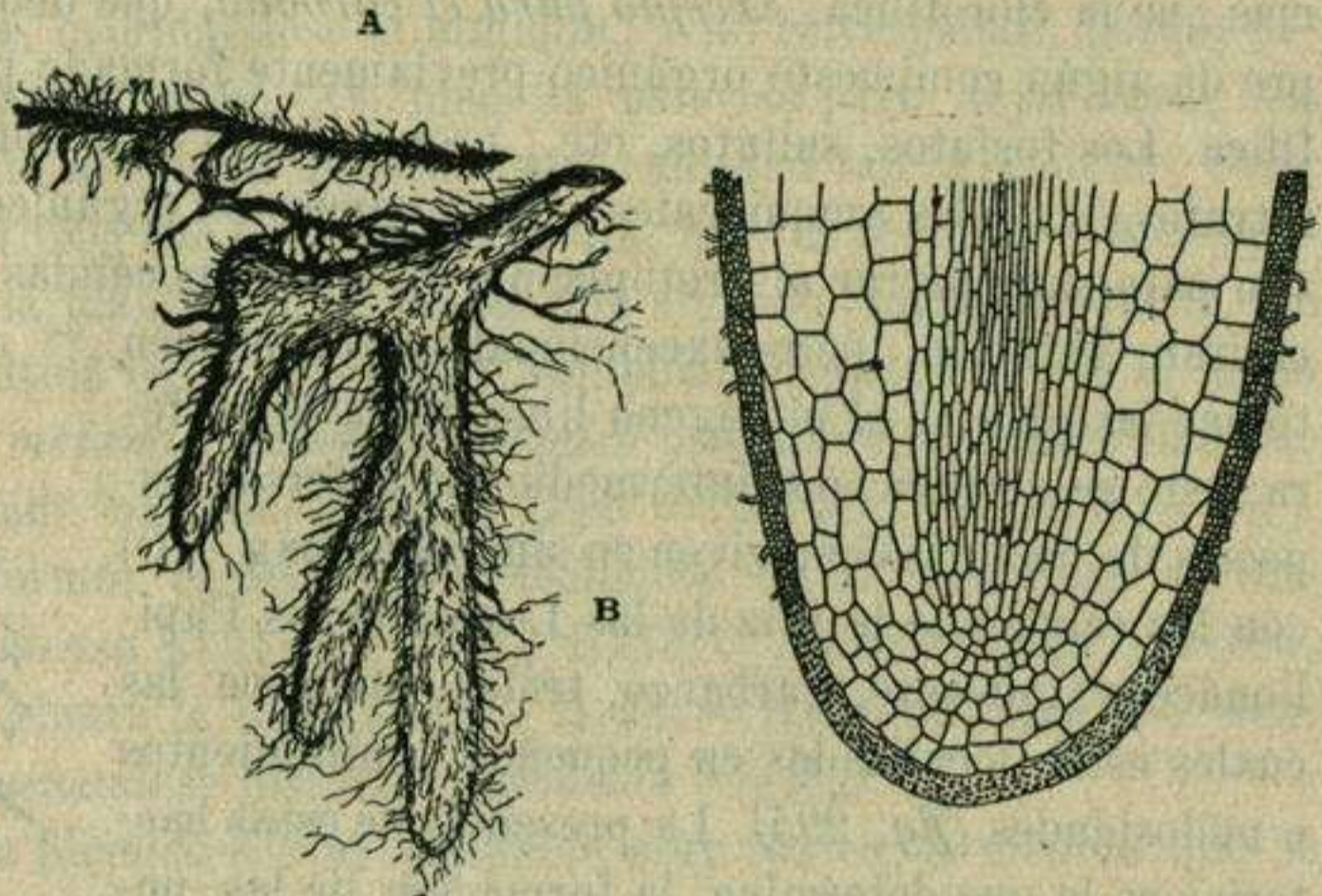


Fig. 297.—A y B son raíces de haya (*Fagus*) recubiertas de filamentos de micorrizas; los filamentos de las tres raíces de B se reúnen en cordones, que en la figura se dirigen hacia la raíz A.—C, corte longitudinal, aumentado, del extremo de una de las raíces B, con su superficie recubierta por un falso parenquima, debido a las micorrizas. (Según Franck y Tschirch).

(De la obra ELEMENTOS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero).

RESPIRACIÓN

Es una función de la nutrición en virtud de la cual la planta toma continuamente el *oxígeno* libre del medio ambiente, aire o agua, y desprende *anhidrido carbónico*. La verdadera respiración se verifica en las células de los tejidos, pues éstas son las que tienen necesidad del oxígeno para las oxidaciones o combustiones que en ellas se verifican y que son la fuente de la energía interior de la planta. El último término resultante de estas combustiones es el CO_2 , el cual es expulsado por ser perjudicial para la planta. De modo que esta función puede considerarse como perteneciente a la asimilación por lo que afecta al O, y como perteneciente a la desasimilación por lo que se refiere al CO_2 .

Para demostrar la respiración se dispone un tiesto con su planta, análogamente a como se vió en la transpiración; se coloca sobre un disco de vidrio esmerilado y al lado un cristalizador con agua de cal transparente. Todo ello se tapa con una campana cualquiera (*fig. 298*) y mejor con una campana provista de un orificio en la parte latero-superior, obturado por medio de un tapón de caucho (*fig. 298*). Con un cemento cualquiera o con parafina se tapan los puntos de unión de la campana con el disco y con el tapón, y todo ello se coloca *en la oscuridad* para evitar la influencia de la función clorofílica. Al cabo de seis o más horas se ve que en la superficie del cristalizador se ha formado una película blanca de *carbonato cálcico*, lo que prueba que ha habido desprendimiento de CO_2 , pues es éste el que al combinarse con la cal origina el carbonato cálcico. Si se quita el tapón del orificio de la parte latero-superior de la campana y se introduce una cerilla encendida, ésta se apaga *por falta de oxígeno*, ya que el CO_2 producido, que también podía ser la causa de ello, se ha combinado con el agua de cal.

Todos los órganos de la planta respiran, si bien unos lo hacen con más intensidad que otros. En las *raíces* el fenómeno es poco intenso y se verifica por los pelos radicales: como el CO_2 producido es perjudicial para la planta si se acumula en los terrenos, se deduce la conveniencia de remover éstos, sobre todo si son poco permeables, con objeto de asegurar la salida de dicho CO_2 . Los tallos, las hojas y las flores respiran por sus estomas y con tanta

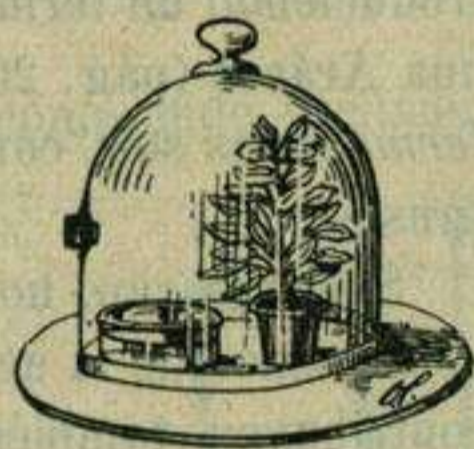


Fig. 298.—Experimento para demostrar la respiración.

mayor intensidad cuanto mayor es el número de estomas. Las plantas acuáticas toman el O disuelto en el agua por ósmosis a través de las paredes de las células de sus hojas y tallos, que se conservan celulósicas.

Hay algunos vegetales (principalmente bacterias y hongos unicelulares) que no toman el oxígeno libre de la atmósfera, por ser para ellos un verdadero veneno, sino de las sustancias, principalmente orgánicas, que le contienen: esta respiración se denomina *anaerobia* o *intramolecular*.

CALOR VEGETAL

Las oxidaciones que determina la respiración originan una cantidad de energía que en parte se emplea por la misma planta en sus trabajos de síntesis, pero otra parte queda libre bajo forma de *calor*. Esta producción de calor es más intensa en aquellos vegetales u órganos del vegetal en que la oxidación es más activa y por ello presenta su máximo durante la germinación de las semillas y durante la apertura de las flores, que son precisamente los momentos de mayor intensidad respiratoria de la planta. Puede probarse introduciendo un termómetro entre plantas en germinación o en la espata de una Arácea (pág. 202) y se verá cómo asciende el mercurio. Las *sustancias termógenas* son, como para los animales (*), los hidratos de carbono y las grasas.

Sin embargo, no son las oxidaciones la única fuente interna del calor vegetal, sino que la acción de los *ácidos* sobre las *sales*, y las *hidrataciones*, contribuyen también, aunque en menor proporción, al sostenimiento del calor vegetal.

SECRECIÓN,

DESASIMILACIÓN Y EXCRECIÓN

Todas las sustancias que elabora la planta y que ésta utiliza ulteriormente para otras funciones, reciben el nombre de *secreciones* o *productos de se-*

(*) Véase mi obra ELEMENTOS DE ANATOMÍA Y FISIOLÓGIA HUMANAS, 8.^a edic., pág. 328.

creción, entre los cuales se encuentran todos los que se han citado a propósito de la digestión, tanto interior como exterior (págs. 117-119).

La *desasimilación*, a la inversa que la asimilación, consiste en un proceso catabólico, es decir, analítico o destructor, en virtud del cual se verifica la descomposición de las sustancias que constituyen el protoplasma, en otras más sencillas que son expulsadas al exterior por ser inútiles o perjudiciales para la planta, constituyendo los *productos de excreción*. Según esto, el anhídrido carbónico producido en la respiración es un verdadero producto de excreción.

La *excreción* tiene por objeto expulsar de las células y de la planta los productos de desasimilación, entre los cuales se encuentran las esencias, resinas, gomas, etcétera.

CRECIMIENTO

Recordando lo que se dijo en la célula (pág. 27) se comprende fácilmente que *el crecimiento* de los vegetales es una consecuencia o un resultado *de las funciones de nutrición*, es decir, que a mayor nutrición mayor crecimiento, hasta que las células alcanzan el tamaño propio de las de su especie, en cuyo momento se detiene (*figuras 299 y 300*).

Pero a este crecimiento debe agregarse el producido por *la división de las células* en aquellos tejidos en que dicha división es muy activa, es decir, en los meristemos, los cuales son los que principalmente originan el crecimiento en *longitud* y en *grosor*, según se vió en las páginas 86, 91 y 103.

Para medir de un modo preciso el crecimiento en longitud de los vegeta-

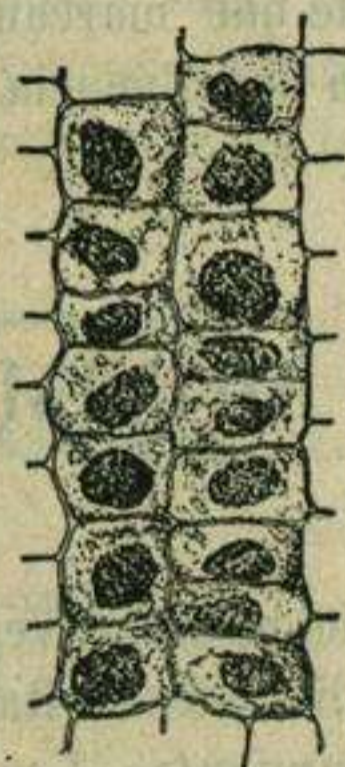


Fig. 299.

Células de una raíz de cebolla (*Allium cepa*).

Fig. 299, cerca del meristemo terminal.

Fig. 300, células casi adultas. (Imitación Massart. (De ELEMENTOS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero).



Fig. 300.

les, especialmente el de los tallos, se han ideado unos aparatos denominados *auxanómetros* (gr. *auxe*, crecer; *metron*, medida) de los cuales el más sencillo, llamado de *cuadrante* (*fig. 301*) consiste en una polea por la que se pasa

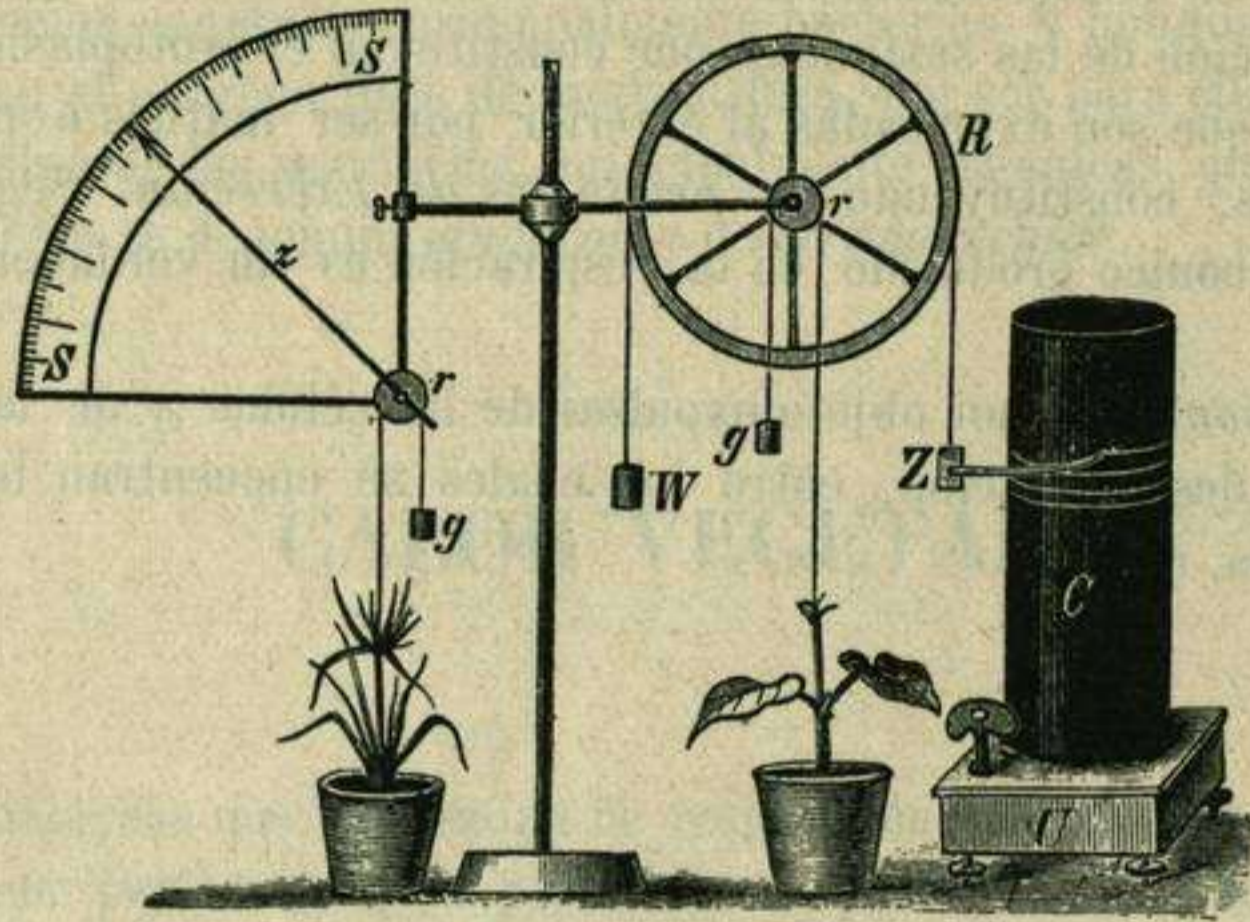


Fig. 301.—Esquema de auxanómetros. A la izquierda, un auxanómetro sencillo de cuadrante; a la derecha, un auxanómetro registrador (s. Strasburger).

(De ELEMENTOS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero).

un hilo, uno de cuyos extremos se fija a la yema terminal de la planta y el otro lleva un pequeño peso para que el hilo se conserve tirante: la polea va unida a una aguja que se mueve en el cuadrante cuando la planta va creciendo. Los *auxanómetros registradores* son algo más complicados (*fig. 301*) pero tienen la ventaja de que marcan la línea de crecimiento y que con él puede seguirse muy bien la influencia de diversos agentes sobre el mismo.

MOVIMIENTOS

Los órganos de nutrición de los vegetales, y también los de reproducción, son impresionables por diversos excitantes exteriores y capaces de reobrar a las excitaciones con *movimientos*. Los principales agentes exteriores que tienen influencia sobre los órganos vegetales, son: la *gravedad*, la *luz*, el *calor*, la *humedad* y los agentes *mecánicos*.

Geotropismo.—La *gravedad* obra sobre los vegetales determinando la colocación de ellos siguiendo la vertical del punto donde viven; esta acción se denomina *geotropismo* (gr. *ge*, tierra; *tropos*, dirección), el cual se dice que es *positivo* cuando el órgano del vegetal sigue la dirección de la grave-

dad, y *negativo* cuando sigue la opuesta. La *raíz* principal tiene *geotropismo positivo* y el *tallo geotropismo negativo*; pueden probarse ambos extremos por medio de varios experimentos, de los cuales el más sencillo consiste en colocar a germinar entre musgo húmedo semillas de alubia u otro vegetal, y cuando se han desarrollado introducir el tallo entre el musgo y dejar las raíces fuera, viéndose que al cabo de poco tiempo la raíz se encorva y se dirige hacia abajo, mientras el tallo hace lo propio para dirigirse hacia arriba (*figs. 302 y 303*). El geotropismo positivo de las raíces secundarias y el negativo de los tallos secundarios y de las hojas, aunque existe, no es tan ostensible como el de los principales.

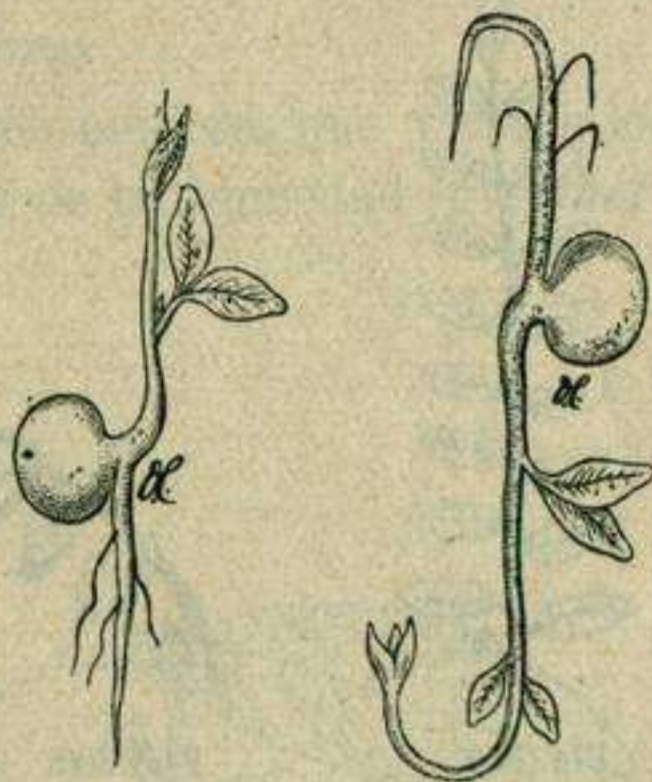


Fig. 302.

Fig. 303.

Esquema de una planta recién germinada y en posición normal (*fig. 302*) y algún tiempo después y habiendo sido invertida (*fig. 303*).

Para algunos botánicos modernos, tanto la raíz como el tallo poseen células que son sensibles a la acción de la gravedad. Estas células residen: en la cofia, en la raíz; y en el endodermo, en el tallo. La sensibilidad de las precitadas células se debería a la presencia de unos granos de almidón muy densos. En el caso de los tallos verticales, dichos granos se apoyan normalmente sobre las paredes transversales de las células (*fig. 304, A*); pero cuando el tallo se coloca horizontalmente, los granos reposan sobre las paredes laterales de las células (*fig. 304, B*), y precisamente esta posición anormal es la que determina una excitación en la célula, que a su vez es la causa de que el tallo recobre su posición vertical.

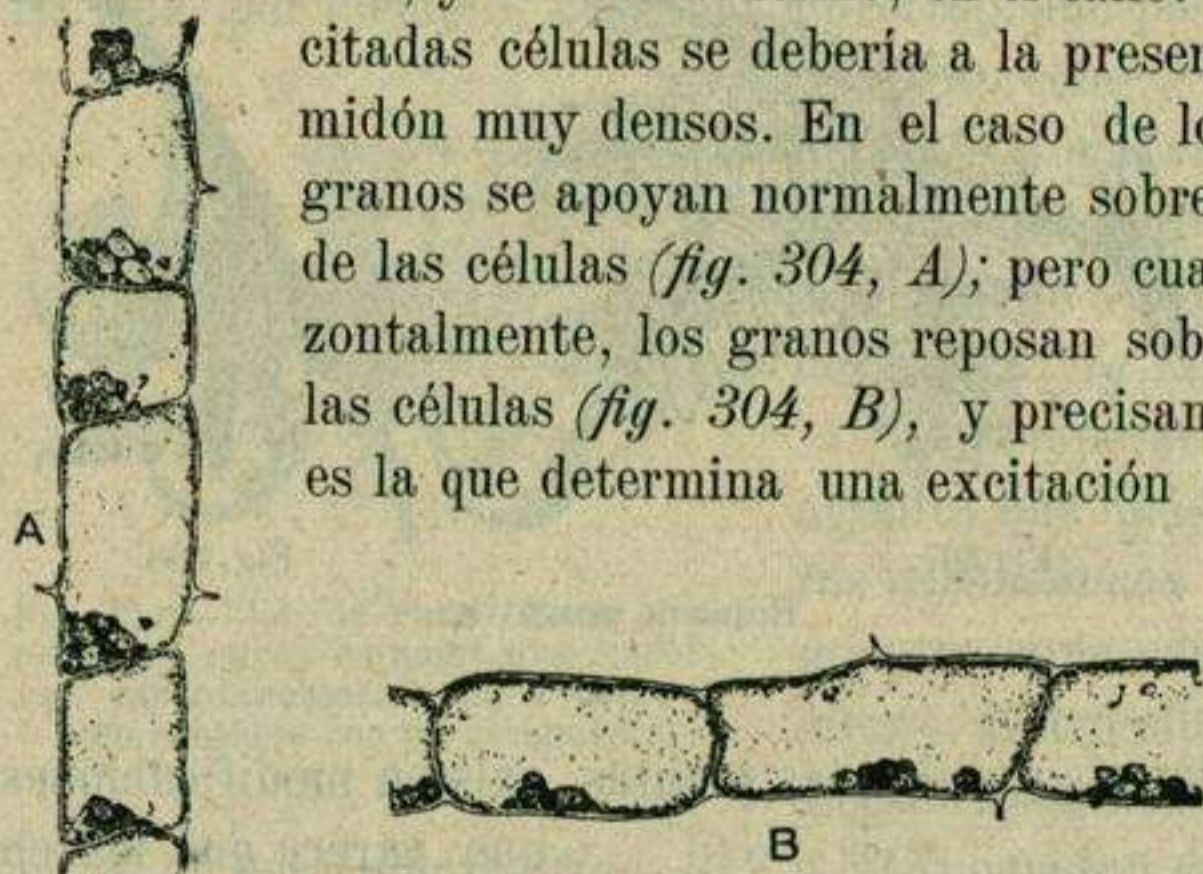


Fig. 304.—Células del endodermo de *Impatiens Sultani*.—A, estando el tallo vertical; B, cuando está horizontal. (S. Massart). (De ELEMENTOS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero).

Fototropismo.— Así se denomina a los movimientos provocados por la acción de la luz. Dicho *fototropismo*

es *negativo* para la raíz y *positivo* para el tallo y las hojas. Las foliolas de las hojas compuestas de varias plantas (falsa acacia, trébol, judía, acedrilla, etc.) están inclinadas y aplicadas unas contra otras durante la noche, mientras que durante el día están derechas o erguidas y separadas (*figs. 305 y 306*). Ambas posiciones son denominadas, respectivamente, posición de *sueño* y de *vigilia* y son particularmente ostensibles en la sensitiva (*figuras 307 y 308*): estos movimientos se denominan colectivamente *movimien-*

tos nictitrópicos (gr. *nyx*, *nyktós*, noche). El tallo es muy sensible a la acción de la luz: basta encerrar una planta en una cámara oscura con un pequeño orificio, para que los tallos se encorven buscando la luz. Precisamente en esta propiedad se funda el sembrar muy juntas las plantas textiles, con objeto de que crezcan verticalmente por ir buscando la luz, que no entra más que por la parte superior.



Fig. 305.

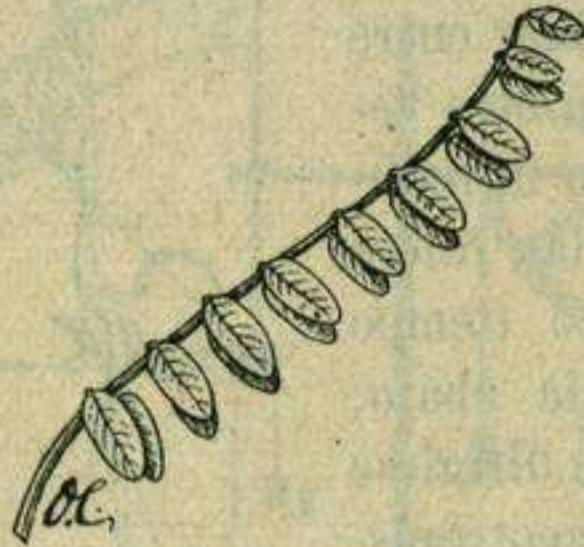


Fig. 306.

Posición durante la vigilia (305) y el sueño (306) de las hojas de falsa acacia (*Robinia*).

En algunos tallos y pedúnculos florales se retarda el crecimiento en el punto donde los hieren directamente los rayos solares, y por esto se encorvan hacia dicho punto, siendo ésta la causa de que miren al Sol o tengan *heliotropismo positivo* (gr. *helios*, Sol), mientras que en otros ocurre lo contrario y su heliotropismo es *negativo*; ejemplo de lo primero el heliotropo y otras varias plantas, pero no el girasol, que permanece indiferente a los rayos solares.

En algunos tallos y pedúnculos florales se retarda el crecimiento en el punto donde los hieren directamente los rayos solares, y por esto se encorvan hacia dicho punto, siendo ésta la causa de que miren al Sol o tengan *heliotropismo positivo* (gr. *helios*, Sol), mientras que en otros ocurre lo contrario y su heliotropismo es *negativo*; ejemplo de lo primero el heliotropo y otras varias plantas, pero no el girasol, que permanece indiferente a los rayos solares.

En las células de la epidermis de algunas plantas existen modificaciones que parece que sirven para hacerlas especialmente sensibles a las excitaciones luminosas. Estas modificaciones consisten en espesamientos celulósicos o silíceos (*fig. 309*) que tienen forma de lente biconvexa, y hasta una célula independiente de dicha forma que está incrustada en la cutícula de la epidermis (*fig. 310*).

POSICIÓN DURANTE LA VIGILIA

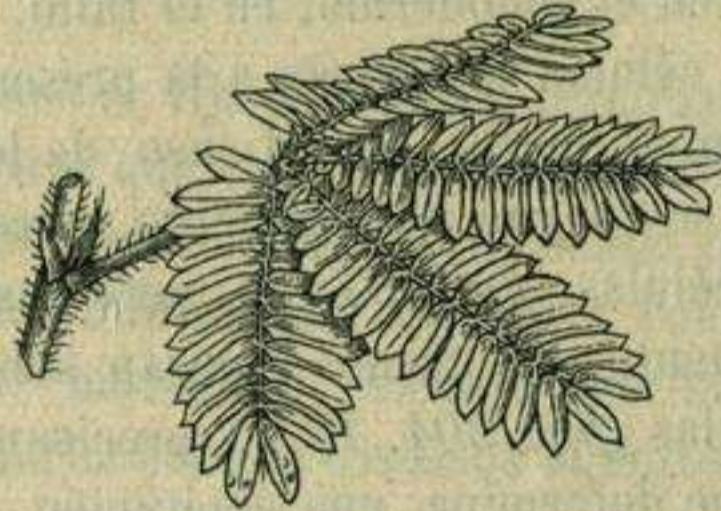


Fig. 307.

POSICIÓN DURANTE EL SUEÑO



Fig. 308.

Hojas de sensitiva.

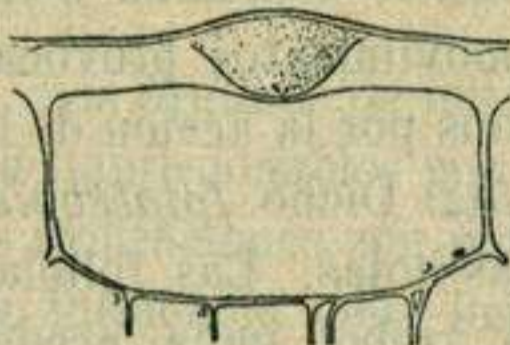


Fig. 309.-Lente silícea de una célula epidérmica de la hoja de *Campanula persicifolia*. (Según Haberlandt).

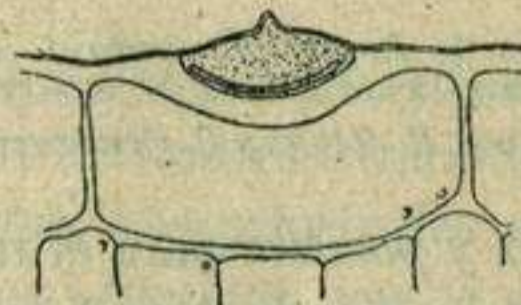


Fig. 310.—Célula en forma de lente de la hoja de *Petraea volubilis*. (S. Haberlandt).

En las células de la epidermis de algunas plantas existen modificaciones que parece que sirven para hacerlas especialmente sensibles a las excitaciones luminosas. Estas modificaciones consisten en espesamientos celulósicos o silíceos (*fig. 309*) que tienen forma de lente biconvexa, y hasta una célula independiente de dicha forma que está incrustada en la cutícula de la epidermis (*fig. 310*).

En las células de la epidermis de algunas plantas existen modificaciones que parece que sirven para hacerlas especialmente sensibles a las excitaciones luminosas. Estas modificaciones consisten en espesamientos celulósicos o silíceos (*fig. 309*) que tienen forma de lente biconvexa, y hasta una célula independiente de dicha forma que está incrustada en la cutícula de la epidermis (*fig. 310*).

Los movimientos nictitrópicos parecen depender más bien de los ensanchamientos que existen en la base de los pecíolos de las hojas y que por dicha razón se suelen llamar *ensanchamientos motores*.

Termotropismo e hidrotropismo.—Son los nombres que reciben los movimientos provocados por la acción del calor y de la humedad (gr. *ther-*

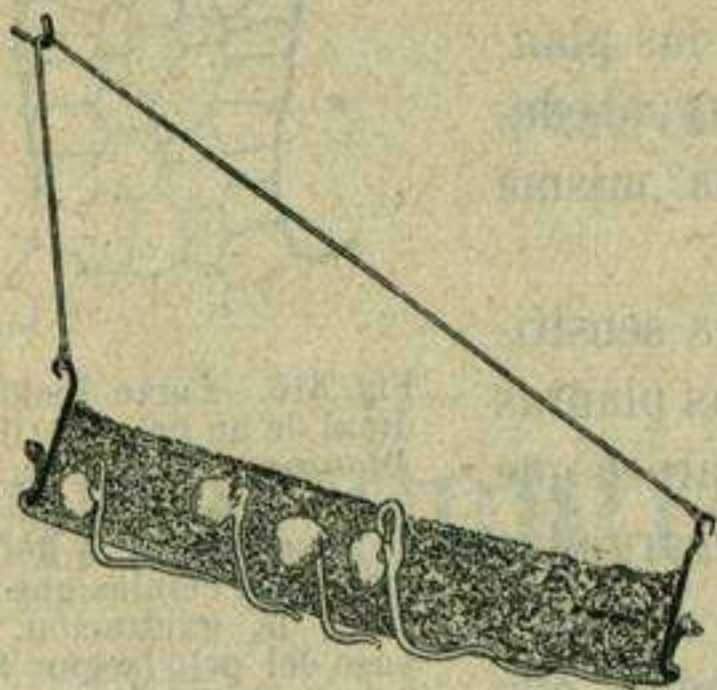


Fig. 311.—Demostración del hidrotropismo.



Fig. 312. Hoja compuesta de *Hedysarum (Desmodium) gyrans* vista de frente y en pleno día (312) y lateralmente y al atardecer (313). Los folíolos *F* son los que están dotados del movimiento giratorio diurno y nocturno.

me, calor; *hydor*, agua). Ambos pueden ser también positivos y negativos. La raíz, por ejemplo, posee un hidrotropismo positivo muy marcado, según

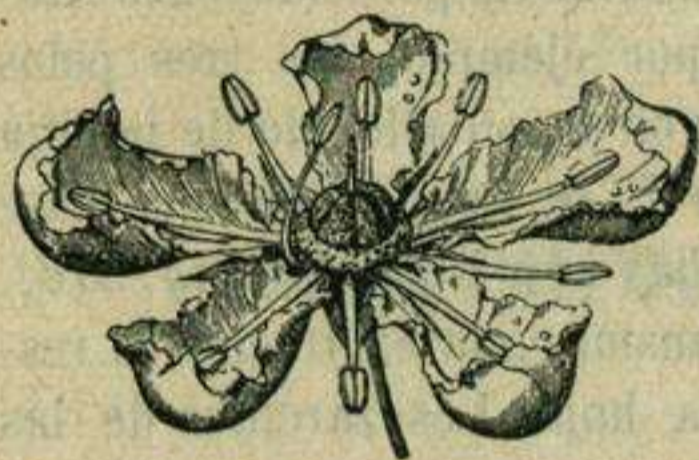


Fig. 314.—Flor de ruda (*Ruta graveolens*), cuyos estambres se encorvan espontáneamente para ponerse en contacto con los estigmas.

puede apreciarse colocando a germinar varias plantas en un tamiz inclinado y lleno de arena húmeda: se verá que las raíces, en lugar de seguir la vertical, se deslizan por el fondo del tamiz (*fig. 311*).

La temperatura parece ser uno de los agentes que más influyen en los *movimientos espontáneos* de algunas plantas, movimientos cuya causa se desconoce casi totalmente. Entre ellos merecen citarse los de la Leguminosa llamada *Hedysarum gyrans*: las

hojas de esta planta (*figs. 312 y 313*) constan de tres folíolos muy desiguales de los cuales el central es grande y los laterales pequeños. Pues bien, estos pequeños folíolos están continuamente describiendo círculos, tanto de día como de noche, y el movimiento es tan rápido que cada folíolo no tarda más que cinco minutos en describir un círculo completo. La temperatura parece afectar a los ensanchamientos motores.

También este agente parece que es el que determina los movimientos espontáneos de los estambres de la ruda (*fig. 314*) y de otras plantas, los cuales se encorvan por los filamentos hasta que las anteras se ponen en contacto con el estigma (pág. 163).

Agentes mecánicos.—También originan movimientos: cuando durante

el día se da un pequeño golpe a las hojas de la sensitiva pasan inmediatamente a la posición del

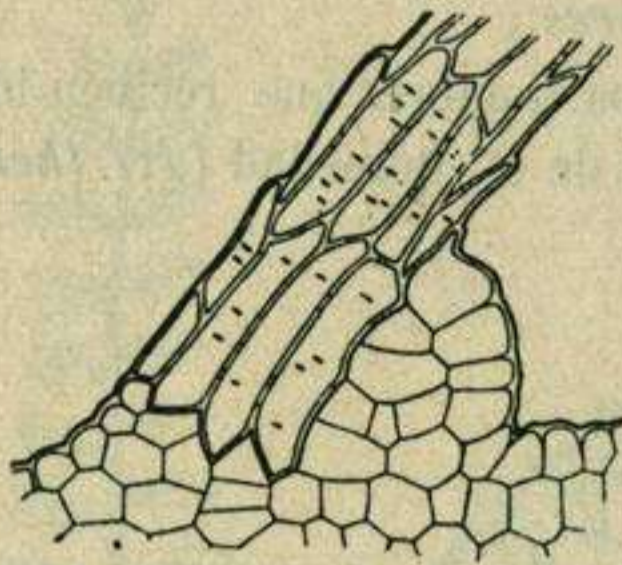


Fig. 315.—Base de un pelo sensitivo de *Mimosa pudica* (según Haberlandt).

sueño (figs. 307 y 308). Si el golpe es mayor pasan todas las hojas de la planta. Los movimientos de las plantas carnívoras obedecen todos a la misma causa.

Tanto en la sensitiva como en las plantas carnívoras, parece que hay células encargadas

de un modo especial de apreciar los agentes mecánicos. En la sensitiva parecen residir en unos pelos que se insertan en los ensanchamientos motores y que se apoyan en unas células de paredes delgadas (fig. 315): la excitación originada en estas células se transmitiría después a lo largo de los vasos liberianos.

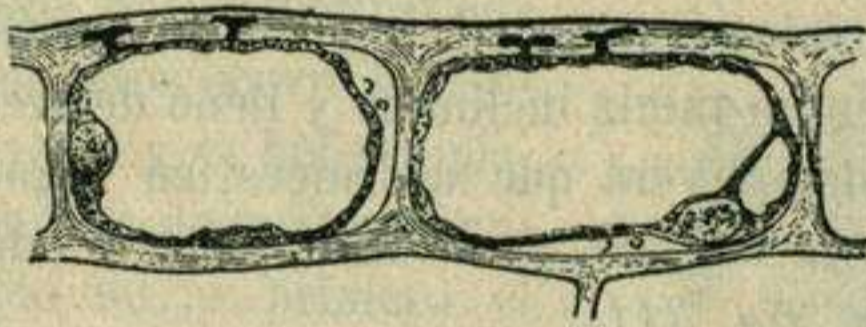


Fig. 317.—Células epidérmicas de un zarcillo de pepino (*Cucumis sativus*) con su pared externa perforada para dejar paso al protoplasma. (Según Pfeffer).

En las plantas carnívoras el mecanismo sería parecido: en la *Dionaea*, por ejemplo, los tres pelos sensitivos de cada lóbulo de la hoja (figura 7) se apoyan en una base de células muy delgadas (fig. 316), que transmiten la excitación al resto de la hoja. Los zarcillos de las plantas, que son muy sensibles a las impresiones de contacto, tienen unas células encargadas de percibir estas impresiones: dichas células tienen sus paredes exteriores perforadas y el protoplasma se insinúa entre la membrana (fig. 317).

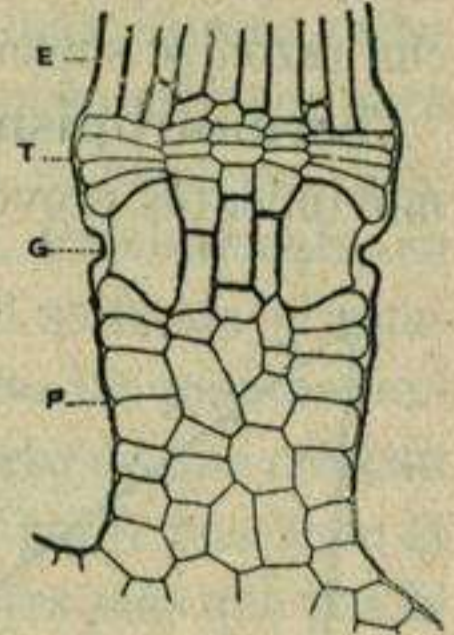


Fig. 316.—Corte longitudinal de un pelo táctil de *Dionaea*.—E, porción inferior de la parte rígida; T, base flexible y deformable; G, células que reciben la excitación; P, base del pelo (según Haberlandt).

En las plantas carnívoras el mecanismo sería parecido: en la *Dionaea*, por ejemplo, los tres pelos sensitivos de cada lóbulo de la hoja (figura 7) se apoyan en una base de células muy delgadas (fig. 316), que transmiten la excitación al resto de la hoja. Los zarcillos de las plantas, que son muy sensibles a las impresiones de contacto, tienen

Lec 31 (8)
91

PLANTAS VASCULARES

TIPO CRIPTÓGAMAS

VASCULARES

(PTERIDOFITAS)

DIVISIÓN Y REPRODUCCIÓN

Según se dijo (pág. 50), las plantas de este Tipo son *criptógamas* porque carecen de *flores*, y *vasculares* porque sus raíces, tallos y hojas poseen *vasos*. La morfología de estos órganos, así como la *reproducción*, varía en los distintos grupos que comprende, por lo que pasaré a establecer la división.

Cuatro son las *Clases* que en este Tipo se admiten: 1.^a *Filicineas*, con hojas bien desarrolladas y ramificación lateral: estas plantas poseen *esporas iguales* en forma y tamaño, por lo que también se denominan *isospóreas* (gr. *isos*, igual). 2.^a *Hidropteríneas*, con hojas bien desarrolladas y *esporas desiguales*, por lo que suelen denominarse *heterospóreas* (gr. *héteros*, desigual). 3.^a *Equisetíneas*, con hojas pequeñas y verticiladas; ramificación verticilada. 4.^a *Licopodíneas*, con hojas pequeñas, ramificación dicótoma.

CLASE FILICÍNEAS

Corresponden a esta Clase los llamados vulgarmente *helechos* (fig. 318),

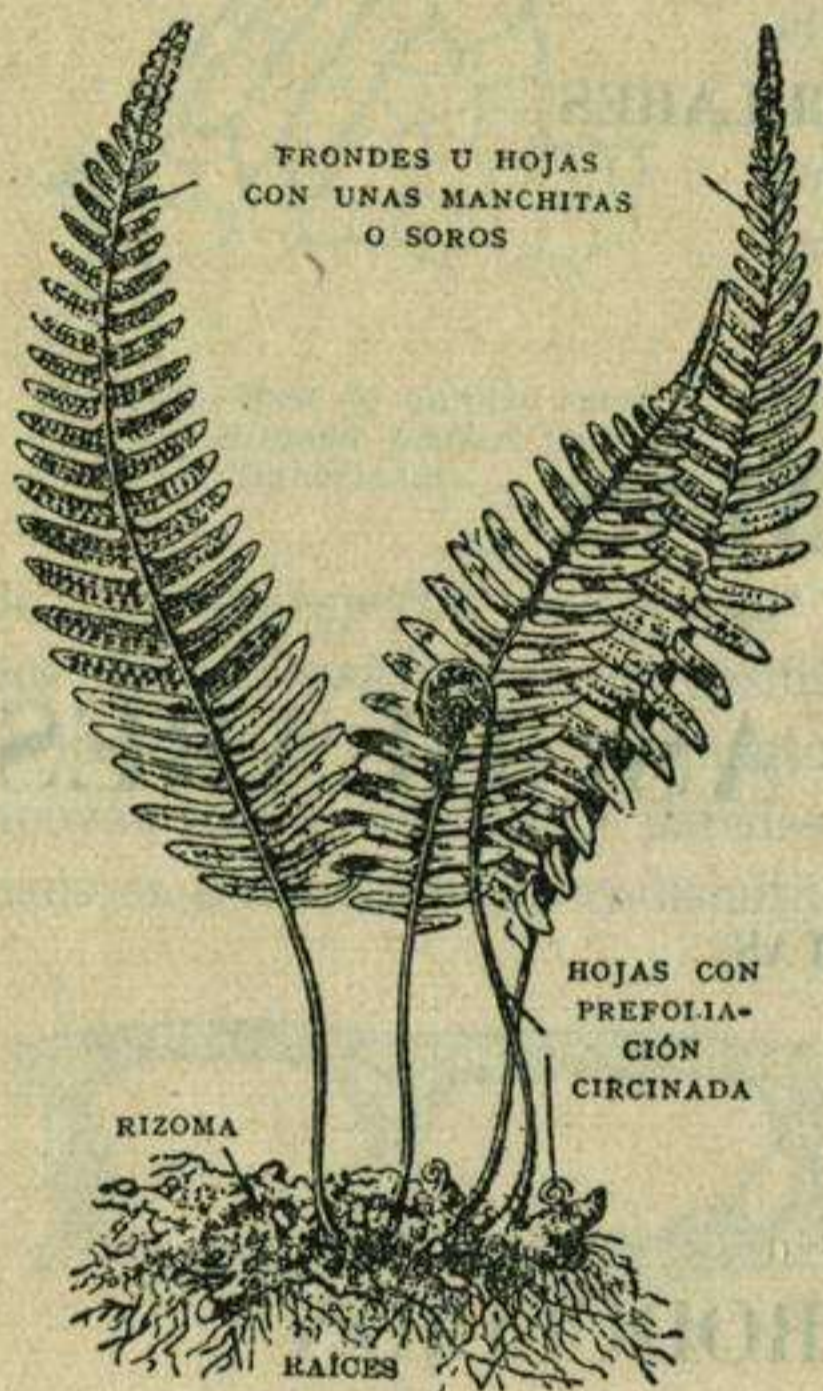


Fig. 318.—Una Filicínea completa (*Polypodium vulgare*).

Reproducción.— En el envés de las frondes existen, en determinadas épocas del año pequeñas manchas rojizas denominadas *soros*. Cada uno de éstos está constituido por un conjunto de sacos pedicelados denominados *esporangios*, en cuyo interior se encuentran las *esporas*. Estos *soros* pueden estar cubiertos (figura 321) o no (figura 322) por una membrana denominada *indusio*.

que ordinariamente son plantas *herbáceas* o *leñosas* provistas de un *tallo subterráneo* o *rizoma*, que es horizontal: de éste nacen por la parte inferior y laterales numerosas *raíces*, y por su parte superior, las *hojas* o *frondes* que tienen prefoliación circinada y constan de un *peciolo* y de un *limbo*, compuesto éste, generalmente, por numerosos *foliolos*, divididos a su vez en otros más pequeños, denominados *pinulas*. Algunas especies de los países tropicales son llamadas *helechos arborescentes* porque poseen un *tallo aéreo* muy desarrollado y sencilló, el cual termina por un penacho de hojas análogo al de las palmeras, cuyo porte tienen en conjunto (figs. 319 y 320).



Fig. 319.—Helecho arborescente (*Alsóphila aculeata*), llamado palmita en Chile, por su porte.

Cuando los esporangios están maduros se desgarran su pared para dejar pasar a las esporas (*figuras 323 y 324*), que son todas iguales en la misma



Fig. 320.—En los países tropicales, los helechos arborescentes forman frondosos bosques, según puede apreciarse en la fotografía, que reproduce uno de Australia. (Comunicada por el profesor australiano Dr. Dalton).

planta. Si estas esporas caen en un suelo húmedo producen, *no una planta definitiva*, sino un órgano *transitorio* y laminar denominado *protalo* (griego *protos*, primero; *thallos*, retoño), por originarse antes que la planta definitiva. Dicho protalo lleva vida independiente porque siempre está provisto de clorofila

y posee numerosos *rizoides* en su cara inferior.

Así que el protalo se desarrolla lo suficiente, se originan sobre su cara inferior (*figuras 324 y 325*) los *anteridios* u *órganos masculinos*

y los *arquegonios* u *órganos femeninos*. Los *anteridios* (*figura 326*) son pequeños sacos ovoideos en cuyo interior se forman los *anterozoides* o *elementos sexuales mas-*



Fig. 321 y 322. — Soros con indusio (321) y sin indusio (322).



Fig. 323. Esporangio.



Fig. 324.—Esquema del ciclo evolutivo de un helecho.

culinos, los cuales están provistos de numerosos flagelos. Los *arquegonios* (fig. 327) tienen forma de botella y en su interior se encuentra la *oosfera* o *elemento sexual femenino*. Cuando el agua moja los anteridios, éstos se abren para dejar salir a los antero-



Fig. 325.
Cara inferior de un protalo.

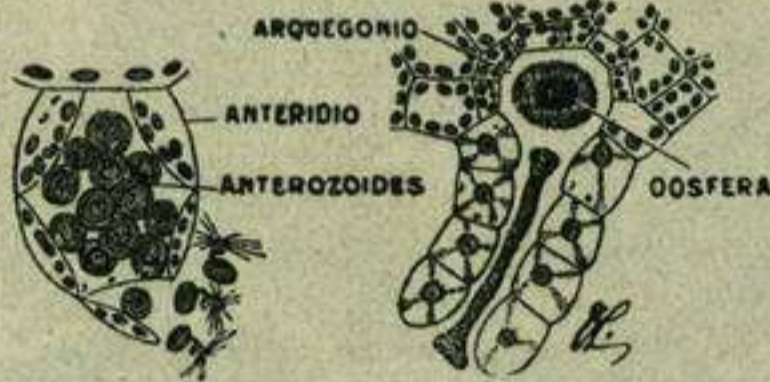


Fig. 326.
Anteridio aislado.



Fig. 327.
Arquegonio aislado.

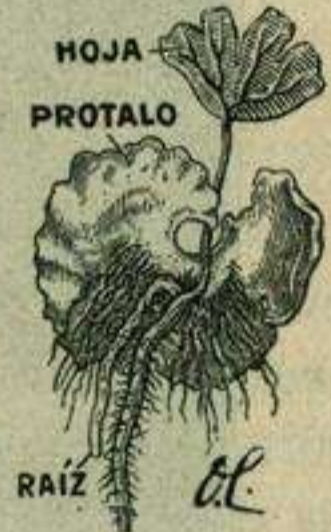


Fig. 328.—Protalo con la nueva planta.

zoides, los que desplazándose en el agua con sus flagelos, se ponen en contacto con el orificio de los arquegonios y penetran en ellos hasta fusionarse con la oosfera, originándose el huevo: *éste se desarrolla sobre el mismo protalo* y origina el nuevo helecho (figuras 324 y 328), en cuyas hojas se formarán las esporas.



Fig. 329. Fig. 330.
Fig. 329.—Fronde de doradillo (*Ceterach officinarum*) vista por el haz.
Fig. 330.—La misma vista por el envés.



Fig. 331.
Asplenium Trichomanes o culantrillo bastardo.



Fig. 332.
Adiantum Capillus Veneris o culantrillo de pozo.

Las principales especies de esta Clase son: el *Polypodium vulgare* (figura 318), el *Ceterach officinarum* o doradillo (figuras 329 y 330) y el *Asplenium Trichomanes* o culantrillo bastardo (figura 331), frecuentes todos en los muros

viejos, rocas, etc.; el *Adiantum Capillus Veneris* o culantrillo de pozo (figura 332), que vive en los sitios sombríos y húmedos, como pozos, etc.; el *Pteris aquilina* (o *Pteridium aquilinum*) es el helecho o felguera común (figuras 333 y 335), que tiene los esporangios en un reborde del limbo (figura 334); los rizomas del *Polystichum Filix Max* o helecho macho (figura 336) y del *Asplenium Filix femina* o helecho hembra (figura 321).

se usan para expulsar la solitaria, y el *Scolopéndrium officinale* (figura



Figs. 333 y 334.—Fronde de *Pteris aquilina* o helecho común (hasta 1,50 m. de altura). A la derecha detalle del limbo.

337) o lengua de ciervo o cervina, como diurético y también como vermífugo.



Fig. 335.—El *Pteris (Pteridium) aquilina* es el helecho común de las montañas del N. y NO. de España, donde sus frondes alcanzan algunas veces más de 1,50 m. de altura y contribuye a dar a sus bosques el aspecto de un paisaje tropical. (Fotografía O. Cendrero).



Fig. 336.—*Polystichum Filix Mas* o helecho macho.



Fig. 337.—*Scolopendrium officinale* o lengua de ciervo.

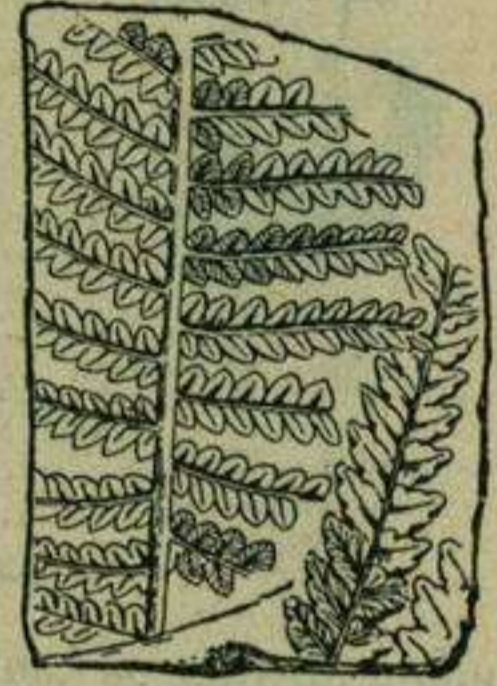


Fig. 338.—Helecho fósil: *Pecopteris*.

Existen numerosos géneros de helechos fósiles, que abundaron extraordinariamente durante la última mitad de la Era Primaria, pero que fueron principalmente abundantes en el terreno Carbónico o Carbonífero (*): entre dichos géneros son muy comunes los *Pecopteris* (figura 338), *Aletopteris* (figura 339), etc., etc.



Fig. 339.—Helecho fósil: *Aletopteris*.

(*) Véase mi obra GEOLOGÍA, página 200.

CLASE HIDROPTERÍNEAS

Las plantas de este grupo tienen el tallo horizontal, ya se trate de especies acuáticas o de especies terrestres: de la parte superior de este tallo nacen las hojas, y de la inferior, las raíces (*figura 340*).

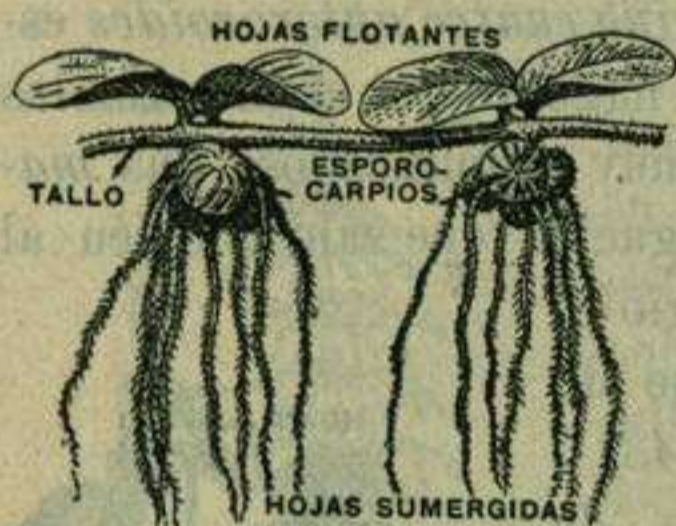


Fig. 340.—Planta completa de *Salvinia natans*.

La reproducción es, en líneas generales, análoga a la estudiada para las Filicíneas, pero como difiere de ella en detalles muy importantes, resumiré la reproducción de una planta acuática de este grupo denominada *Salvinia natans* (*fig. 340*). De la parte superior de su tallo nacen las hojas dispuestas en grupos de dos; por debajo de cada grupo de éstas nace un pequeño pedúnculo que lleva numerosos filamentos delgados que semejan raíces, pero que no son otra cosa que el limbo de una tercera hoja, cuyo parenquima se atrofia y cuyos nervios se desarrollan mucho y se cubren de pelos absorbentes. Son, en una palabra, hojas transformadas o modificadas para ejercer la función de la raíz (página 120). En la base de las hojas se desarrollan unos órganos esféricos denominados *esporocarpios* porque semejan frutitos (griego *karpós*, fruto) que llevan esporas. Estos *esporocarpios* son de dos clases: unos son puntiagudos y poseen en su interior una columnilla que soporta los *esporangios* llamados *microsporangios* (*figura 341*) porque son pequeños y porque cada uno de ellos contiene numerosas esporas pequeñísimas denominadas *microsporas* (gr. *mikrós*, pequeño) que al desarrollarse originan *protalos masculinos*. Otros esporocarpios, son achatados (*fig. 341*) y contienen también *esporangios*, pero que son de mayor tamaño que los anteriores, por lo que se llaman *macrosporangios*: cada uno de éstos contiene una sola espora grande o *macrospora* (gr. *makrós*, grande) que al desarrollarse origina un *protalo femenino*.

Cuando los esporocarpios caen al agua, sus paredes se pudren y los espo-



Fig. 341.
Esporocarpios de *Salvinia* cortados transversalmente.

rangios quedan en libertad: en el interior de éstos *se desarrollan las esporas sin salir del esporangio*, es decir, sin que se rompan o pudran las paredes de dicho esporangio. Dentro de los

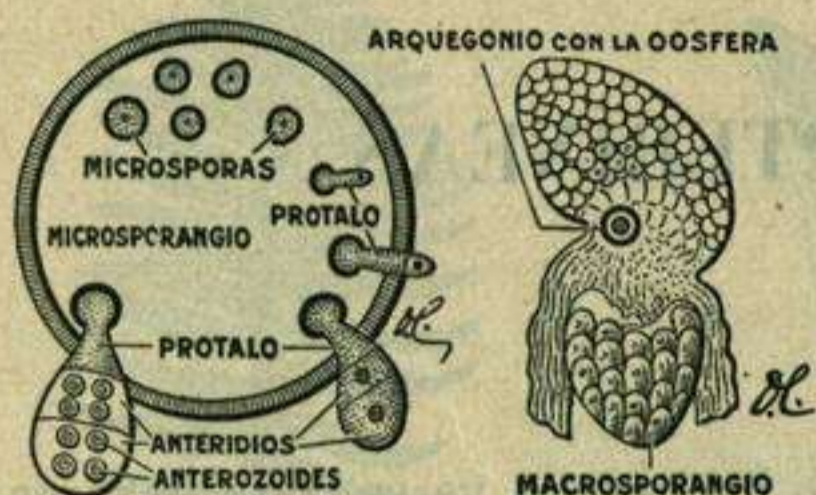


Fig. 342. Desarrollo de las microsporas en el microsporangio.



Fig. 343. -- El embrión que se forma en el huevo digiere los tejidos del macrosporangio.

microsporangios (figura 342) se desarrollan las *microsporas*, de cada una de las cuales emerge un pequeño tubo que perforando la pared del microsporangio sale al exterior: este *tubo se considera como un protalo masculino rudimentario* porque el núcleo y el protoplasma que lleva en su extremo se divide en dos células, cada una de las cuales *origina cuatro anterozoides* espirales con flagelos, por cuya razón las

células madres se consideran como *anteridios* muy simplificados. Las *macrosporas* a su vez originan una pequeña prolongación que sale también al exterior perforando la pared del macrosporangio y forma una lámina verde o *protalo femenino* que da origen a un *arquegonio* con su *oosfera (figura 343)* o a un pequeño número de ellos, pero en este caso, de todos éstos sólo uno es fecundado por un anterozoide,



Fig. 344. *Azolla caroliniana*.

originando el *huevo* o *zigoto*, el cual se desarrolla sobre el protalo para formar la planta adulta.

Las principales especies, aparte de la citada, son: la *Azolla caroliniana (figura 344)*, que vive subespontánea en las

aguas estancadas, y la *Marsilea quadrifoliata (figura 345)*, que vive en lugares muy húmedos y aguas poco profundas.



Fig. 345. -- *Marsilea quadrifoliata*.

CLASE EQUISETÍNEAS

Actualmente está representada sólo por el género *Equisétum*, cuyas especies, llamadas vulgarmente *rabos de zorro* y *colas de caballo*, viven en

los terrenos arenosos y húmedos de todos los países, excepto Australia. Estas plantas (*figura 346*) consisten en un *rizoma horizontal* que por su parte superior origina *tallos aéreos* y por la inferior las raíces. Tanto los tallos aéreos como los subterráneos son articulados, y en cada nudo nace un verticilo de *hojas rudimentarias* y soldadas, formando una vaina con tantos dientes como hojas la constituyen. La ramificación es también verticilada. La *reproducción* es análoga a la de las *Salvinia*, aunque las *esporas son todas iguales*. Dichas esporas se originan en el extremo de algunos pies de planta que se abultan y forman una especie de maza o espiga (*figura 347*) constituida por una columna central de la cual nacen numerosos escudos en forma de



Fig. 346.
Planta completa de *Equisétum*.



Fig. 347.
Extremo de un tallo fértil de *Equisétum*.

clavo (*figura 348*), en la parte inferior de cada uno de los cuales se hallan varios *esporangios* que originan numerosas esporas provistas de *elaterios* (*figura 349*) o bandas elásticas que, distendiéndose bruscamente cuando están secas, sirven para enviar la espora a distancia.



Fig. 348.
Esporangios de *Equisétum*.



Fig. 349.—Espora de *Equisétum* provista de elaterios.

Se conocen varias especies de *Equisétum* (*figura 350*), todas las cuales son si-

licícolas (página 258) y se emplean para pulimentar metales, maderas, et-

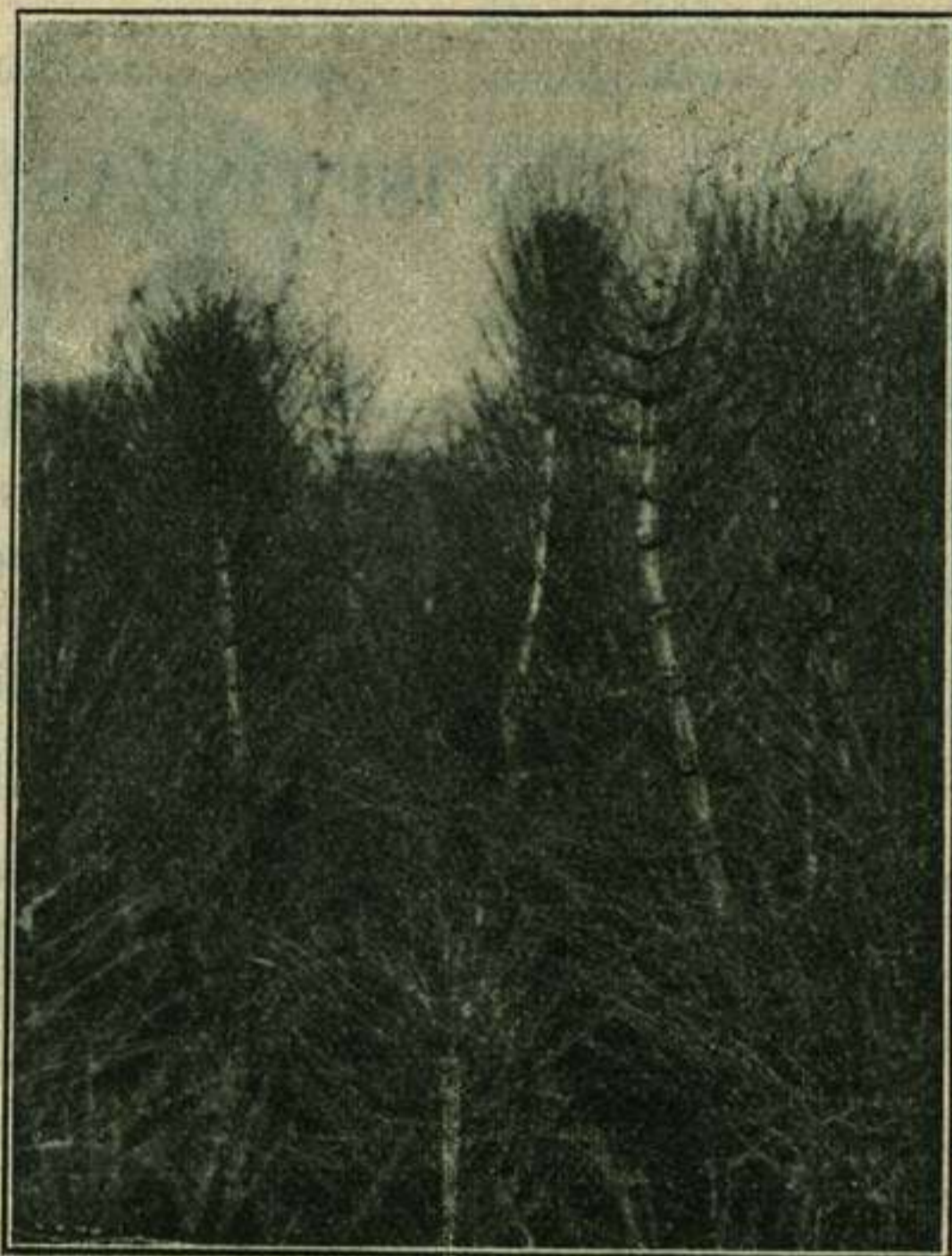


Fig. 350.--Pies estériles de *Equisetum* que miden más de un m. de altura. Los helechos son plantas silicícolas. (Fotografía O. Cendrero).

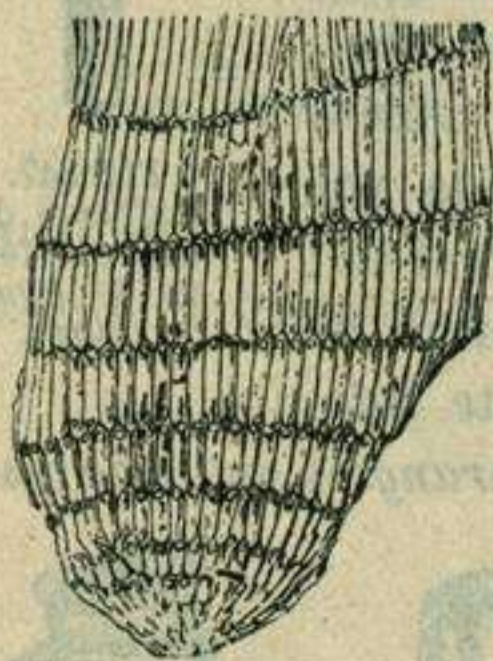


Fig. 351.--Extremo de una raíz de *Calamites*.

cétera, por los granos de sílice que contienen: también se conocen varias especies fósiles del mismo género y otras pertenecientes a los géneros *Calamites* (figura 351), *Annulária* (figura 352), etcétera, de los terrenos Primarios principalmente. Las *Annulária* eran heterospóreas.



Fig. 352.--*Annulária*.

CLASE LICOPODÍNEAS

Se distinguen fácilmente de todas las demás en que sus tallos y raíces tienen ramificación dicótoma (*fig. 353*).

Se dividen en dos Ordenes: *Licopódidas* y *Selaginélicas*. Las primeras son *isospóreas* y su evolución ontogénica análoga a la de las *Filicineas*. Las segundas son *heterospóreas* y su evolución parecida a la de las *Hidropterineas*.



Fig. 353.—*Lycopodium*.



Fig. 354.—*Selaginella*.

El género principal de las *Licopódidas* es el *Lycopodium* (*fig. 353*), cuyas especies

originan numerosas esporas muy pequeñas que se utilizan en farmacia con el

nombre de *polvo de licopodio*. El género tipo de las *Selaginélicas* es el *Selaginella* (*figura 354*), abundante en muchas regiones. Existen varios géneros fósiles del terreno Carbonífero, como los gigantes *Lepidodendron* (*figura*

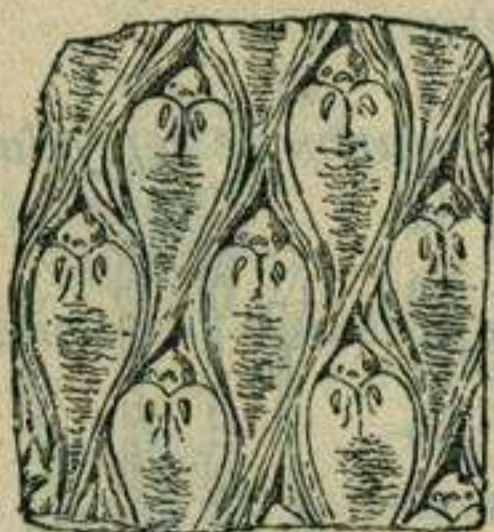


Fig. 355.—Trozo de un tronco de *Lepidodendron*.

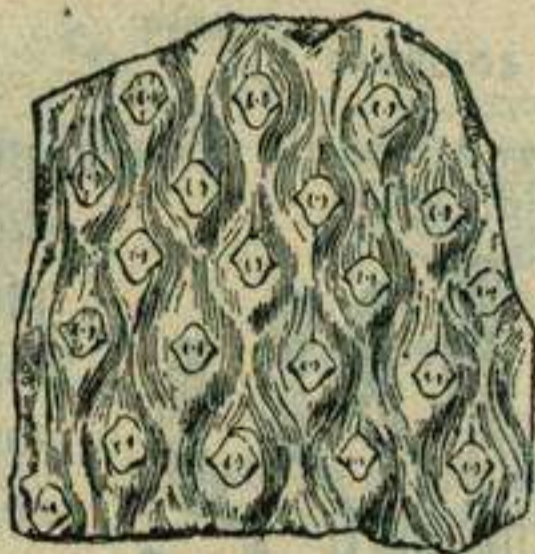


Fig. 356.—Trozo de corteza de *Sigillaria*.

355), que median hasta 30 metros de altura, y el género *Sigillaria* (*fig. 356*).

Lee 32 (9)
6

PLANTAS VASCULARES

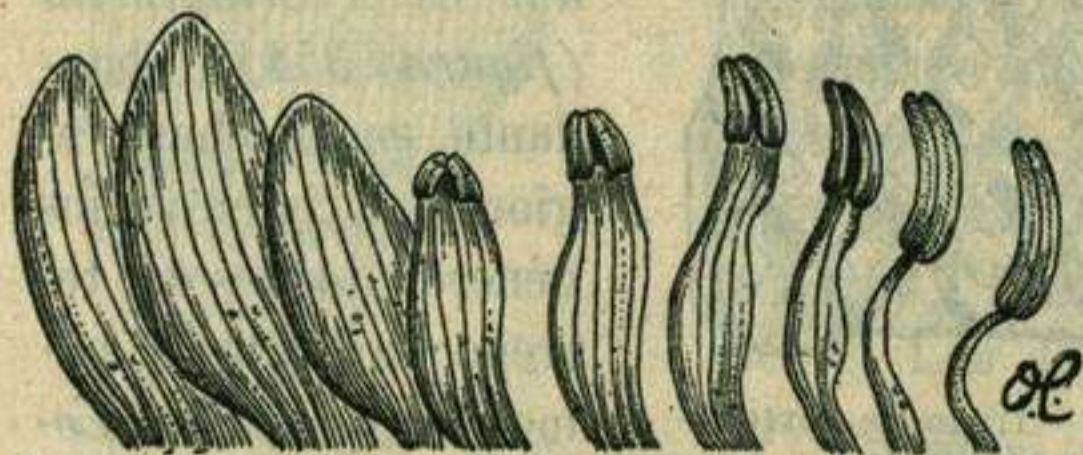
TIPO FANERÓGAMAS

(ANTOFITAS)

Ya se sabe (pág. 49) que en este Tipo están incluídas las plantas que poseen raíz, tallo, hojas y flores, cuyos órganos están todos provistos de vasos. Como ya se han estudiado los *órganos de nutrición*, o sea la raíz, el tallo y las hojas, resta sólo tratar de los *órganos de reproducción*, o sea las flores.

ÓRGANOS DE REPRODUCCIÓN

Flor: generalidades.—Acaba de decirse que los *órganos de reproducción*



PÉTALOS

ESTAMBRES

Fig. 357. — Paso gradual de los pétalos, que aún poseen forma de hoja, a los estambres, que carecen de ella.

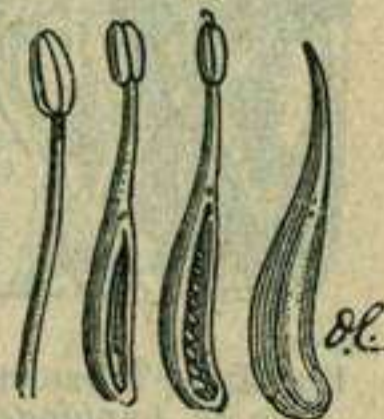


Fig. 358. -Paso de los estambres a carpelos.

guras 357 y 358) y especializadas para el cumplimiento de la función que tie-

nen que desempeñar, que consiste en la formación de *los elementos reproductores masculinos y femeninos*. Las hojas modificadas donde se originan dichos elementos reproductores, reciben el nombre de *órganos sexuales* y son las que en realidad constituyen la flor. *Protegiendo* a los órganos sexuales se encuentran otras hojas también modificadas y que ordinariamente se presentan *coloreadas*; estos órganos *protectores* son los únicos que para el vulgo constituyen las flores, y por esto para él carecen de flores muchas plantas que en realidad las poseen.

Se deduce de lo que antecede, que en las flores existen *órganos esenciales*, es decir, órganos sin cuya existencia tampoco existe la flor, y *órganos accesorios*, o sea órganos que aunque falten no por ello deja de existir la flor, siempre que posea los primeros.

Las flores que poseen tanto los órganos esenciales como los accesorios, reciben el nombre de *flores completas*, denominándose *incompletas* aquellas en que faltan los órganos accesorios.

Una flor *completa* (figs. 359 á 362) consta de cuatro verticilos de hojas modificadas situados generalmente en el extremo de una ramita llamada *pedúnculo floral*, cuya parte superior es ordinariamente más ancha y recibe el nombre de *receptáculo*



Fig. 359.—Esquema de una Fanerógama con la flor en su extremo superior.

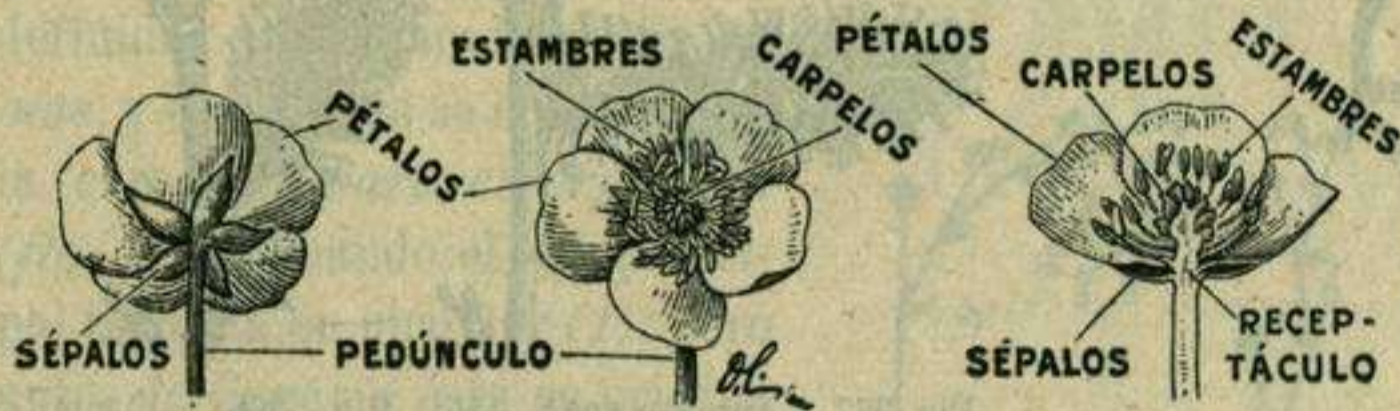


Fig. 360. Verticilos de una flor completa.

Fig. 361.

Fig. 362.—La misma aumentada y cortada longitudinalmente.

(fig. 362). Cuando falta el pedúnculo la flor se denomina *sentada*.

Estos verticilos florales reciben nombres especiales que, procediendo de

fuera a dentro, son: 1.º, el *cáliz*, constituido por piezas generalmente verdes denominadas *sépalos*; 2.º, la *corola*, formada por piezas ordinariamente coloreadas de distinto color que el verde, llamadas *pétalos*; ambos verticilos constituyen los *órganos accesorios*; 3.º, el *androceo*, constituido por los órganos sexuales masculinos o *estambres*, y 4.º, el *gineceo*, formado por

los órganos sexuales femeninos, denominados *carpelos* o *pistilos*. Estos dos últimos verticilos son los *órganos esenciales*.

El conjunto de cáliz y corola recibe el nombre de *envolturas florales*, y también los de *periantio* y *perigonio* (gr. *peri*, alrededor; *anthos*, flor; *gonos*, semilla). Dicho periantio se dice que es *doble* cuando posee ambos verticilos y *sencillo* cuando falta uno de ellos, que es siempre la *corola*, por lo cual estas plantas se llaman *apétalas* y también *monoclamideas* (gr. *monos*,

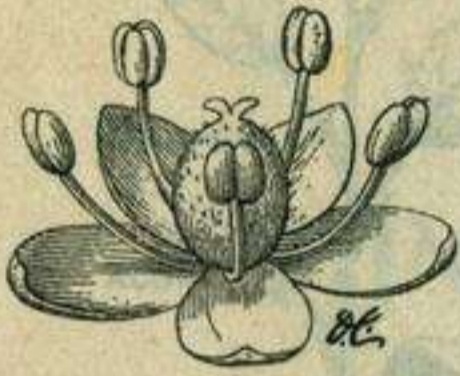


Fig. 363.—Flor apétala hermafrodita.



Fig. 364.—Flores desnudas: 1, unisexual femenina. 2, unisexual masculina.



Fig. 365.—Flores desnudas: 1, unisexual femenina. 2, idem masculina.

uno; *klamys*, clámide o manto) (figura 363). Cuando la flor carece de cáliz y corola se denomina *desnuda* (figs. 364 y 365).

Si las flores poseen órganos sexuales masculinos y femeninos, se llaman *hermafroditas* (figs. 359 y 361 á 363), y cuando en *cada flor* sólo existen estambres o carpelos, se denominan *unisexuales*, pudiendo ser en este caso: *masculinas* las flores que sólo tienen estambres (figs. 364 y 365, 2), y *femeninas* las que no po-



Fig. 366.—Extremo superior de una planta de maíz como ejemplo de planta monoica.



Fig. 367.—Amento (pág. 156) femenino de un sauce. Fig. 368.—Amento masculino de idem. Como ambos amentos nacen en dos plantas distintas, el sauce es vegetal dioico.

seen más que carpelos (figs. 364 y 365, 1). Finalmente, las flores son *neutras* cuando carecen de órganos masculinos y femeninos y poseen sólo los órganos accesorios: en realidad, éstas no son verdaderas flores, según se dijo.

Cuando las *plantas* poseen flores *unisexuales masculinas* y *femeninas* en *el mismo pie de la planta*, es decir, que las flores que poseen estambres es-

tán separadas de las que tienen carpelos, aunque reunidas *en la misma planta*, se denominan *monoicas* (gr. *monos*, uno; *oikia*, casa) (*fig. 366*); si las flores masculinas están en una *planta* y las femeninas en otra distinta, se llaman *dioicas* (griego *dis*, dos) (*figs. 367 y 368*), y, por último, se llaman *poligamas* (griego *polys*, mucho; *gamos*, boda) cuando en el mismo pie de planta hay flores unisexuales y hermafroditas.

Simetría de la flor.—Cuando todos los verticilos de la flor son *regulares* o *actinomorfos*, es decir, cuando en una flor *cualquier plano* que pase por su centro la divide en dos mitades exactamente iguales, se dice que la *flor* es *regular* o *actinomorfa*, mientras que si uno o varios de los planos que pasen por el centro la dividen en dos mitades desiguales, se denomina *irregular* o *cigomorfa*. Basta, por tanto, con que un verticilo sea irregular para que la flor lo sea también; pero se comprende que esta irregularidad será más ostensible cuando todos los verticilos lo sean.

Si siendo la *flor irregular* posee un solo plano de simetría, se dice que la flor es *simétrica* con relación a dicho plano (guisante), y, por último, existen flores sin ningún plano de simetría, en cuyo caso se denominan *asimétricas* (violeta, etc.).

Inflorescencias.—Con este nombre se conoce la disposición que las flores adoptan en la planta. Si las flores se encuentran aisladas, se denominan *flores solitarias*, y en este caso pueden ser: *terminales*, si se hallan en el extremo de una rama o tallo, y *axilares*, cuando nacen en la axila de las hojas. El nombre de *inflorescencia* suele aplicarse principalmente a la reunión o agrupación de flores que origina un conjunto de forma determinada. Las inflorescencias pueden ser *sencillas* y *compuestas*, o sea constituidas por la agrupación de inflorescencias sencillas.

Inflorescencias sencillas.—Se subdividen en *definidas* e *indefinidas*, según que el eje principal termine o no por una flor. Las inflorescencias sencillas definidas se llaman también *cimas*, y entre ellas se encuentran:

la *cima unipara escorpioidea* (*fig. 369*), cuando el eje principal termina en una flor (1); pero antes de llegar a ésta se origina otro pedúnculo con una flor (2), el que a su vez origina otro (3) y así sucesivamente, tomando el conjunto forma enrollada como la cola de un escorpión,

por originarse todos los pedúnculos en el mismo lado; la *cima unipara helicoidea* (*figura 370*), es análoga a la anterior, pero los pedúnculos se originan a uno y otro lado y las brácteas están dispuestas en una hélice; *cima bipara* o *dicótoma* (*figura 371*), cuando el eje

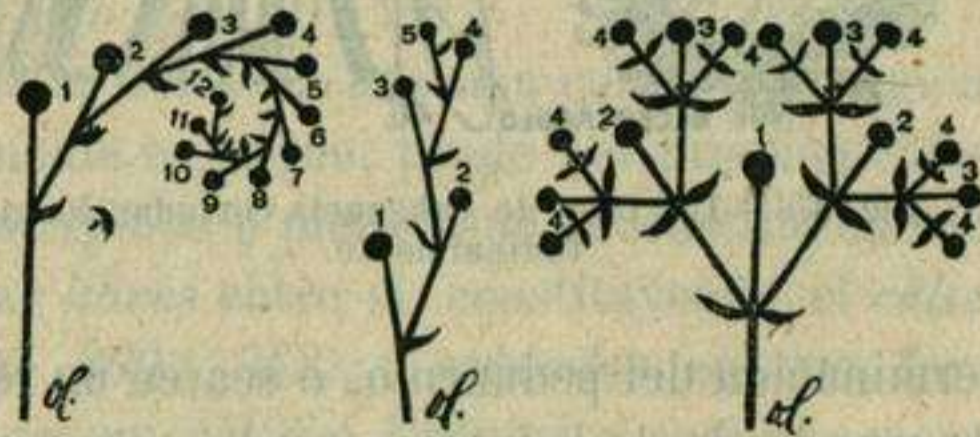


Fig. 369.—Cima escorpioidea.

Fig. 370.—Cima helicoidea.

Fig. 371.—Cima dicótoma.

principal da origen a dos pedúnculos opuestos: *cima tripara*, si son tres; etc
 En las *inflorescencias sencillas indefinidas* se distinguen dos grupos:



Fig. 372.
Amento masculino
del nogal.

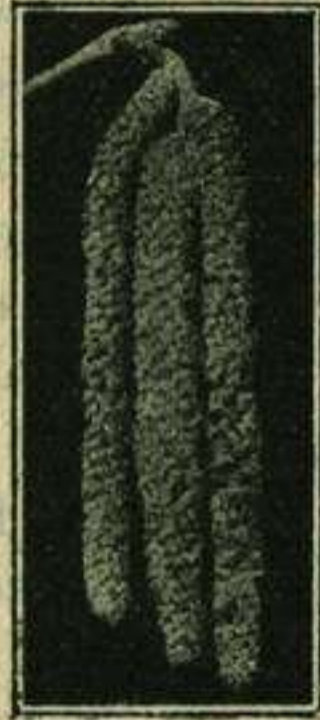


Fig. 373.-Amentos mas-
culinos del avellano.
(Fot. O. Cendrero).



Fig. 374.
Espiga de
verbena.



Fig. 375.
Espádice de
aro.

1.º Con flores sentadas o con el pedúnculo corto; 2.º con flores pedunculadas.
 En el primer grupo se encuentran: el *amento*, constituido por un eje a lo lar-

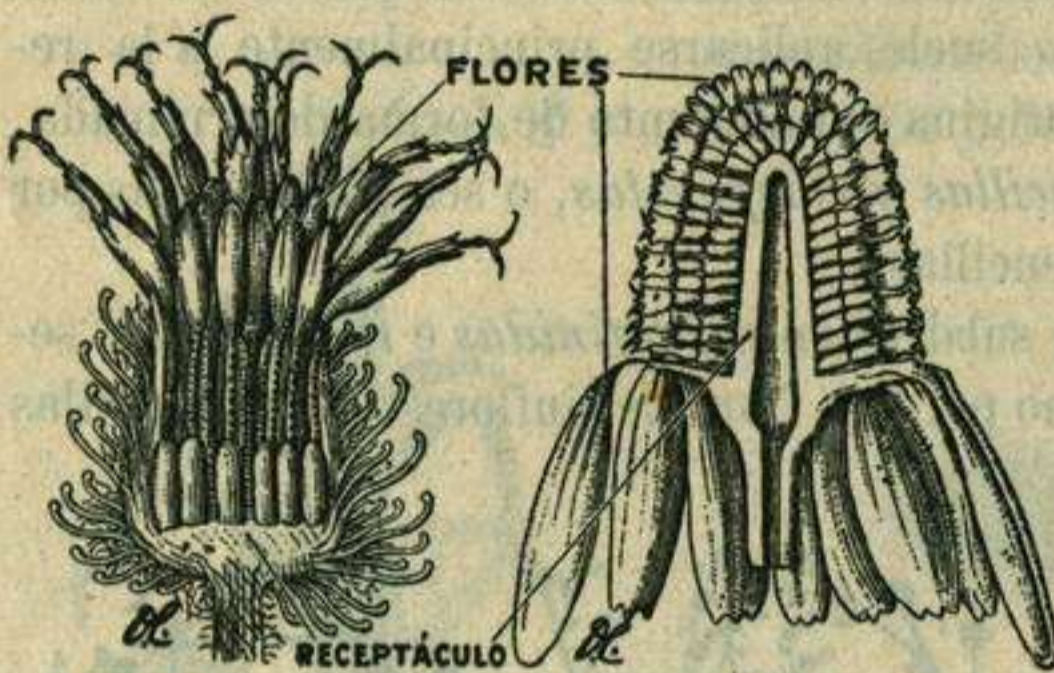


Fig. 376.—Dos tipos de cabezuela cortadas longi-
tudinalmente.

go del cual se insertan *flores unisexuales* (sauce, *figs.* 367 y 368: nogal, *fig.* 372; avellano, *fig.* 373); *espiga*, si las flores son *hermafroditas* (llantén, verbena) (*figuras* 190 y 374); *espádice*, si el eje es carnosos y lleva *flores unisexuales masculinas y femeninas* separadas, protegido todo por una espata (aro) (*fig.* 375); *cabezuela*, cuando las flores están insertas en la

terminación del pedúnculo, o sea en un receptáculo ordinariamente ensanchado y rodeado de brácteas (cardos, margarita) (*figs.* 252 y 376). En el segundo grupo se hallan: la *umbela* (*fig.* 377), cuyos pedunculillos (radios) nacen del extremo del pedúnculo primario y terminan próximamente a igual altura (guindo); *corimbo* (*fig.* 378), cuando naciendo los pedunculillos a distinto nivel del primario terminan a igual altura (peral); *racimo* (*fig.* 379), si los pedúnculos nacen a lo largo de un eje y tienen igual longitud, toman el conjunto forma cilíndrica (grosellero rojo); *tirso* (*fig.* 380), si el conjunto

tiene forma ovoidea por ser más largos los pedúnculos del medio (algunos

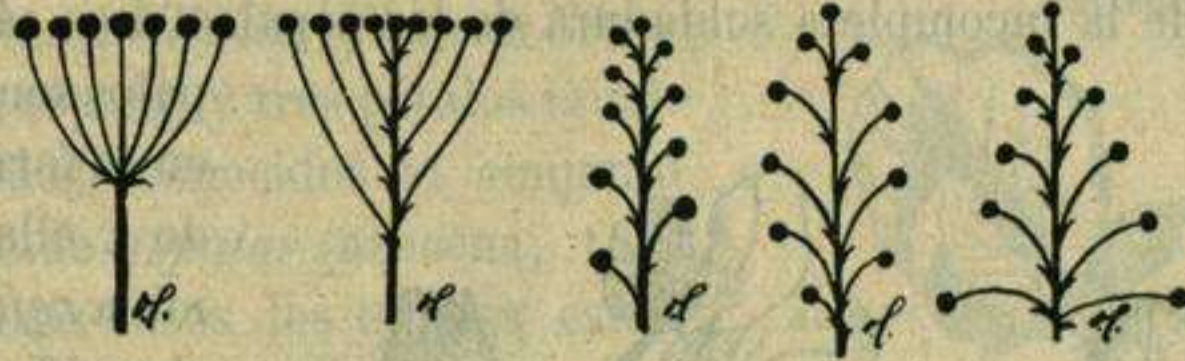


Fig. 377.
Umbela.

Fig. 378.
Corimbo.

Fig. 379.
Racimo.

Fig. 380.
Tirso.

Fig. 381.
Panoja.

brezos); *panoja* o *panicula* (figura 381), si tiene forma cónica por ser más largos los inferiores (algunas resedas).

Inflorescencias compuestas.—

Son numerosísimas, puesto que están constituidas por la reunión de varias sencillas. Son frecuentes: la *espiga* de *espigas* del trigo; la *espiga* de *cabezuelas* del plátano de sombra; el *racimo* de *racimos* (figura 383) de la vid; *tirso* de *racimos* de la lila; *umbela* de *umbelas* (figura 382) del perejil; etcétera.

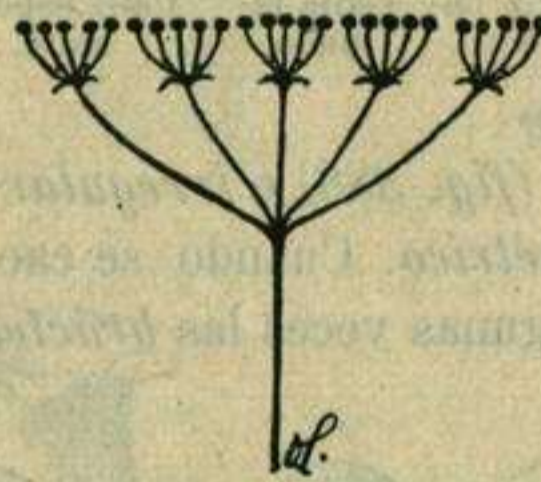


Fig. 382.—Umbela de umbelas.



Fig. 383.—Racimo de racimos.

Lee 33 (10)

ESTUDIO DE LOS VERTICILOS FLORALES

Cáliz.—Es el verticilo exterior de la flor y en la yema cubre y protege a todos los demás: aunque ordinariamente es verde, puede ser también coloreado (hortensia, begonia, etc.). Los *sépalos* o piezas que le constituyen son generalmente sentados y pueden estar *libres* entre sí, constituyendo el *cáliz dialisépalo* (gr. *dialyo*, desunir) (figs. 360 y 363), o *soldados* en uno, formando el *cáliz gamosépalo* (gr. *gamos*, unión) (fig. 388), en el cual se conoce el número de sépalos que contribuyen a formarle, porque generalmente dichos sépalos no se sueldan en toda la longitud y dejan el extremo libre formando dientes, lóbulos, etc. En este cáliz gamosépalo la porción soldada recibe el nombre de *tubo*, la parte libre el de *limbo* y el punto de unión de ambos, *garganta*.

El borde libre de los sépalos del cáliz dialisépalo puede ser *dentado*, *ase-*

rrado, etc., y lo mismo ocurre en el cáliz gamosépalo, si bien en este caso puede provenir, ya de que lo sean los sépalos que le constituyen, ya, y es lo más general, de la incompleta soldadura de los sépalos. Los cálices gamosépalo



Figura 384.—Caliculo.

Fig. 385. Cáliz caduco.

Fig. 386. Cáliz labiado.

Fig. 387. Cáliz espolonado.

Fig. 388. Cáliz vejigoso.

palos son muy variados en su forma y atendiendo a ella se los denomina *vejigosos* o *inflados* (fig. 388), *gibosos*, *espolonados* (figura 387), *labiados* (figura 386), etc. Sea *dialisépalo* o *gamosépalo*, el cáliz puede ser, como la flor (página

155), *regular* (fig. 388) e *irregular* (figs. 386 y 387), *simétrico* (figs. 386 y 387) y *asimétrico*. Cuando se cae al abrirse la flor se denomina *caduco* (fig. 385). Algunas veces las *brácteas* próximas al cáliz se agrupan en la ba-



Fig. 389. Corola cruciforme.

Fig. 390.—Corola rosácea.

Fig. 391. Dos tipos de corola liliácea.

Fig. 392.

se de éste, simulando un cáliz: el conjunto de dichas brácteas se denomina *calículo* (fig. 384).

Corola.—Es el segundo verticilo del periantio y está situado por dentro del cáliz. Sus piezas o *pétalos* tienen también papel protector y generalmente están coloreados, por más que alguna vez pueden ser verdes. Cada pétalo consta ordinariamente: de una porción basilar estrecha denominada *uña*, que es el equivalente al peciolo de la hoja, y de una porción terminal ancha llamada *limbo*, que representa el limbo. Todo lo dicho a propósito del cáliz puede aplicarse a la corola, y, por tanto, habrá corolas *dialipétalas* y *gamopétalas*, según tengan los pétalos *libres* o *soldados*; *regulares* e *irregulares*; etc. Además de estos nombres generales reciben otros particulares atendiendo a su forma, y entre ellos los principales son:

COROLAS DIALIPÉTALAS.—I.—*Regulares* o *actinomorfas*: *cruciforme*, con cuatro pétalos de limbos perpendiculares a la uña y colocados en forma de cruz (alhelí (fig. 389) y todas las Crucíferas); *aclavelada*, con cinco pétalos

de uña larga (clavel); *rosácea*, con tres a seis o más pétalos, ordinariamente cinco, de uña corta (rosa silvestre (figura 390), fresa); *liliácea* (figuras 391 y 392), con tres sépalos y tres pétalos igualmente coloreados, conocidos en conjunto con el nombre de *tépalos* (azucena, tulipán): en algunos casos los tépalos están más o menos soldados.

II.—*Irregulares o cigomorfas: amariposada o papilionácea* (figs. 393 y 394), contituída por cinco pétalos, de los cuales el medio superior es generalmente mayor y recibe el nombre de *estandarte*;



Fig. 393. Fig. 394.
Corola amariposada.



Fig. 395.—Flor de una orquídea como ejemplo de corola anómala; *p*, pétalos superiores.



Fig. 396.
Acampanada.



Fig. 397.
Urceolada.



Fig. 398.—Embudada. (Imitación Gerardin).

los laterales libres reciben el nombre de *alas* y los soldados entre sí o muy

soldados entre sí o muy aproximados el de *quilla* (judía y todas las Papilionáceas). Con el nombre común de corolas *anómalas* se conocen todas aquellas que siendo dialipétalas irregulares no son amariposadas (pensamientos, orquídeas, etcétera) (fig. 395).

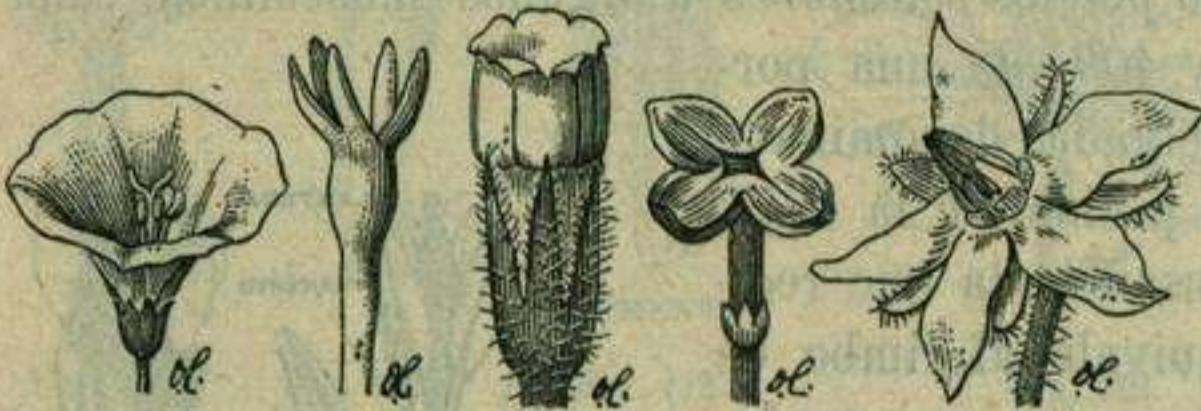


Fig. 399. Fig. 400. Fig. 401. Fig. 402. Fig. 403.
Cónico-acampanada (399).—Flosculosa (400).—Tubuloso-acampanada (401).—Asalvillada (402).—Enrodada (403).

COROLAS GAMOPÉTALAS.—I.—*Regulares: acampanada* (fig. 396); *urceolada* o en forma de orza (brezo) (fig. 397); *infundibuliforme* o *embudada* (tabaco) (fig. 398); *cónico-acampanada*, la embudada sin tubo (correhuela) (figura 399); *flosculosa* (fig. 400), la que teniendo forma de tubo está inserta en una cabezuela (flores del centro o disco de la margarita); *tubuloso-acam-*

panada (sífito) (*fig. 401*); *asalvillada*, con el tubo cilíndrico y largo y limbo ancho perpendicular a él (lila) (*fig. 402*); *enrodada*, la asalvillada de tubo reducido a un anillo (borraja) (*fig. 403*).

II.—*Irregulares: ligulada o semiflosculosa*: consiste en un tubo corto



Fig. 404.
Ligulada.



Fig. 405.
Labiada.



Fig. 406.
Personada.



Fig. 407.
Digitaliforme.

provisto de un solo limbo lateral con 3 ó 5 dientes (flores de la margarita) (*fig. 404*); *labiada*, la que posee el limbo separado transversalmente en dos partes o labios, de los cuales el superior está formado por dos pétalos y el

inferior por tres (salvia y todas las Labiadas) (*fig. 405*); *personada*, la labiada con los labios muy aproximados y hasta cerrados por un repliegue llamado *paladar* (boca de dragón) (*fig. 406*); *digitaliforme*, que es una especie de corola acampanada irregular y con el tubo angostado bruscamente cerca de su base (digital) (*fig. 407*); etc.

NECTARIOS.—Ordinariamente se da esta denominación a pequeñas glándulas existentes en la base de los pétalos de algunas flores y que segregan un líquido azucarado llamado néctar. Pueden también encontrarse en los demás verticilos y en el receptáculo; pero donde más abundan es en los pétalos.

Androceo.—Es el más externo de los verticilos sexuales en las flores hermafroditas y está constituido por los *estambres* u órganos masculinos; cada estambre consta (*figs. 408 y 409*) de una porción basilar, generalmente delgada, denominada *filamento*, que representa el pecíolo de la hoja, y de una porción terminal ensanchada que recibe el nombre de *antera* y equivale al limbo de la hoja: la *antera* es la parte más importante, puesto que en su interior es donde se originan los elementos sexuales masculinos denominados *granos de polen*. Cuando el filamento falta se dice que la antera es *sentada* y cuando existe sólo el filamento, por no desarrollarse la antera, se denomina *estaminodio*.

Las variaciones que los estambres experimentan son numerosas: en primer lugar su *número*, aunque constante en la misma planta; varía extraor-



Fig. 408.
Estambres
didinamos.

Fig. 409.—Es-
tambres te-
tradinamos.

dinariamente de unas especies de plantas a otras. Ya Linneo agrupó las plantas con arreglo al número de estambres que poseen y los nombres que él dió a dichos grupos son: *monandria*, *diandria*, *triandria*, *tetrandria*, *pentandria*, *exandria*, *eptandria*, *octandria*, *eneandria* y *decandria*, según posean 1, 2, 3... 10 estambres; *dodecandria*, cuando poseen de 11 á 19; *poliandria* e *icosandria* si el número es mayor de 20, pero reservando el primer nombre para cuando están insertos en el receptáculo y el segundo para cuando lo están en el cáliz. En ambos casos se suele decir también que los estambres son *indeterminados* o *indefinidos*, expresándose por el signo ∞ .

Tampoco las *dimensiones* de los estambres son siempre iguales en la *misma flor* y reciben nombres particulares en los dos casos siguientes: si habiendo cuatro estambres dos son más largos que los otros dos se dice que los estambres son *didinamos* (gr. *dis*, dos; *dynamis*, fuerza, es decir, dos más largos) (*fig. 408*) y si habiendo seis estambres cuatro son más largos que los otros dos, se dice que son *tetradinamos* (griego *tetra*, cuatro) (*figura 409*).

Los estambres pueden *soldarse entre sí*, dando origen a disposiciones que reciben nombres particulares. Si están *soldados por los filamentos* se llaman *monadelfos* cuando forman un solo haz (gr. *monos*, uno; *adelphós*, hermano) (*figura 410*); *diadelfos*, si forman dos (*fig. 411*), y *poliadelfos* si tres o más. Si están *soldados por las anteras* se denominan *singenésicos* (*fig. 412*), y si por los *filamentos* y las *anteras*, *sinfisandrios*.



Fig. 410. Monadelfos.

Fig. 411. Diadelfos.

Fig. 412. Singenésicos

Fig. 413. Flor isostémona.

Fig. 414. Flores meristémonas.

Fig. 415.

Cuando el número de estambres es igual al de sépalos, o al de pétalos, las flores se llaman *isostémonas* (gr. *isos*, igual; *stemon*, estambre) (*figuras 363 y 413*) y si es diferente *anisostémonas* (gr. *ánisos*, desigual), en cuyo caso pueden ser: *diplostémonas* si es doble (gr. *diplóos*, doble), *polistémonas* si es tres o más veces mayor (*fig. 390*) y *meristémonas* cuando en cualquiera de los casos anteriores los estambres se ramifiquen (gr. *merisma*, división) (*figuras 414 y 415*).

ESTRUCTURA DE LA ANTERA Y FORMACIÓN DEL POLEN.—Una *antera joven* (fig. 416) está dividida en dos mitades simétricas, una a la derecha y otra a la izquierda del *conectivo* o tejido que las une. Cada una de dichas mitades posee a su vez dos cavidades denominadas *sacos polínicos* o *microsporangios*, que están llenos de unas células grandes llamadas *células madres del polen*, cada una de las cuales da origen a cuatro *granos de polen* o *microsporas* (página 147).

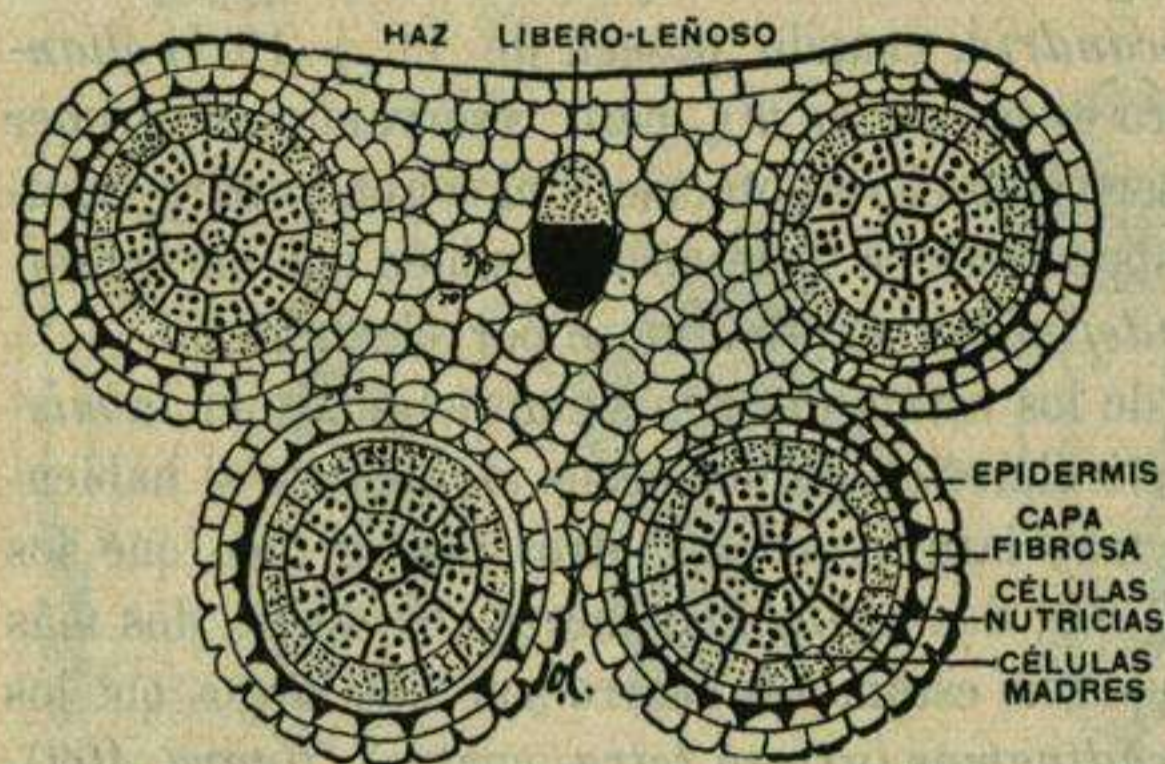


Fig. 416.—Corte transversal esquemático de una antera joven con sus cuatro sacos polínicos.

Rodeando a las células madres del polen se encuentran varias capas de células que, procediendo de dentro a fuera, son: 1.º, las dos *capas nutricias*, de las cuales la interior está formada por células cúbicas muy voluminosas y ambas con un protoplasma muy rico en almidón y grasas: el nombre de estas capas alude a que ulteriormente servirán de alimento a los granos de polen para permitir su crecimiento; 2.º, la *capa fibrosa*, cuyas células tienen la membrana lignificada en líneas espirales o en forma de V con las ramas hacia fuera. Esta capa determina el desgarramiento de la pared de la antera para dar salida al polen y no se encuentra más que en la pared externa de los sacos polínicos; 3.º, la *epidermis* con algunos estomas.

En la *antera madura* (fig. 417) los granos de polen o microsporas se encuentran ya libres; las capas nutricias han desaparecido por haberse gelificado sus paredes para que las sustancias contenidas en el interior sirvieran de alimento al polen y, por último, los dos sacos polínicos de cada lado comunican entre sí, por lo que cada mitad de la antera no posee más que una cavidad llena de polen.

Dehiscencia de la antera.—Con esta denominación se conoce la manera de abrirse la pared de la antera para dar salida al polen. Es muy variada, pero puede reducirse a cuatro tipos principales: la *poricida* o por dos pequeños orificios (fig. 418); la *ventallicida* o *valvicida* o por ventallas o valvas



Fig. 417.—Corte transversal esquemático de una antera madura.

que se abren hacia fuera (*fig. 419*); la *transversal* o por un plano perpendicular a la línea de unión de las anteras (*fig. 420*), y la *longitudinal* o por una hendidura a lo largo de toda la antera (*figura 421*). Cualquiera que sea la clase de dehiscencia se verifica siempre gracias a las células de la capa *fibrosa*, que por tener su membrana exterior celulósica y más delgada que la interna, se deseca y contrae más que ésta por la acción del sol y determina la rotura de la antera

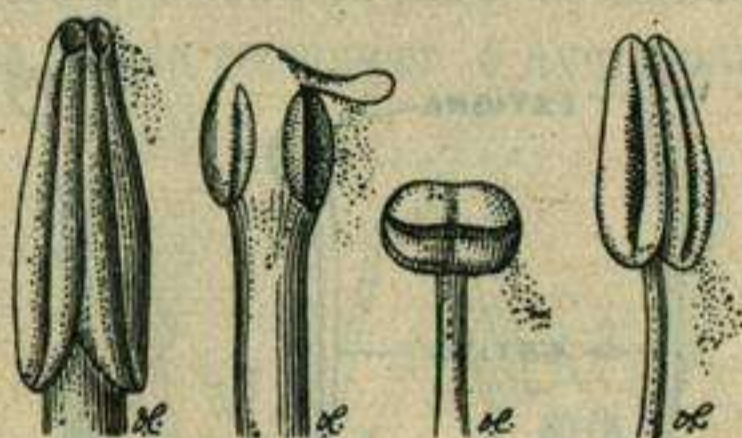


Fig. 418. Fig. 419. Fig. 420. Fig. 421. Tipos de dehiscencia de la antera.

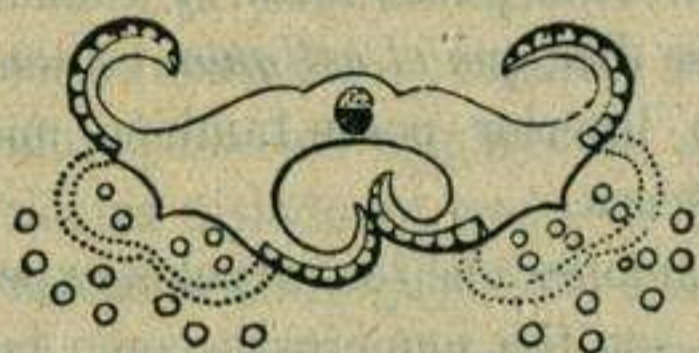


Fig. 422.—Esquema de la dehiscencia de una antera.

por las partes en que su pared es más delgada (*fig. 422*).

ESTRUCTURA DEL GRANO DE POLEN O MICROSPORA.—Un grano de polen consta de *dos células desiguales*, contenida la pequeña en la grande y envueltas en dos membranas, de las cuales la interna, llamada *intina*, es celulósica, y la externa, o *exina*, está cutinizada y erizada de pun-

tas, tubérculos, etc. (*figs. 423 y 424*); ésta posee además *poros* destinados a que pueda penetrar el agua del exterior; a estos poros corresponden pequeños espesamientos celulósicos de la intina.

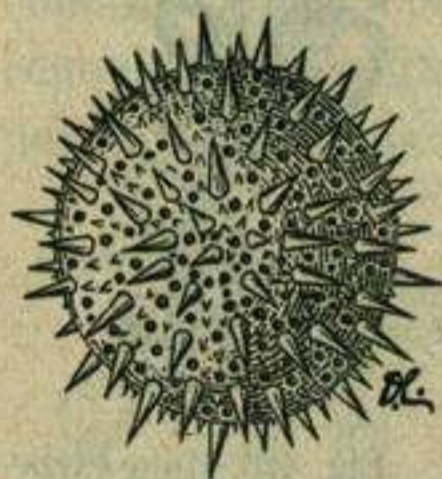


Fig. 423.—Aspecto exterior de un grano de polen.

De las dos células contenidas dentro de esta membrana, la *mayor* es la que posee también un núcleo más

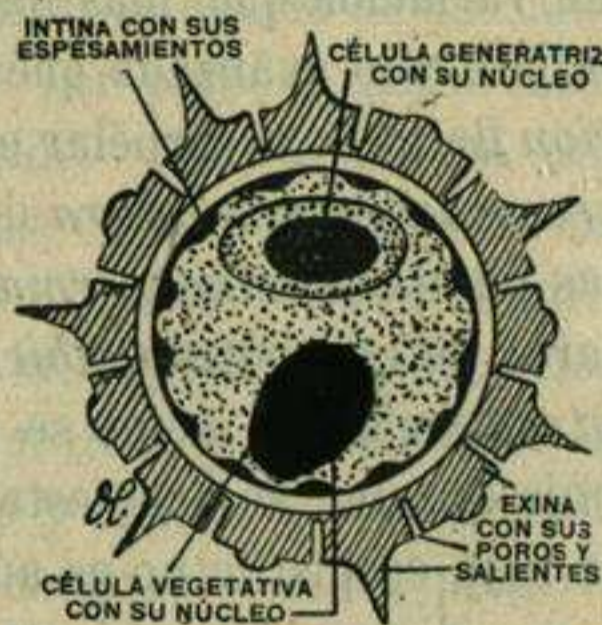


Fig. 424.—Esquema de la estructura de un grano de polen.

voluminoso y su protoplasma es más denso y rico en sustancias nutritivas; a esta célula grande se la denomina *protalo masculino* y también *célula vegetativa*, porque su única misión es asegurar la nutrición de los *gametos masculinos*. La *célula pequeña* posee poca cantidad de protoplasma y está separada de la grande por una delgada membrana albuminoidea; a esta célula se la denomina *célula generatriz* o *célula madre de los gametos*, porque por división da origen a *dos células* que son los *gametos masculinos* o *anterozoides*.

Gineceo.—Es el más interno de los verticilos sexuales en las flores hermafroditas y está constituido por los *carpelos* o *pistilos*, que son los órganos

Lec
34 (11)
5

femeninos. Cada pistilo de las Angiospermas consta (*fig. 425*): de una porción inferior denominada *ovario*, que es

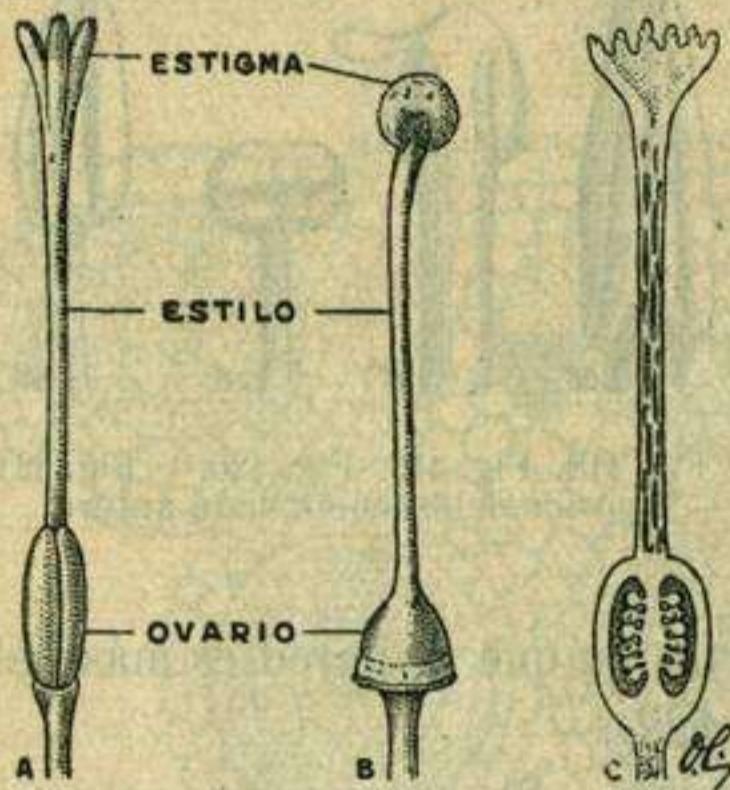


Fig. 425.—A y B, gineceos vistos exteriormente; C, corte longitudinal esquemático de un pistilo.

la parte más esencial puesto que en su interior es donde se encuentran los elementos sexuales femeninos denominados *óvulos*: de una columnita hueca o esponjosa interiormente denominada *estilo*, y de una porción más o menos ensanchada llamada *estigma*, situada en la terminación del estilo; dicho estigma está bañado por un líquido viscoso, y provisto de elevaciones o papilas. El *estilo* puede faltar y cuando esto ocurre se dice que *el estigma es sentado*: en su interior posee también una sustancia viscosa.

Las variaciones que los carpelos experimentan no son tan numerosas como las

de los estambres: desde luego su *número* varía de unas plantas a otras, y Linneo dió los nombres de *monogina*, *digina*, etc., a las flores de un carpelo, dos, etc. La variación que más importancia tiene es la que se refiere a lo avanzada que se encuentre la *transformación* de la hoja carpelar en pistilo y al grado de *concrecencia* o *soldadura* de éstos entre sí; en efecto, en las plantas *Gimnospermas* (*fig. 426*) las hojas carpelares se encuentran *abiertas* y *sin soldarse unas a otras*, es decir, como se encontraría el limbo de una hoja normal; se debe esto a que la transformación de la hoja en pistilo no es aún completa; esta hoja carpelar se dice que es *abierta* y libre. En las plantas *Angiospermas* dicha transformación es grande y en general las hojas carpelares no sólo se parecen poco al



Fig. 426.—Hoja carpelar abierta de una Cicadácea (pág. 190); o, óvulos.



Fig. 427. Gineceo polycarpelar.

limbo de una hoja, sino que, ya *cada hoja* se pliega a lo largo del nervio medio y se *suelda por sus bordes*, originando una hoja carpelar *cerrada*; ya se sueldan por ellos *varias hojas abiertas y contiguas*; ya, por último, se sueldan entre sí *varias hojas cerradas*. De las diversas disposiciones de los carpelos resultan las de los gineceos: si existe *un solo carpelo cerrado* se dice que el gineceo es *sencillo* o *unicarpelar* (*figs. 430, 455 y 468*), y si existen *varios*, el gineceo se llama *polycarpelar*. Sin embargo, este último nombre suele reservarse exclusivamente para designar al gineceo que consta de *varios carpelos cerrados y libres* (*fi-*

gura 427), aplicando el de gineceo *compuesto*, también llamado *pistilo compuesto*, al formado por varios carpelos abiertos o cerrados, *pero soldados entre sí* (*figs. 431, 432 y 433*). En una flor se puede reconocer o averiguar fácilmente el número de carpelos que constituyen su gineceo porque, en general, dicho número es igual: al de estilos que la flor tiene, al de estigmas, o bien al de lóbulos o porciones del estigma cuando éste es único. Ordinariamente se reconoce más fácilmente dando un corte transversal al ovario.

Por la *posición* que el ovario ocupa con relación a los restantes verticilos florales recibe los nombres de *ovario súpero* o *libre* (*fig. 428*) cuando se encuentra aislado en medio de la flor y encima de los demás verticilos, e *infero* o *adherente* (*fig. 429*) cuando se encuentra soldado a todos los verticilos más exteriores que no quedan libres hasta encima del ovario, el cual por esto parece originarse debajo de ellos.

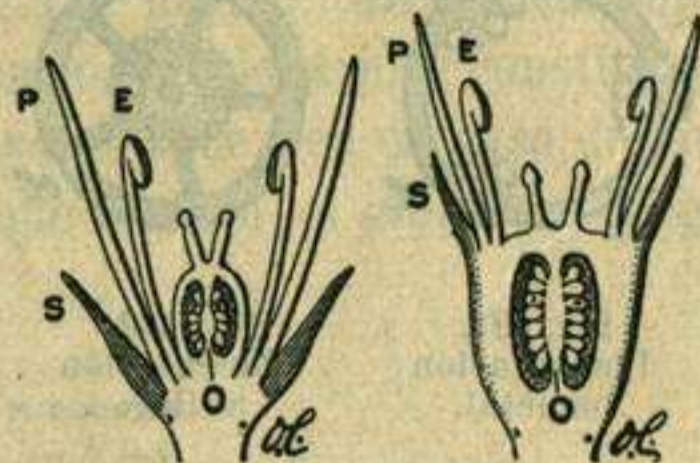


Fig. 428.—Ovario súpero.

Fig. 429.—Ovario infero.

ESTRUCTURA DEL OVARIO.—Siendo el ovario una hoja más o menos modificada, se comprende que su estructura será análoga a la de una hoja y así puede apreciarse, en efecto, dando un corte transversal al ovario de una alubia, por ejemplo; se verá entonces (*fig. 430*) que las paredes del ovario constan de dos epidermis, una interior y otra exterior, y entre ellas el parenquima clorofílico con los haces libero-leñosos correspondientes a los nervios. De estos nervios el medio es más grueso y a lo largo de él se verifica el plegamiento de la hoja. En todos ellos puede apreciarse que el liber corresponde a la cara externa del ovario y el leño a la interna, lo que es prueba de que el carpelo se ha plegado hacia la cara superior, puesto que en las hojas normales el leño se encuentra siempre en la cara superior y el liber en la inferior.

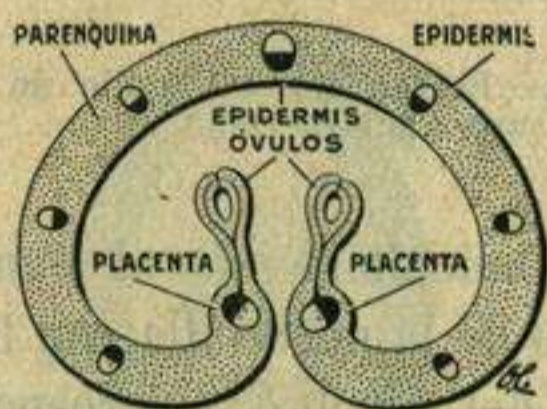


Fig. 430.—Esquema de la estructura de un ovario cortado transversalmente.

PLACENTACIÓN.—Los óvulos se encuentran insertos, por medio de un delgado cordón, denominado *funiculo*, en los bordes de la hoja carpelar, que generalmente se abultan y constituyen gruesos cordones denominados *placentas*, en cuyo interior existe el *nervio marginal* del carpelo, que a su vez origina otros pequeños nervios que penetran en el funículo (*figuras 430, 434 y 435*).

La disposición de las placentas en el ovario o *placentación*, y, por consiguiente, la disposición de los óvulos en el mismo, es muy variada, pero puede reducirse a los principales tipos siguientes: 1.º Si el ovario está formado

por un solo carpelo cerrado (fig. 430), por varios cerrados y libres o por varios abiertos y soldados por los bordes (fig. 431), la placentación se llama *parietal* porque las placetas se encuentran situadas en las paredes del ovario. *pasiflora*

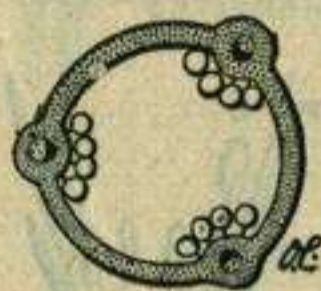


Fig. 431.
Placentación
parietal.



Fig. 432.
Placentación
axilar.



Fig. 433.
Placentación
central.

se extiende de un extremo a otro del ovario, la placentación se denomina *axilar*. 3.º Cuando en un ovario de placentación axilar se reabsorben los tabiques de separación de los carpelos y queda sólo el eje constituido por las placetas, la placentación se denomina *central* (fig. 433), recibiendo el nombre particular de placentación *basilar* la central con el eje muy corto.

ESTRUCTURA DEL ÓVULO O MACROSPORANGIO (fig. 434).—Un óvulo o macrosporangio está constituido por un parenquima denominado *nuececilla* porque en conjunto tiene dicha forma, la cual está envuelta por dos membranas llamadas: *primina* la exterior y *secundina* la interior. Ambas membranas poseen un orificio denominado *micropilo*, dándose el nombre de *hilo* u *ombligo* al plano o punto en que el funículo se une al óvulo, es decir, a la primina, y el de *chalaza* al de unión de la nuececilla con la secundina. La *nuececilla* es la parte más importante del óvulo o macrosporangio, puesto que en su parenquima primitivamente homogéneo se diferencia una célula que crece y origina la *macrospora*, la cual *sin salir del macrosporangio* origina un *protalo femenino rudimentario* que recibe el nombre particular de *saco embrionario* (fig. 435); en este protalo femenino se originarán los *gametos femeninos* u *oosferas* (véase pág. 148).

FORMACIÓN DE LA OOSFERA (fig. 435).—El núcleo del *saco embrionario* se divide en dos que se dirigen a los extremos de éste, donde cada uno sufre una doble división que da por resultado la formación de cuatro núcleos en cada polo del saco embrionario. *Tres* de los *núcleos* del polo próximo al micropilo se proveen de protoplasma, pero *no forman membrana celulósica* y

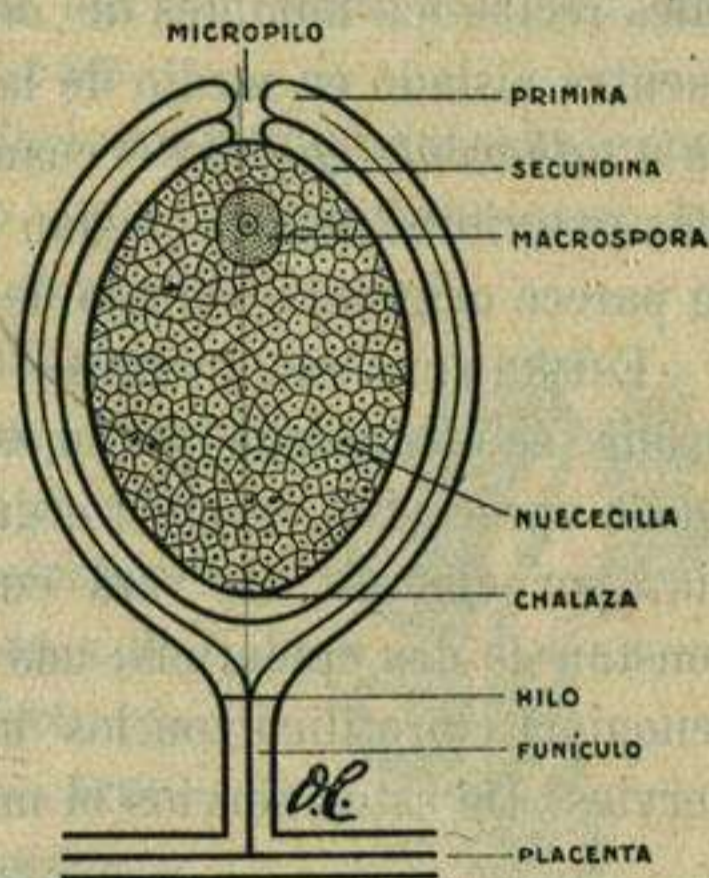


Fig. 434.—Estructura del óvulo de una Angiosperma.

originan células que quedan unas junto a otras, constituyendo las *oosferas*, de las cuales no suele ser fecundada más que una, *que es la verdadera oosfera* y se distingue de las otras dos por su mayor tamaño; éstas se llaman *sinérgidas*. Tres de los núcleos inferiores se proveen de protoplasma y membrana celulósica y originan las *células antipodas*. Por último, *un* núcleo superior y *otro* inferior se reúnen en el centro del saco embrionario y constituyen el llamado *núcleo secundario del saco embrionario*, que, en el caso de que haya fecundación, se divide en varias células que forman el *albumen* (página 174), el cual sirve, como las antipodas y sinérgidas, para la nutrición del embrión (pág. 174).

El *óvulo de las Gimnospermas* (fig. 436) difiere del de las Angiospermas que acaba de describirse, pues no posee más que la *primina*, y el *saco embrionario*, aquí llamado *endospermo*, está formado por muchas células en las cuales se destacan algunas de gran tamaño, denominadas *arquegonios* (de los que carecen las Angiospermas), que a su vez contienen *una oosfera* cada uno, las cuales pueden ser todas fecundadas.

CLASES DE ÓVULOS. - Si el funículo y el saco embrionario se encuen-

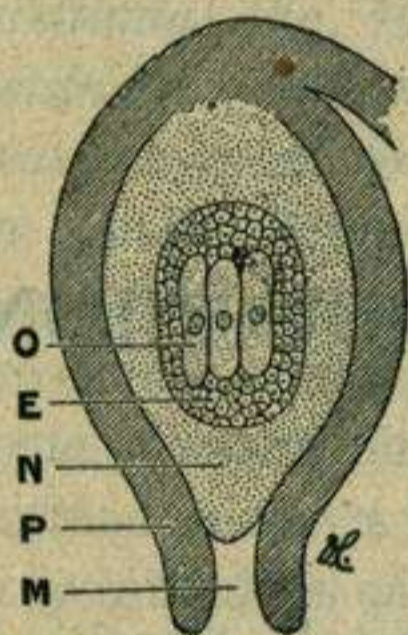


Fig. 436.—Estructura del óvulo de una Gimnosperma.-M, micropilo; P, primina; N, nuececilla; E, endospermo, saco embrionario o protalo femenino que contiene tres arquegonios, O, con sus oosferas.

tran en el mismo plano vertical, el óvulo se llama *recto, erguido u ortotropo* (figs. 434 y 435); si el saco embrionario se encuentra en un plano paralelo al del funículo, por efecto de haberse doblado el óvulo por el punto correspondiente a la chala-za, el óvulo se denomina *anatropo* o *invertido* (fig. 437); fi-

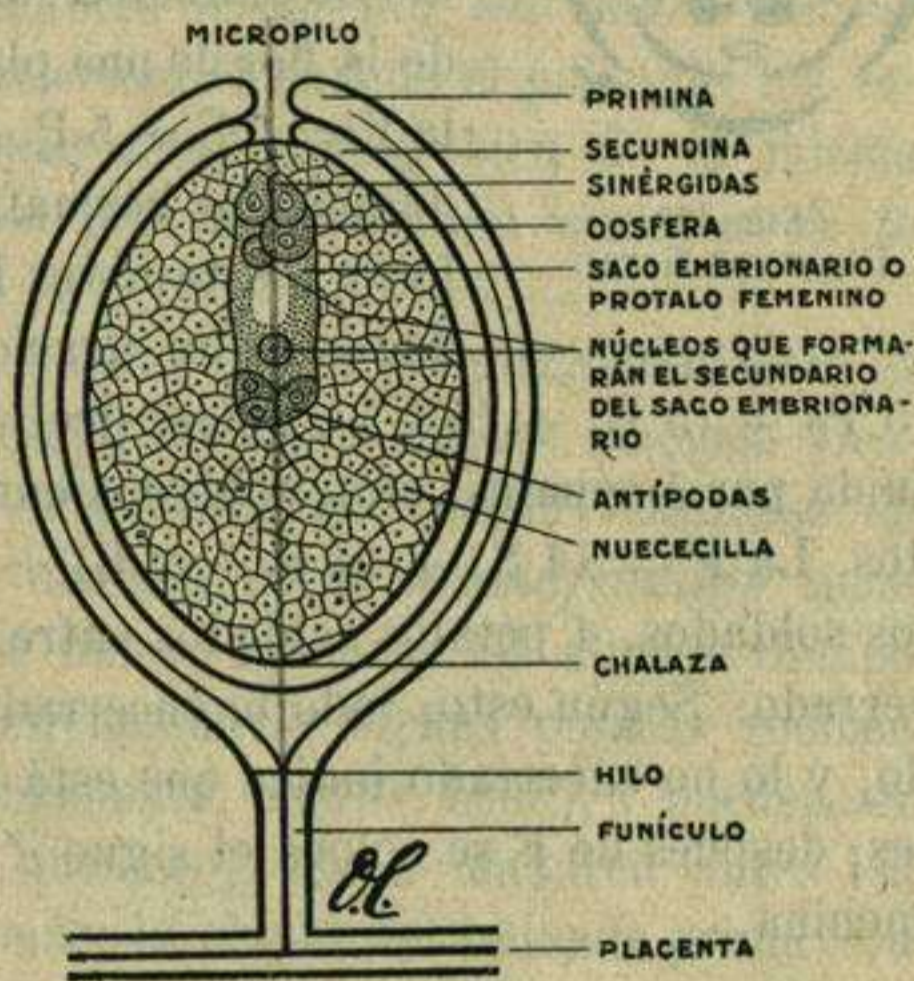


Fig. 435.—Formación de la oosfera.



Fig. 437.—Óvulo anatropo.

Fig. 438.—Óvulo campilotropo.

nalmente, cuando el saco embrionario, y en general toda la cabeza del óvulo,

se encuentra encorvado, el óvulo se denomina *campilotropo* o *encorvado* (figura 438). En estos dos casos, el micropilo se encuentra vuelto hacia la placenta.

Diagramas y fórmulas florales.—Para representar esquemáticamente el conjunto y la disposición de los verticilos florales, se emplean unas figuras esquemáticas (fig. 439), que representan las distintas partes de la flor cortadas transversalmente. Dichas figuras reciben el nombre de *diagramas*.



Fig. 439.
Diagrama floral.

Las *fórmulas florales* son expresiones en que por medio de símbolos convencionales se expresa la composición de la flor de una planta o de un grupo de plantas; la fórmula $F = 5 S + 5 P + 5 E + (5 C^a)$ quiere decir que se trata de una flor hermafrodita que consta de 5 sépalos, 5 pétalos y 5 estambres libres, y de 5 carpelos abiertos y soldados en un ovario unilocular. La fórmula $F = (5 S) + (5 P) + (5 E) + (5 C^c)$, quiere decir que la flor hermafrodita está constituida por 5 sépalos, etc., soldados entre sí, y 5 carpelos cerrados y soldados. La $F = (4 S) + (4 P + 2 E) + C^c$, significa que la flor tiene 4 sépalos soldados, 4 pétalos soldados entre sí y con los estambres, y un carpelo cerrado. Según esto, todo lo encerrado en paréntesis indica que está soldado, y lo no encerrado indica que está libre. Cuando las flores son unisexuales, después de F se coloca el signo ♂ o ♀, según sea la flor masculina o femenina.

Lee 35 (12)

FUNCIONES DE LOS ÓRGANOS

DE REPRODUCCIÓN

Las funciones de reproducción tienen por objeto perpetuar la especie, y por esto la función a que tienden todos los verticilos florales es la *formación del huevo*, huevo que a su vez es el punto de partida necesario para que se originen nuevas plantas. Para llegar a dicha formación es menester que se verifique una serie de actos que reciben los nombres de *floración* o *antesis*, *polinización*, *fecundación* y *formación del huevo*.

Floración.—Las hojas modificadas que constituyen las flores, se forman

y nutren merced a las sustancias elaboradas por los órganos de nutrición. Pero también los factores extrínsecos o exteriores influyen en la formación de la flor, especialmente la temperatura: por esto la *antesis* o *floración* de cada planta, es decir, *la formación y apertura de sus flores*, no se verifica más que cuando dicha planta ha recibido el número de grados de calor necesario, que para cada especie varía dentro de estrechos límites.

Polinización.—Con este nombre se conoce el transporte de los granos de polen hasta ponerse en contacto con los estigmas. Puede ser *directa* o *propia* e *indirecta*, *cruzada* o *extraña*. Se dice que es *directa* cuando en las flores hermafroditas el polen de los estambres de una flor *cae sobre los estigmas de la misma flor*, y se denomina *cruzada* cuando el polen de los estambres de una flor *cae sobre los estigmas de otra flor*, bien de la misma planta, bien de otra planta más o menos próxima, siempre que sea *de la misma especie*.

Aun cuando a primera vista pudiera creerse que la polinización directa es la más frecuente, no ocurre así, sin embargo, debido a varias razones. Desde luego se comprende que la indirecta es la única que puede realizarse en las flores *unisexuales*, pero aun en las mismas flores *hermafroditas* tiene que verificarse muchas veces porque casi nunca maduran al mismo tiempo los estambres que los pistilos; por esta circunstancia dichas plantas reciben el nombre de *dicógamas* (gr. *dikha*, doblemente; *gamos*, boda), y pueden ser *protándicas* o *protogínicas* (gr. *protos*, primero), según maduren antes los estambres o los pistilos. Pero aún hay más: la planta denominada primavera o flor de San José (*Primula officinális*) tiene flores *heterostiladas*, es decir, con los estilos de distinta longitud, habiéndolas *braquistiladas* (fig. 441) o de estilo corto, *mesostiladas* y *dolicostiladas* (fig. 440) (gr. *heteros*, desigual; *brachys*, corto; *mesos*, medio; *dolikós*, largo); pues bien, estas flores no son fecundadas más que por el polen que provenga de estambres que tengan proximalmente la misma longitud que el estilo, no encontrándose nunca juntos en la misma flor estilo y estambres que tengan igual longitud, por lo cual la polinización tiene que ser cruzada. Además, según Darwin (*), las semillas obtenidas por polinización cruzada son más desarrolladas y dan lugar a plantas más robustas que las obtenidas por polinización directa. Para comprobar esta afirmación puede repetirse el clásico experimento hecho por el referido autor: para ello se to-

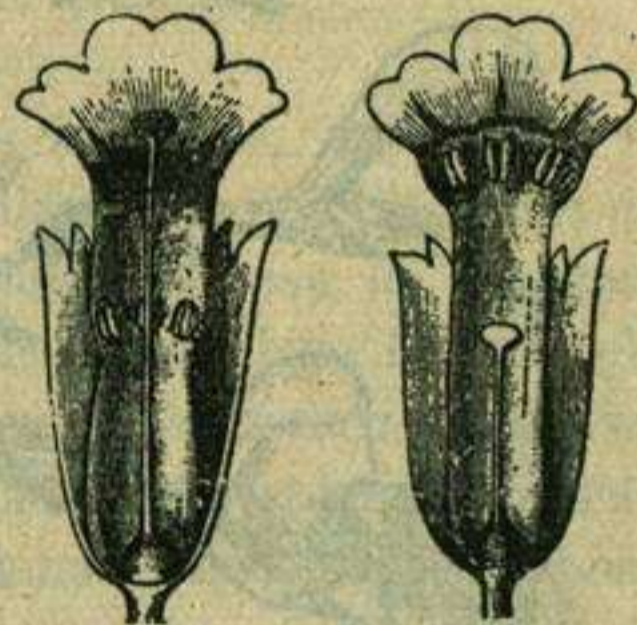


Fig. 440. Fig. 441.
Esquema del corte longitudinal de dos flores heterostiladas de *Primula officinális*.

(*) *Darwin*. Célebre naturalista inglés (1809-882).

mian dos plantas de tulipán, que tienen las flores aisladas, y antes de que se abran las flores se cubre toda la planta con una tupida gasa o una fina tela que no permita el paso de los granos de polen por entre sus mallas; inmediatamente después de abrirse las flores se cortan los estambres de una de ellas y se aguarda a que maduren los de la otra, cuyo polen se deposita en los estigmas de las dos plantas, que se dejan cubiertas hasta que maduren las semillas, las cuales, después de sembradas, dan origen a plantas raquíticas o no germinan cuando proceden de la flor autopolinizada, mientras que originan plantas normales en la polinización cruzada.

Son varios los factores que intervienen en la polinización cruzada, pero entre todos ellos destacan el *viento* y los *insectos*. El primero actúa principalmente en las plantas provistas de amentos (chopos, sauces, avellano, pino, etc.) y también en otras varias como las Gramináceas (trigo, etc.). En todas estas plantas, llamadas colectivamente *anemófilas* (gr. *anemos*, viento; *filos*, amigo), el polen se produce en una cantidad considerable, sobre todo cuando las plantas son dioicas, gracias a lo cual son pocas las flores femeninas que dejan de ser polinizadas. A veces, como ocurre en los pinos,

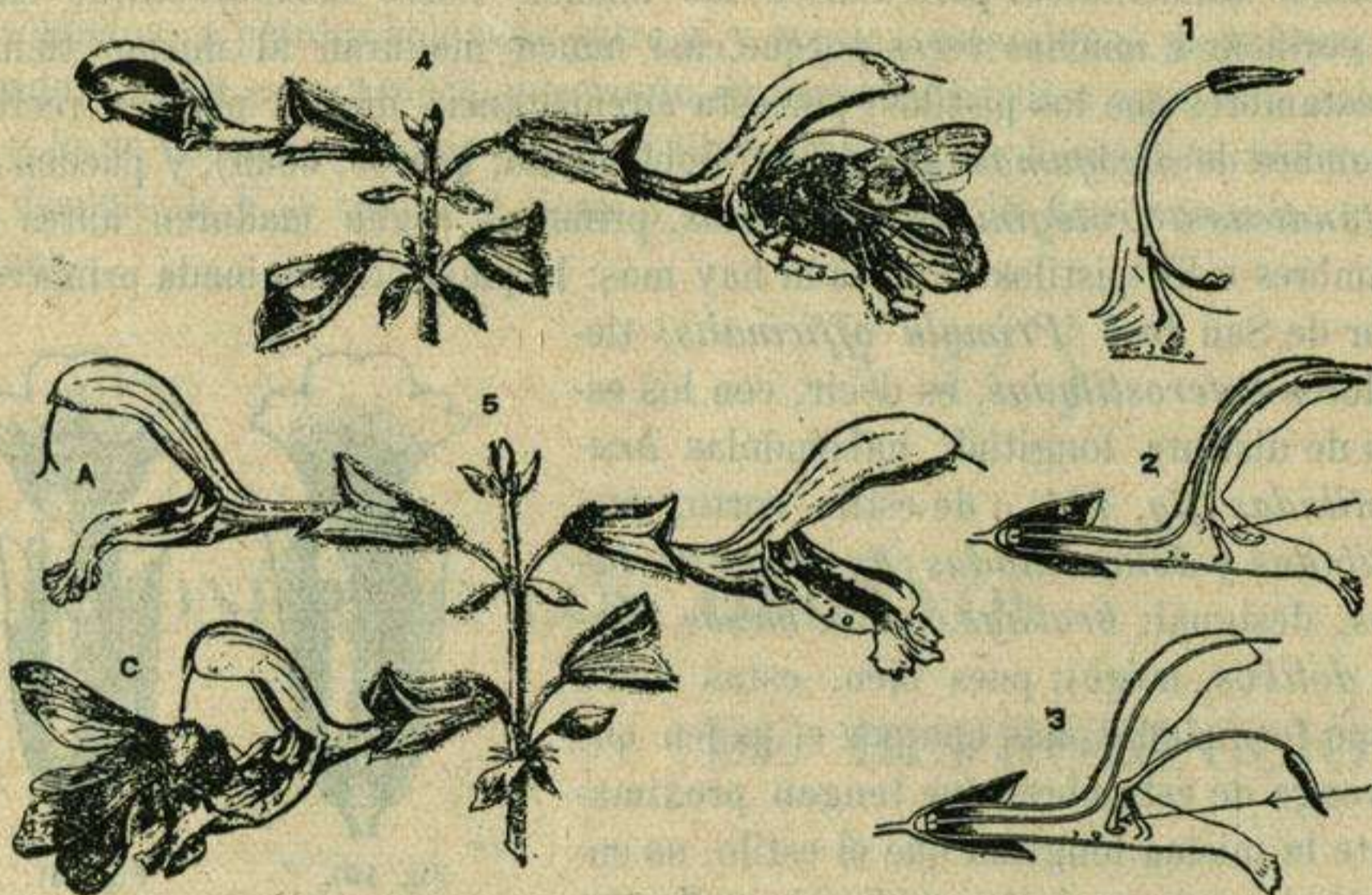


Fig. 442.—Polinización de una salvia (*Salvia glutinosa*).—1, estambre aislado; obsérvese que es encorvado y que tiene un apéndice en la parte inferior.—En 2 y 3, la flecha indica cómo al ser empujado dicho apéndice, el estambre se mueve y la antera desciende.—4, representa una flor en la que ha entrado un Himenóptero (*Bombus*) hasta donde se lo permite el diámetro de la corola; al entrar empujó el apéndice de 1 y la antera se apoyó sobre el cuerpo peludo del *Bombus*, donde depositó el polen.—En 2 y 3, los óvulos no están maduros, por lo cual el estigma no es receptivo.—En 5 A, los óvulos están maduros y su estigma receptivo; se conoce en que éste es bifurcado y péndulo.—En 5 C, el *Bombus* de 4 se posa sobre la flor y roza, con su cuerpo peloso y lleno de polen, el estigma receptivo (s. Kerner).

abetos, etc., el grano de la polen posee dos vejiguitas que le permiten flotar en el aire y ser transportado con facilidad: en estas últimas plantas es tal la

abundancia de polen producido, que cuando el viento sopla entre las ramas arrastra el polen, originando las llamadas *lluvias de azufre*.

Muchos *insectos* (mariposas, abejas, etc.) obran también como agentes de diseminación del polen, porque atraídos por los colores y olores de las flores, y preferentemente por el jugo azucarado de sus nectarios, al posarse sobre los estambres se adhieren los granos de polen en los pelos de sus patas y de su cuerpo y son así transportados a otras flores, en cuyos estigmas se adhieren gracias a las elevaciones que poseen el polen y estigma y al líquido viscoso que impregna éste. Hay flores que tienen los estambres y los estigmas especialmente dispuestos con objeto de asegurarse la polinización por medio de los insectos (*fig. 442*).

Existen plantas en las que es indispensable el conjunto de los insectos para la polinización: tal ocurre en todas las que poseen el polen en *masas*, en lugar de encontrarse en granos sueltos; el mejor ejemplo le presentan las orquídeas, cuyo polen se encuentra encerrado en el mismo saco polínico donde se origina y constituye en conjunto una especie de maza denominada *polinia*, que está sostenida por un delgado pedúnculo denominado *caudícula* (*figura 443, c*), la cual termina en una porción viscosa denominada *retináculo* (*r*); por medio de este retináculo se adhiere a la cabeza de los insectos que visitan la flor y cuando éstos van a otra son retenidos por la sustancia viscosa de los estigmas. Todas las plantas en cuya polinización intervienen los insectos, reciben colectivamente el calificativo de *entomófilas* (gr. *éntomon*, insecto).

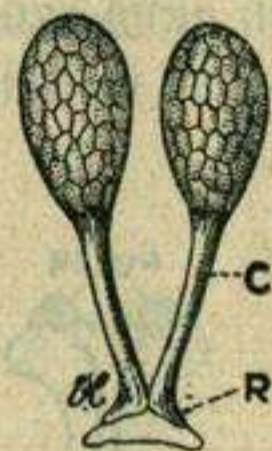


Fig. 443.
Polinias.

Aun cuando la polinización cruzada es la más frecuente, hay casos, sin embargo, en que dicha polinización no puede realizarse y, por ello, tiene que verificarse la polinización directa: tal es, por ejemplo, el caso de las flores *cleistógamas*. Reciben este nombre, aquellas que tienen bien conformados los estambres y carpelos, pero *cuyas corolas no se abren nunca* (gr. *kleistós*, cerrado; *gamos*, unión: boda). Entre las plantas cleistógamas pueden citarse algas acederillas (*Oxalis acetosella*), violetas (*Viola odorata*), bocas de dragón (*Antirrhinum* y otros géneros próximos), etc., todas las cuales tienen algunos pies de planta que poseen unas flores normales y otras cleistógamas. Ordinariamente, en las plantas cleistógamas los estambres se apoyan directamente sobre los estigmas para asegurar la autopolinización: las anteras no se abren para dejar salir el polen y éste origina el tubo polínico dentro de la misma antera, por lo cual tiene que perforar la pared de ésta para poder ponerse en contacto con el estigma.

Fecundación.—En cuanto los granos de polen caen en el estigma, el líquido que baña éste va penetrando por los poros de la exina y el grano de polen se hincha gradualmente hasta que por efecto de la presión interior se

rompe la *exina* o se destapa uno de sus agujeros y por el orificio sale el denominado *tubo polínico* o *protalo masculino* (figura 444), que no es más que la *intina* protegiendo al núcleo de la *célula vegetativa* que sale en el extremo de dicho tubo: este núcleo se fragmenta poco después y desaparece. El núcleo de la *célula generatriz* se traslada también hacia el extremo del tubo polínico, se divide, y, proveyéndose de protoplasma y membrana, origina dos *gametos masculinos*, cuyo núcleo contiene sólo la mitad de la cromatina de una célula ordinaria. La longitud del tubo polínico varía de unas plantas a otras, siendo mayor en las plantas que tienen los estilos más largos. Para estudiarle al microscopio puede hacerse formar experimentalmente colocando un grano de polen maduro en agua azucarada con glucosa,

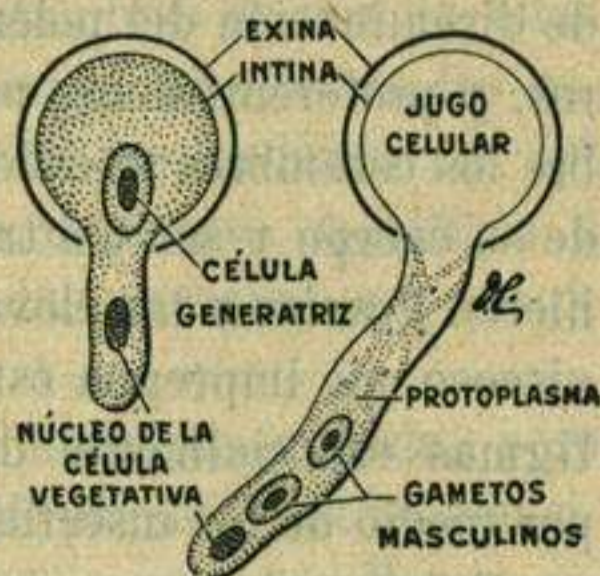


Fig. 444.—Formación del tubo polínico.

A medida que el tubo polínico va creciendo a expensas de las sustancias que le suministra la célula vegetativa, pasa por la parte esponjosa del estilo y continúa por la pared interna del ovario hasta llegar a un óvulo, por cuyo micropilo penetra: por la disposición de la figura 445 se comprenderá que los óvulos anatropos y campilotropos serán fecundados más fácilmente que los ortotropos.

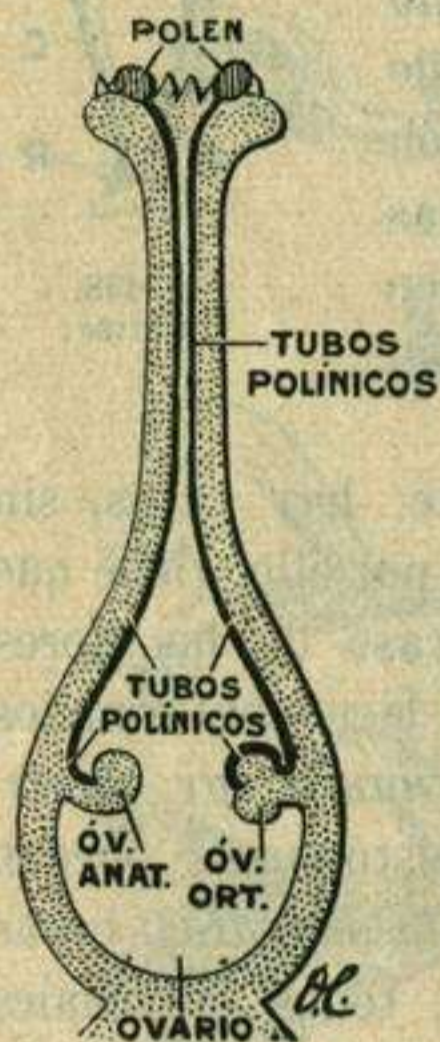


Fig. 445.—Esquema del camino que recorre el tubo polínico hasta el micropilo de un óvulo ortotrope y otro anatropo, que se suponen reunidos en el mismo ovario.

Así que el tubo polínico llega al micropilo, gelifica células de la nuececilla hasta ponerse en contacto con el saco embrionario, cuya membrana, así como la del tubo polínico, es también gelificada en dicho punto. Entonces, de los dos gametos sólo el inferior se reúne con la oosfera, cuyos protoplasmas y núcleos se fusionan

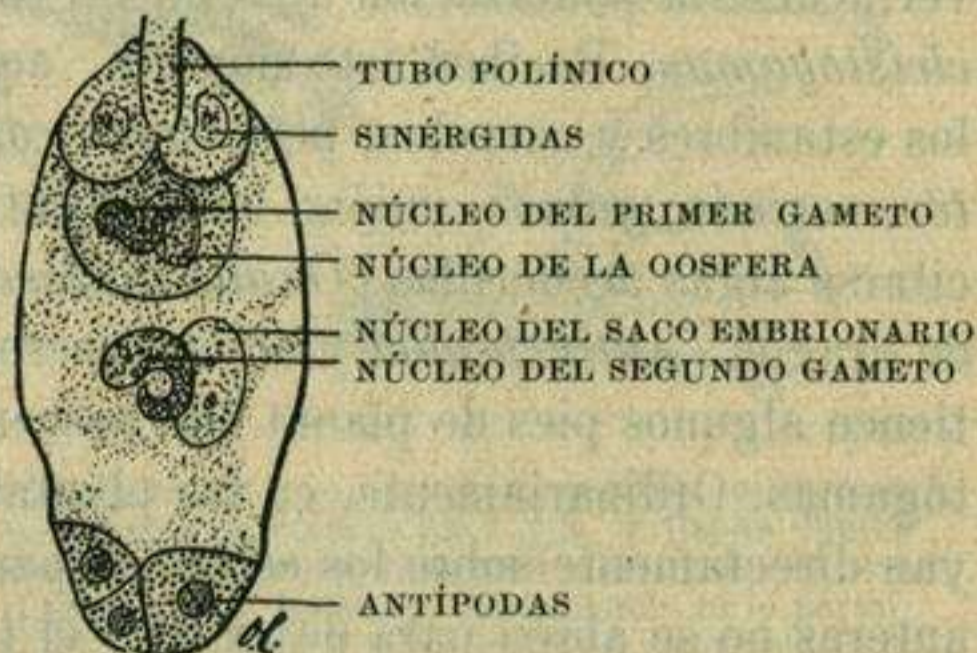


Fig. 446.—Esquema de la fecundación.

(figura 446); después se forma una membrana para impedir la penetración de otros gametos y se origina así un *huevo*, el que a su vez dará origen al *embrión*. En esta fusión íntima de los gametos masculino y femenino es en lo

que consiste la *fecundación*. El *gameto superior fusiona su núcleo con el núcleo secundario del saco embrionario*, originándose otra célula que no puede calificarse de huevo porque no se convertirá en embrión, sino que dará



Fig. 447.
Anterozoide
ciliado de
una Gimnos-
perma.

origen a un conjunto de células denominado *albumen*, que ulteriormente sirve para la nutrición del embrión por cargarse de reservas nutritivas. Se ve que el tubo polínico es un verdadero protalo transitorio, cuya misión es producir, nutrir y transportar los gametos masculinos, a los que no faltan más que las pestañas vibrátiles para poderles dar el calificativo de *anterozoides*.

En las Gimnospermas se verifican análogos hechos que en las Angiospermas, con la diferencia de que a pesar de penetrar el tubo polínico en el micropilo, la fecundación no se verifica hasta un año después, probablemente por no estar aún maduro el óvulo. Son notables algunas Gimnospermas porque sus gametos son ciliados como los anterozoides (*figura 447*), y, como éstos, pueden moverse en el agua.

FORMACIÓN DEL FRUTO

Una vez efectuada la fecundación, se verifican en el óvulo y en el ovario un conjunto de modificaciones que dan por resultado la conversión del *óvulo en semilla* y del *ovario en fruto*.

Transformación del óvulo en semilla.—Para llegar a este resultado, todas las partes del óvulo sufren modificaciones más o menos importantes, que reseñaré sucesivamente.

TRANSFORMACIÓN DEL HUEVO EN EMBRIÓN.—Inmediatamente después de verificada la fecundación, el *huevo* comienza a dividirse y origina el *embrión*; para esto se divide en dos células superpuestas, de las cuales la más próxima al micropilo sigue dividiéndose más rápidamente que la situada lejos y origina un delgado cilindro de células, que recibe el nombre de *filamento suspensor*, o sencillamente *suspensor*, porque sirve para mantener el embrión adherido a la pared del saco embrionario (*fig. 448*). La otra célula de las dos en que se divide el huevo, se multiplica multitud de veces y es la que origina el *embrión* propiamente dicho, en el cual se distinguen todos los órganos de

nutrición de una planta adulta, pero rudimentarios. En él se encuentran, en efecto (fig. 448), la *radícula*, *rejo* o representación de la *raíz*, que está si-

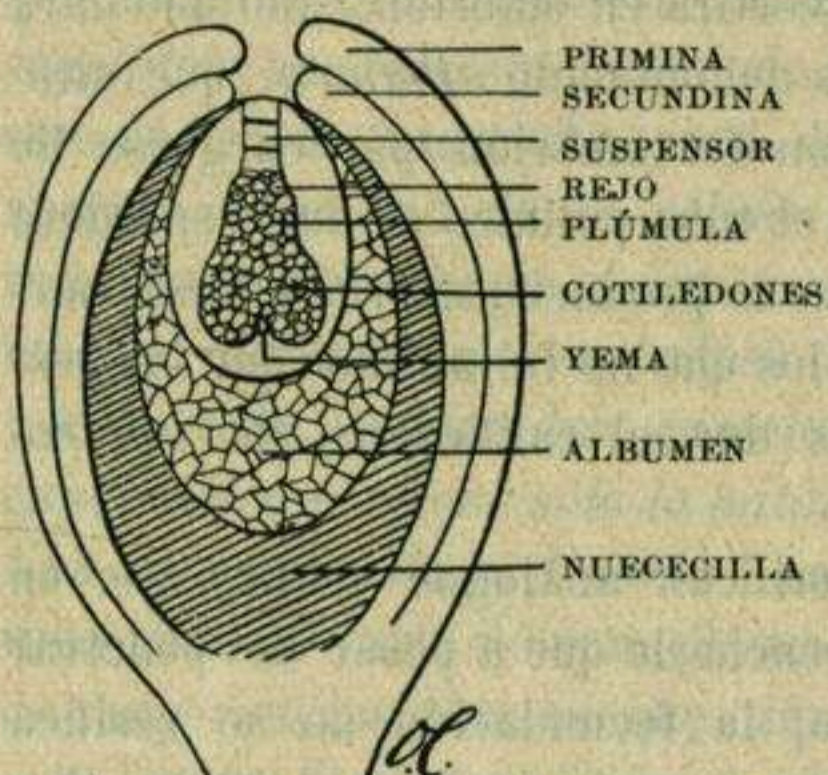


Fig. 448.—Esquema de la transformación del óvulo en semilla.

tuada a continuación del filamento suspensor; el *tallito*, *plúmula* o representación del *tallo*, a continuación de la radícula; este tallito termina por la *yema*, y a los lados lleva la representación de las hojas, que reciben el nombre particular de *cotiledones*, de los cuales existe *uno* en las plantas por eso llamadas *Monocotiledóneas* (trigo, etc.) (fig. 449), y *dos* en las *Dicotiledóneas* (garbanzos, alubias, etc. (figuras 450, 451 y 452). En cuanto termina la constitución del embrión, se detiene el crecimiento y la multiplicación de sus células y se aminora y casi anula la respiración y demás fenómenos vitales: entonces se encuentra en el periodo de *vida latente*, que no abandona hasta que comienza la *germinación*.

DIGESTIÓN DE LAS SINÉRGIDAS, ANTÍPODAS Y NUECECILLA.—Al mismo tiempo que se forma el embrión van desapareciendo las sinérgidas, antípodas y células de la nuececilla, que son digeridas por el embrión y asimiladas por él a medida que las va necesitando para su desarrollo. Sin embargo, en algunos casos no son digeridas todas las células de la nuececilla y las que quedan sin digerir constituyen el *perispermo* de la semilla (página 183).

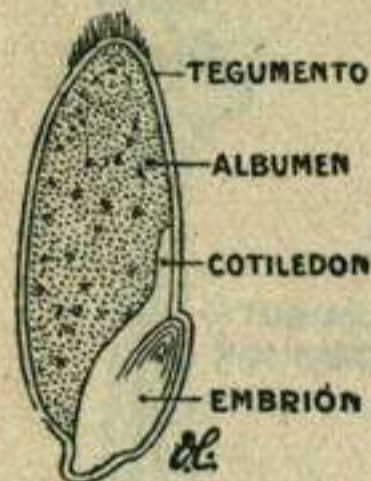


Fig. 449.—Corte de un grano de trigo.

TRANSFORMACIÓN DEL NÚCLEO SECUNDARIO DEL SACO EMBRIONARIO EN ALBUMEN.—Simultáneamente con la división del huevo para convertirse en embrión, se verifica la del núcleo secundario del saco embrionario: las células resultantes de esta división se cargan de sustancias nutritivas (almidón, grasas, etcétera), y forman un conjunto denominado *albumen* contenido en el saco embrionario. Este albumen, dentro del cual queda incluido el embrión, está destinado a servir de alimento al embrión, el cual le utiliza, *ya antes de pasar al estado de vida latente*, es decir, antes de madurar la semilla (a cuyos cotiledones suelen incorporarse las sustancias nutritivas que dicho albumen contiene), ya en el *momento de la germinación*: en el primer caso la semilla *madura* carece de albumen y en el segundo le posee (figs. 448, 449, 451 y 452).



Fig. 450.—Esquema de una semilla de guisante.

En cuanto termina la constitución del embrión, se detiene el crecimiento y la multiplicación de sus células y se aminora y casi anula la respiración y demás fenómenos vitales: entonces se encuentra en el periodo de *vida latente*, que no abandona hasta que comienza la *germinación*.

En cuanto termina la constitución del embrión, se detiene el crecimiento y la multiplicación de sus células y se aminora y casi anula la respiración y demás fenómenos vitales: entonces se encuentra en el periodo de *vida latente*, que no abandona hasta que comienza la *germinación*.

TRANSFORMACIÓN DE LAS CUBIERTAS DEL ÓVULO EN LAS DE LA SEMILLA.— Por último, la primina y la secundina se convierten en las dos membranas de la semilla llamadas respectivamente *testa* la exterior y *endopleura* o *tegmen*, la interior; el conjunto de ambas se denomina *epispermo* (figuras 451 y 452).

En las plantas *Gimnospermas* todas las oosferas pueden ser fecundadas por otros tantos tubos polínicos y cada oosfera origina cuatro embriones; de modo que el óvulo que posea tres oosferas fecundadas, por ejemplo, tendrá doce embriones. Pero de todos estos embriones uno de ellos se desarrolla más que los demás, los cuales terminan por desaparecer digeridos y absorbidos por aquél, y por esto en la *semilla madura* no existe más que *un solo embrión* como en las *Angiospermas*, el cual no se diferencia del de éstas más que por poseer numerosos cotiledones (fig. 453): son, por consiguiente, *policotiledóneas*.



Fig. 451. Fig. 352.
Dos semillas maduras: la de la 451 carece de albumen: la de la 452 le posee.



Fig. 453.
Plantita de pino piñonero con sus numerosos cotiledones saliendo de la semilla.

Transformación del ovario en fruto. — Paralelamente a estos cambios experimentados por el óvulo para convertirse en semilla, se verifican los de la pared del ovario para convertirse en la pared del fruto, a la que se denomina *pericarpio* (gr. *peri*, alrededor; *karpós*, fruto). El cambio principal consiste en un aumento de tamaño, debido al rápido crecimiento de las células: una vez terminado el crecimiento comienza la *maduración* del pericarpio, que en unos frutos consiste en que sus células se desecan y llenan de aire (*frutos secos*), mientras que en otros crecen y en su interior se verifican una serie de transformaciones químicas que dan por resultado el que desaparezcan los ácidos, por combustión lenta, y el almidón, por transformarse en glucosa y levulosa (*frutos carnosos*).—En las *Gimnospermas* la transformación recae sobre las brácteas que suelen proteger las semillas, cuyas brácteas crecen y se lignifican.

Lec 36 (13)

FRUTO

Después de expuesto lo que antecede, puede definirse sintéticamente el fruto diciendo que es el *ovario fecundado y maduro*. Sin embargo, esta definición no puede considerarse como absolutamente exacta porque en muchas plantas se da también el nombre de fruto, no exclusivamente a los ovarios fecundados y maduros, sino también a las brácteas que rodean a estos ovarios, las cuales crecen después de verificada la fecundación: sirva de ejemplo lo que acaba de decirse de las Gimnospermas. En otras plantas el fruto está constituido por la reunión de los frutitos procedentes de varias flores, cuyas brácteas, cáliz, etc., se hacen también carnosos (mora de árbol, etcétera) (*fig. 487*). Por último, en otras se denomina fruto al receptáculo que se hace carnoso y en el cual están como incrustados los verdaderos frutos (fresa, etc.) (*fig. 475*).

El fruto propiamente dicho consta de dos partes: el *pericarpio* y la *semilla*.

Pericarpio. (del gr. *peri*, alrededor; *karpós*, fruto).—Con este nombre se

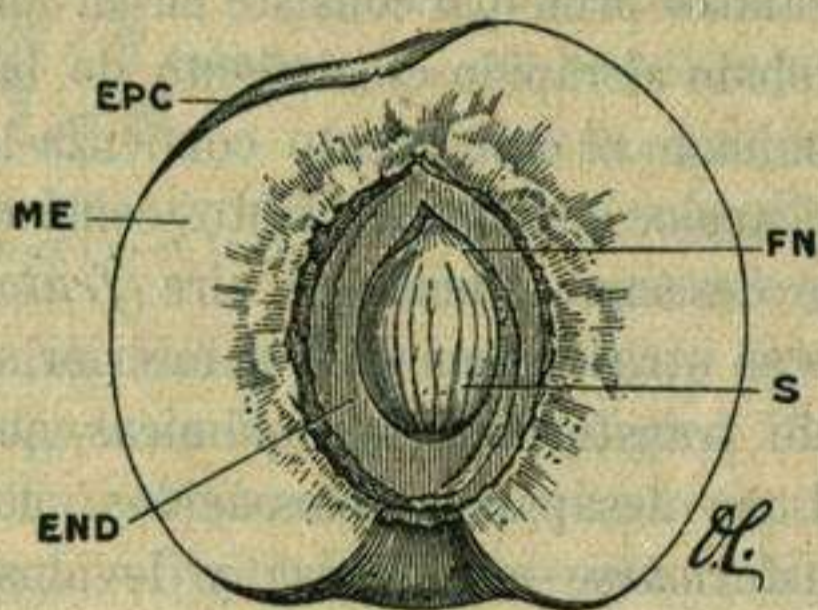


Fig. 454.

conoce la parte exterior del fruto que envuelve y protege las semillas. Está constituido, según se dijo, por las paredes del ovario transformadas. En el caso de mayor complicación se distinguen en el pericarpio tres capas, que procediendo de fuera a dentro son: el *epicarpio*, el *mesocarpio* y el *endocarpio*. En el melocotón de la *fig. 454*, el epicarpio (*epc*), es la piel; el mesocarpio (*me*), la parte comestible que por ser

carnosa recibe el nombre de *sarcocarpio* (griego *sarkós*, carne), y el endocarpio (*end*), la porción leñosa denominada hueso. En el ejemplo citado y otros análogos, el fruto se llama *carnoso*, por serlo el pericarpio; pero en muchos casos el pericarpio no es carnoso, y entonces los frutos reciben el calificativo de *secos*. Ocurre a veces que el *pericarpio*, además de ser seco, es muy delgado y se suelda íntimamente a la semilla, pareciendo que éstas son desnudas: esto es lo que ocurre con el trigo, maíz, etcétera, cuyos granos son, por tanto, verdaderos frutos (*fig. 449*). Las únicas semillas desnudas

son las de las Gimnospermas (pino, etc.). También conviene advertir que no siempre que el *mesocarpio* es carnoso es también comestible; sirva de ejemplo lo que ocurre con la nuez, en la cual el sarcocarpio es la cáscara verde y amarga que se desprende de la madurez. Por último, el *endocarpio* no siempre es leñoso, sino que a veces está constituido por láminas coriáceas que envuelven a la semilla (manzana, pera) (*fig. 481*): otras es membranoso y está provisto de pelos llenos de un líquido que forman la parte comestible (naranja) (*fig. 483*); etc., etc.

DEHISCENCIA DE LOS FRUTOS.—Con este nombre se conoce la manera de abrirse el pericarpio de los frutos maduros, para dejar salir las semillas. Existen muchos frutos, sin embargo, en los que dicha apertura no se verifica, y entonces se califican de *indehiscentes*; esto es lo que ocurre en casi todos los frutos carnosos, cuyas semillas sólo quedan libres después de pudrirse el pericarpio; lo mismo ocurre en los frutos secos cuyo pericarpio se halla íntimamente unido a la semilla (trigo, etc.) y en otros (girasol, etc.), en todos los cuales su pericarpio no se rompe hasta el momento de la germinación de la semilla.

El modo de abrirse los frutos *dehiscentes* es siempre igual en la misma especie, pero varía de unas especies a otras, si bien puede referirse a los principales tipos siguientes: si el fruto *procede de un solo carpelo* puede abrirse por la línea de unión de los dos bordes de la hoja carpelar (*dehiscencia ventral*) (*fig. 468*); por el nervio medio (*dehiscencia dorsal*) o por ambos (*fig. 455*), pudiendo también hacerlo por un plano perpendicular al eje del



Fig. 455.—Legumbre como ejemplo de fruto con dehiscencia ventral y dorsal.

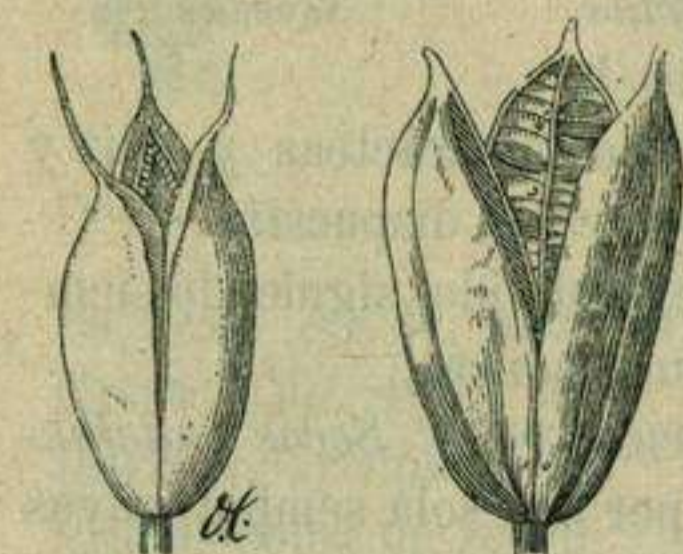


Fig. 456. Fig. 457.
Cajas como ejemplo de frutos con dehiscencia septicida (*fig. 456*) y loculicida (*fig. 457*).

fruto (*dehiscencia transversa*). Si el fruto es *compuesto*, es decir, está formado por la soldadura de varios carpelos, la dehiscencia puede ser: *septicida*, cuando se verifica separándose los dos tabiques de unión de cada hoja carpelar de las próximas a ella y cada una de éstas por la sutura ventral (*figs. 456, 459, 476 y 477*): *loculicida*, cuando cada carpelo se abre por el nervio medio y sin separarse los tabiques de unión de cada dos carpelos (*figs. 457 y 460*): *septifraga*, si tiene lugar por planos paralelos al eje (o a la pared) del

fruto que dejan libre el pericarpio, quedando adheridos al eje central del fruto los tabiques de separación de cada cavidad del ovario (*figs. 458 y 461*); *transversa*, cuando se verifica por un plano perpendicular al eje del fruto

(figura 462), y *poricida*, cuando se hace por agujeros o poros (fig. 463).

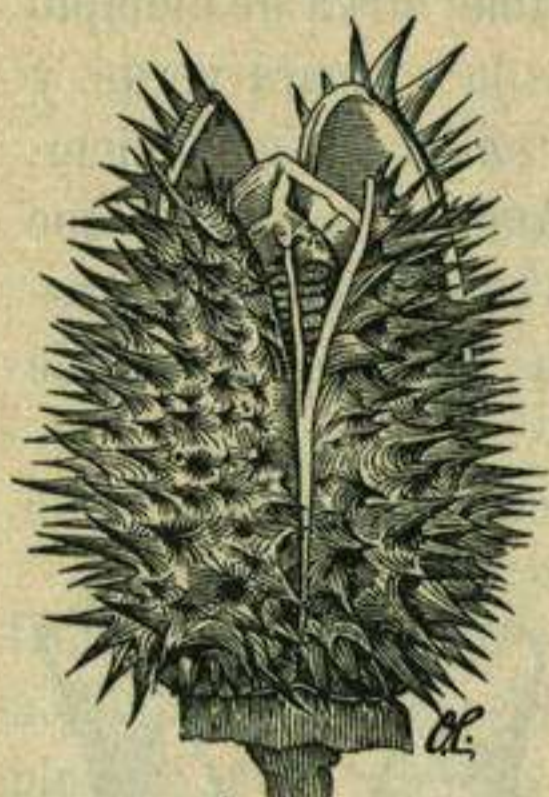


Fig. 458.—Caja con dehiscencia septifraga.

Clasificación de los frutos.—Atendiendo a la constitución del gineceo y también al número de flores de que proceden los frutos el doctor Lázaro reúne éstos en los cuatro grupos siguientes: 1.º *Frutos simples* o *monocárpicos*, los cuales proceden de *una sola flor con un solo carpelo*: algunas veces provienen de una flor con más de un carpelo, pero en los cua-

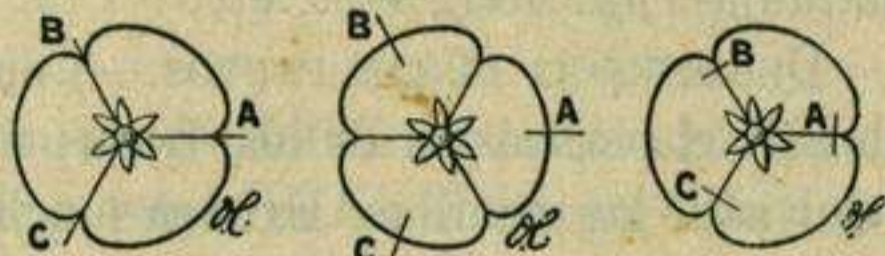


Fig. 459. Fig. 460. Fig. 461.
Dehiscencia septicida (fig. 459); idem loculicida (fig. 560); idem septifraga (fig. 461); A, B, C, planos de dehiscencia.

les no se desarrolla más que un óvulo. 2.º *Frutos múltiples* o *policárpicos*,

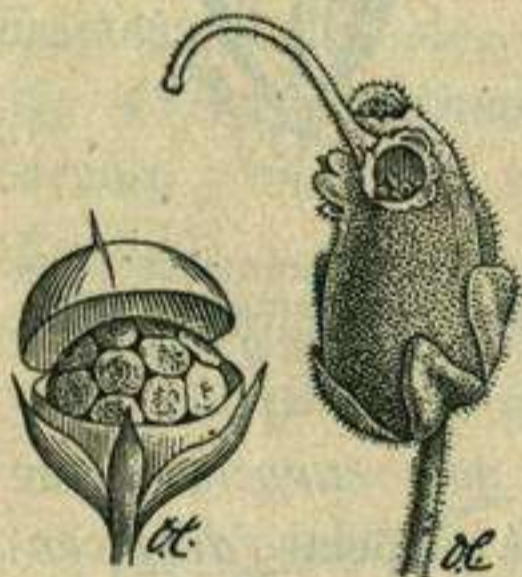


Fig. 462 Fig. 463
Pixidio con dehiscencia transversa (fig. 462); y, caja con dehiscencia poricida (fig. 463).

proceden de *una sola flor*, pero con *dos o más carpelos cerrados y libres*. 3.º *Frutos compuestos, soldados o sincárpicos*; también *proceden de una sola flor* con dos o más carpelos abiertos o cerrados, *pero siempre soldados entre sí en un ovario único*. 4.º *Frutos agregados* o *sinantocárpicos*; también se llaman *infrutescencias*, puesto que proceden de la

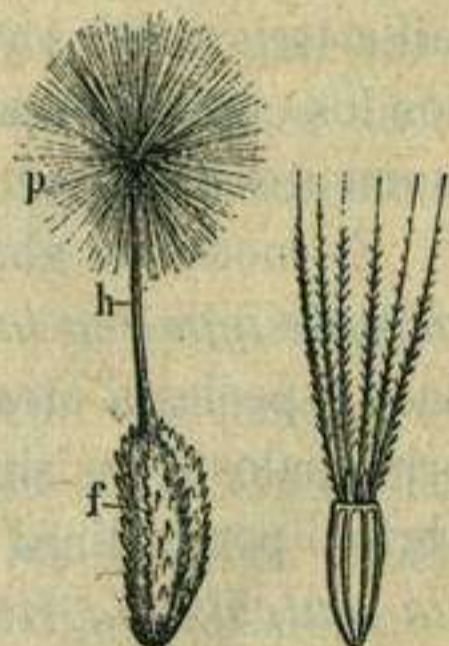


Fig. 464. Fig. 465.
Aquenios.

reunión de *todas las flores de una inflorescencia* con sus brácteas y cáliz y el receptáculo o el eje sobre quien están dispuestas.

Cada uno de estos grupos se subdivide, siguiendo siempre al Dr. Lázaro, de la siguiente manera:

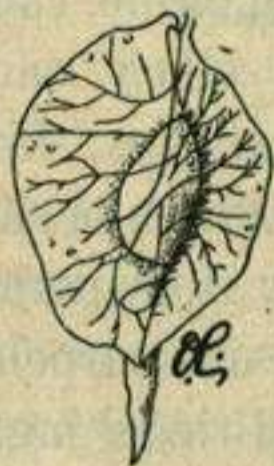


Fig. 466.
Sámara.

FRUTOS SIMPLES O MONOCÁRPICOS.—1.º *Secos indehiscentes.*—*Cariópside*, formado por una sola semilla, cuyas cubiertas están soldadas al pericarpio (trigo, maíz, etc.) (figura 449). *Aquenio*, también con una sola semilla, pero con el pericarpio no soldado a ella (girasol); a veces están provistos de pelos largos que en conjunto constituyen el *vilano* (figs. 464 y 465). *Sámara*, el aquenio cuyo pericarpio se prolonga en una expansión membranosa que rodea todo el fruto o parte de él (olmo) (fig. 466). *Glande* o *bellota*, el aquenio de

gran tamaño cuya base está cubierta por una cúpula escamosa (roble) (fig. 467).



Fig. 467.
Glande.

2.º *Secos dehiscentes*.—*Folículo*, fruto con una sola cavidad, que generalmente contiene varias semillas, y con dehiscencia ventral (figura 468). *Legumbre*, difiere del anterior porque tiene dehiscencia ventral y dorsal (garbanzo, guisante) (fig. 455); a veces es indehisciente (cacahuet).

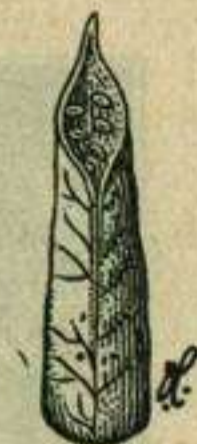


Fig. 468.
Folículo.

3.º *Carnosos*.—*Drupa*, fruto de una sola cavidad, generalmente con una semilla y endocarpio leñoso (melocotón) (figura 454).

FRUTOS MÚLTIPLES O POLICÁRPICOS.—Se reducen a reuniones de los anteriores. Los principales son:

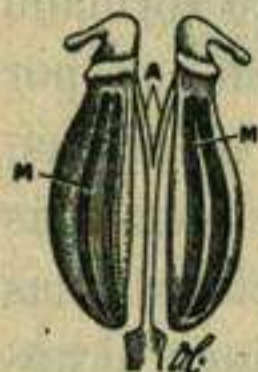


Fig. 469.
Diaquenio.



Figs. 470 y 471.
Dos tetraquenios.

Los principales son: *poliaquenio* o agregado de aquenios, cuyo número puede ser de dos, *diaquenio* (fig. 469); de cuatro, *tetraquenio* (figuras 470 y 471), o en mayor número, o *poliaquenio* propiamente dicho (malva, etc.) (fig. 472); *samaridio* o *polisámara*, que es la reunión de sámaras (arce) (figura 473); *cinarrodon* o reunión de aquenios encerrados en un receptáculo (rosa) (figura 474); *eterio*, reunión de aquenios sobre un receptáculo seco o carnoso (fresa) (fig. 475); *polidrupa*, reunión de drupas sobre un receptáculo seco (zarzamora, frambuesa); *polifolículo* o agregado de folículos (figuras 476 y 477).

ra 474); *eterio*, reunión de aquenios sobre un receptáculo seco o carnoso (fresa) (fig. 475); *polidrupa*, reunión de drupas sobre un receptáculo seco (zarzamora, frambuesa); *polifolículo* o agregado de folículos (figuras 476 y 477).



Fig. 472.
Poliaquenio.

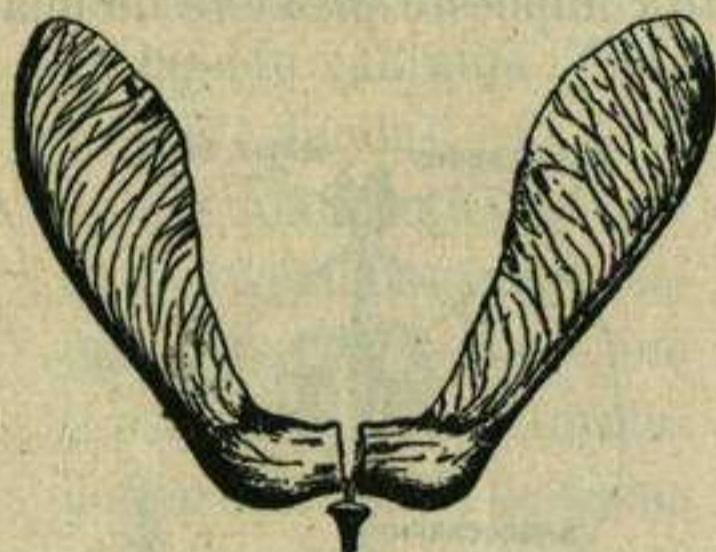


Fig. 473.
Disámara.

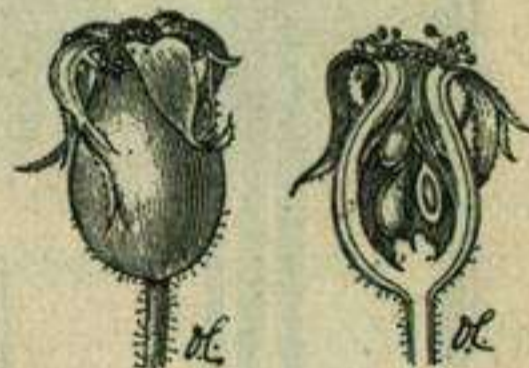


Fig. 474.-Cinarrodon completo y cortado longitudinalmente.

ra 474); *eterio*, reunión de aquenios sobre un receptáculo seco o carnoso (fresa) (fig. 475); *polidrupa*, reunión de drupas sobre un receptáculo seco (zarzamora, frambuesa); *polifolículo* o agregado de folículos (figuras 476 y 477).



Fig. 475.
Eterio.



Fig. 476.
Dos tipos de polifolículo.



Fig. 477.

FRUTOS COMPUESTOS,

SOLDADOS O SINCÁRPICOS.—1.º *Secos indehiscientes*.—*Carcérulo*, es una ca-

ja indehisciente (tilo); *balausta*, fruto de pericarpio seco cuya cavidad está



Fig. 478.—Balausta. (Fot. O. Cendrero).

dividida interiormente por falsos tabiques membranosos en los cuales se insertan las semillas, cuya *testa* es carnosa y comestible (granado) (figura 478). 2

2.º *Secos dehiscentes.* - *Silicua*, es el fruto formado

por dos carpelos abiertos y soldados cuya cavidad está dividida en dos por un falso tabique membranoso, formado por las placentas, en cuyo borde lleva las semillas; es más de dos veces más largo que ancho y se abre en dos valvas parecidas a las de la legumbre (alhelí) (fig. 479): *silicula*, análogo al anterior, del que se diferencia porque es, cuando más, dos veces más largo que ancho (bolsa de pastor) (figs. 480 y 554): *caja*, con este nombre y con el de *cápsula* se conoce todo fruto compuesto provisto de una o más cavidades

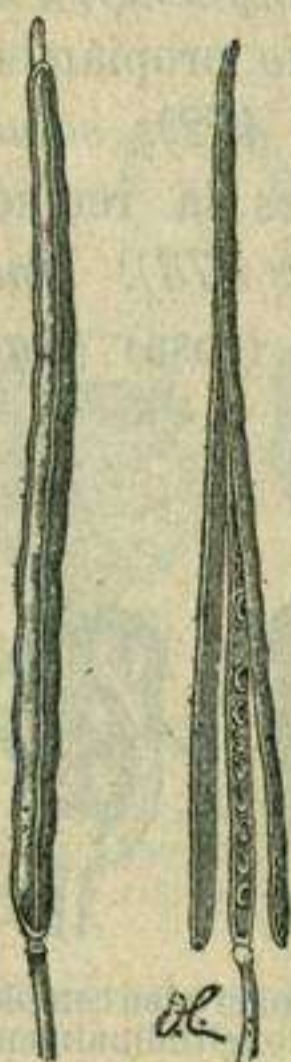


Fig. 479.-Silicua. (Im. Gerardin).



Fig. 480. Silicula.



Fig. 481. Pomo.



Fig. 482. Baya.

y cuya dehiscencia no sea transversa (figs. 456, 457, 458 y 463), (amapola, etc.); si la caja es muy alargada, recibe el nombre particular de *caja siliquiforme* (celidonia fig. 556); actualmente suele reservarse el nombre de *cápsula* para las cajas de una sola cavidad en la madurez (adormidera, etcétera); *pixidio*, es análogo a la caja, pero con dehiscencia transversal (murajes (fig. 462), beleño). 4

3.º *Carnosos.*—*Pomo*, fruto con el mesocarpio carnoso y el endocarpio coriáceo (pera, manzana) (fig. 481), o algo leñoso (majuela): *nuculanio*, fruto constituido por dos o más carpelos abiertos y provisto de mesocarpio car-

noso y endocarpio leñoso (nuez): *baya*, fruto pulposo interiormente en la madurez y cuyas cavidades no pueden reconocerse más que cuando es joven, debido a que en la madurez se liquidan los tabiques de separación (*fig. 482*) (tomate, uva): *pepónide*, fruto carnoso con placentas axilares, pero que como llevan las semillas en el extremo de unos filamentos placentarios muy largos, parece que son parietales (pepino, melón): *hesperi-*

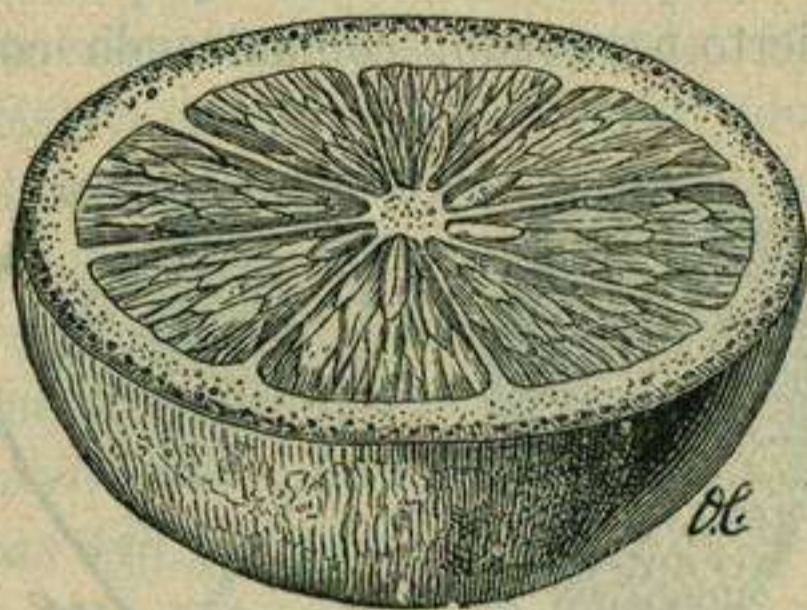


Fig. 483.—Hesperidio.

dio, fruto con el epicarpio glanduloso, mesocarpio blanco y poco jugoso y endocarpio membranoso, con los carpelos fácilmente separables y provistos interiormente de pelos fusiformes y llenos de un líquido (naranja (*figura 483*), limón).



Fig. 484.—Cono.

FRUTOS AGREGADOS, SINANTOCÁRPICOS O INFRUTESCENCIAS.-1.º *Secos*.—*Cono* o *estróbilo*, fruto formado por la reunión de todas

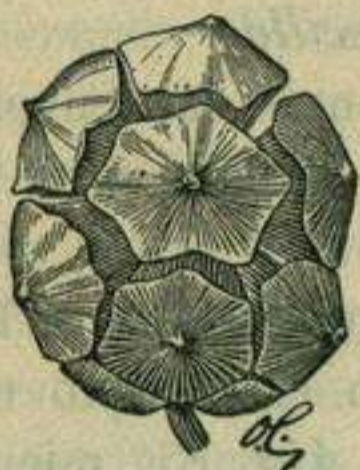


Fig. 485.—Gálbula.

las flores de un amento femenino y con las *semillas desnudas* y protegidas por las brácteas interflorales convertidas en grandes *escamas* leñosas; todo el conjunto tiene forma más o menos cónica (pino) (*fig. 484*): *seudo-estróbilo*, procedencia y forma parecidos al anterior; pero con las *semillas encerradas en un ovario* y brácteas membranosas o leñosas (abedul, lúpulo (*fig. 524*), etcétera): *gálbula*, análogo en su origen al estróbilo, pero con forma esferoidea y con las brácteas *piramidales* y en corto número (ciprés) (*fig. 485*); si estas brácteas se hacen carnosas en la madurez, el fruto recibe el nombre particular de *arcéstida* (enebro *fig. 462*): *cúpula*, consiste en la reunión de aquenios envueltos completamente por las brácteas interflorales (erizo del castaño) (*fig. 486*).

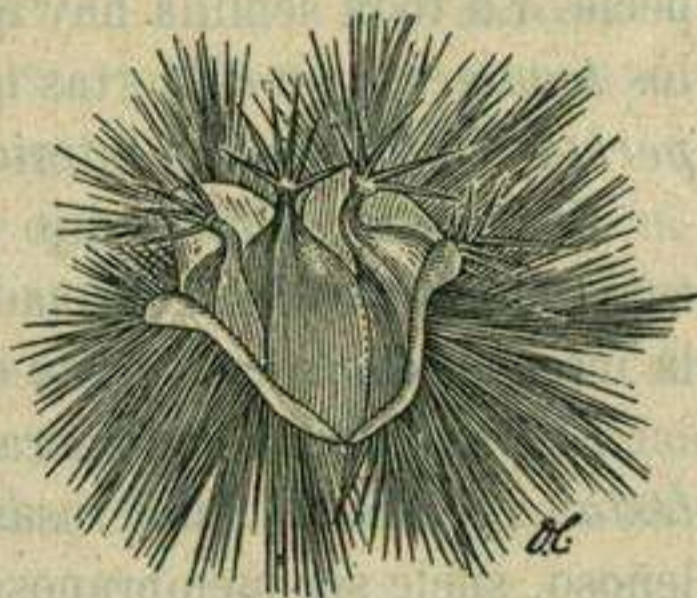


Fig. 486.—Cúpula.



Fig. 487.—Sorosio.

FRUTOS AGREGADOS, SINANTOCÁRPICOS O INFRUTESCENCIAS.-1.º *Secos*.—*Cono* o *estróbilo*, fruto formado por la reunión de todas las flores de un amento femenino y con las *semillas desnudas* y protegidas por las brácteas interflorales convertidas en grandes *escamas* leñosas; todo el conjunto tiene forma más o menos cónica (pino) (*fig. 484*): *seudo-estróbilo*, procedencia y forma parecidos al anterior; pero con las *semillas encerradas en un ovario* y brácteas membranosas o leñosas (abedul, lúpulo (*fig. 524*), etcétera): *gálbula*, análogo en su origen al estróbilo, pero con forma esferoidea y con las brácteas *piramidales* y en corto número (ciprés) (*fig. 485*); si estas brácteas se hacen carnosas en la madurez, el fruto recibe el nombre particular de *arcéstida* (enebro *fig. 462*): *cúpula*, consiste en la reunión de aquenios envueltos completamente por las brácteas interflorales (erizo del castaño) (*fig. 486*).

2.º *Carnosos*.—*Sorosis*, está constituido por un eje más o menos carnososo y por los frutos, cálices y brácteas que se hacen carnosos (mora de árbol, *figura 487*; piña de América, *figura 488*; chirimoya, *fig. 628*): *sincarpio*, agrupación de frutitos secos sobre un receptáculo carnososo (árbol del pan) (*figuras 489 y 608*): *sicono*, reunión de aquenios sobre un receptáculo cóncavo y carnososo, abierto o cerrado, comunicando con el exterior en este último caso por medio de un agujero opuesto al pedúnculo (higuera) (*figura 490*).



Fig. 488.—Sorosis.

Semilla.—Corresponde, según se dijo, *al óvulo fecundado y maduro*, siendo la parte del vegetal que sirve para reproducir o perpetuar la especie. En toda semilla hay que distinguir una parte exterior constituida por los *tegumentos* o cubiertas que la envuelven, que reciben el nombre de *epispermo*, y una porción interior denominada *almendra* o *nuececilla*.

EPISPERMO.—Ya se dijo que proviene de la transformación de las envolturas del óvulo. Está formado por dos capas: la exterior denominada *testa* y la interior llamada *tegmen* o *endopleura*.

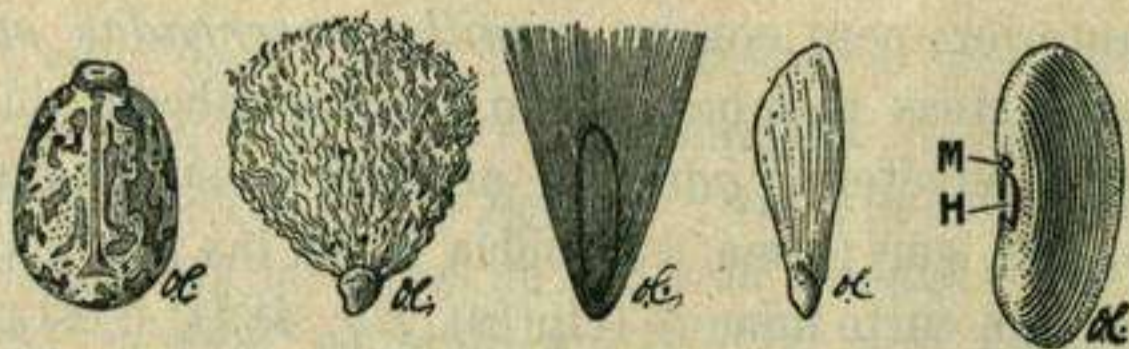
La *endopleura* es generalmente tenue y membranosa, mientras que la *testa* experimenta numerosas variaciones. En los frutos cuyo endocarpio es leñoso, suele ser membranosa y oscura (melocotón) (*figura 454, S*), mientras que en las semillas no protegidas por un endocarpio en estas condiciones, es coriácea y dura (judía). La coloración que la semilla presenta es debida al color de la testa, habiendo semillas de colores muy diversos y a veces de varios colores en la misma semilla, como puede apreciarse en algunas judías, ricino, etc. (*fig. 491*); en algunos casos es carnososa, como ocurre en



Fig. 489.—Sincarpio.



Fig. 490.—Sicono.

Fig. 491.
Ricino.Fig. 492.
Algodonero.Fig. 493.
Sauce.Fig. 494.
Pino.Fig. 495.
Judía.

la granada, de la cual constituye la parte blanda y comestible. También es frecuente que dé origen a largos pelos que se enredan unos con otros y envuelven y protegen completamente la semilla (algodonero) (*fig. 492*) o bien a pelos largos que constituyen una especie de vilano que sirve para llevar la semilla a largas distancias (sauce) (*fig. 493*);

este mismo objeto tienen las aletas que poseen otras (pinos, etc.) (*fig. 494*). En la testa se distinguen con frecuencia: una pequeña cicatriz, que es el *hilo* o punto por donde estuvo inserta (*fig. 495, h*), y un punto blanquecino o un pequeño orificio que corresponde al *micropilo* (*m*) (judías, guisantes).

ALMENDRA.—La parte más esencial de ésta es el *embrión*, habiendo semillas cuya almendra está reducida exclusivamente a dicho embrión, de cuya estructura ya se trató (pág. 173): en este caso el cotiledón o los cotiledones del embrión son los encargados de almacenar las reservas nutritivas que el embrión necesitará para su desarrollo (*fig. 451*). Pero es frecuente que en la almendra haya que distinguir, además del embrión, el *albumen*, del que ya se habló (pág. 174) (*figs. 449 y 452*), y en ocasiones también el *perispermo*, que no consiste sino en capas de células de la *nucella* que el embrión no digirió (pág. 174) (*figuras 448 y 496*).

Diseminación de los frutos y semillas.—

Tanto los frutos como las semillas necesitan ser transportados a distancias más o menos grandes de la planta madre, con objeto de que una vez originadas las nuevas plantas a que las semillas dan origen al germinar, no perjudiquen a la planta adulta tomando del suelo las sustancias nutritivas que aquélla necesita también y además con objeto de que germine el mayor número posible de semillas, puesto que cuando se hace germinar varias de éstas juntas en un tiesto, al principio se desarrollan todas, o gran número de ellas, pero después sólo vegeta bien un pequeño número, mientras que las restantes, o mueren o arrastran una vida lánguida y forman semillas raquíticas incapaces de germinar a su vez.

Aparte de disposiciones especiales que algunas plantas poseen, y de alguna de las cuales se habla al final de este párrafo, los principales agentes de diseminación son: el *aire*, el *agua* y los *animales*. Por el *aire* se trasladan, a veces a grandes distancias, los frutos y semillas provistos de pelos o vilanos, como ocurre con los frutos de los cardos y otros análogos (*figs. 464 y 465*), semillas del sauce (*fig. 493*), etc., y también aquellos que tienen expansiones membranosas (olmo, arce, etc.) (*figs. 466 y 473*). Por el *agua* son transportados los frutos y semillas que, flotando en ella, posean además una cubierta poco permeable a ésta, bien por ser dura y resistente (coco), bien por estar provista de una especie de barniz céreo (manzana). Finalmente, por los *animales* son transportados todos aquellos que tienen los tegumentos inatacables por los jugos digestivos: de este modo pueden ser transportados a largas distancias, sobre todo por las aves, y depositados después con los excrementos, que les sirven además de abono; algunas plantas como el muérdago, que vive parásito sobre las ramas de los árboles (*figura 182*), no pue-

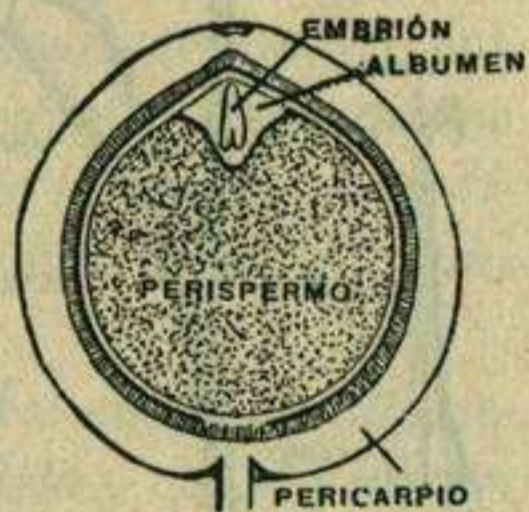


Fig. 496.—Fruto de la pimienta

den diseminar sus semillas más que por este procedimiento y con el concurso de las aves. También por el barro que se adhiere a las patas de los animales pueden éstos ser un agente de diseminación, así como por la lana y pelo largo, a los cuales se adhieren los frutos provistos de ganchos. En algunos frutos la diseminación no está confiada a agentes extraños, sino a medios propios. Al madurar los frutos, diferentes partes de ellos experimentan violentos

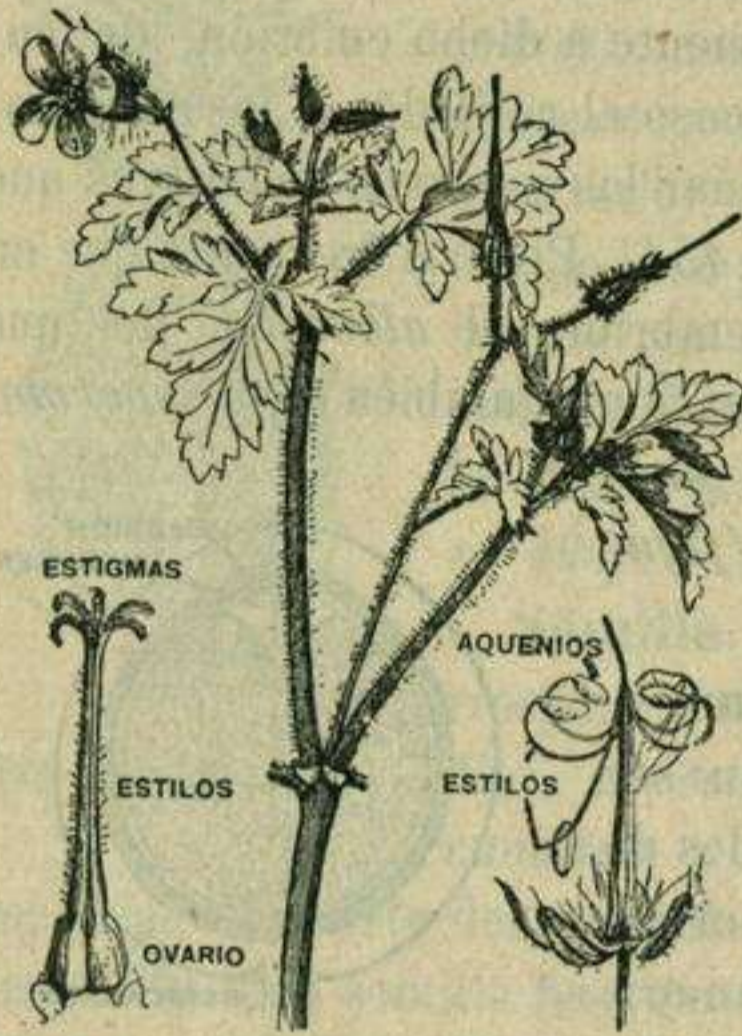


Fig. 397.—*Geranium Robertianum*; a la izquierda, el fruto (poliaqueno) no está aún maduro; a la derecha, el fruto maduro disemina las semillas, curvando bruscamente los estilos.



Fig. 498.—Dehiscencia del fruto del pepinillo del diablo (*Ecballium Elatherium*) (de Lázaro).

movimientos que proyectan las semillas a distancia (figura 497). Generalmente la proyección violenta tiene lugar en los frutos secos; pero a veces también ocurre esto en los carnosos, como en el pepinillo del diablo (*Ecballium elatherium*) en los que la turgescencia excesiva y apenas contenida de los tejidos del fruto, determina el desprendimiento de su pedúnculo y la consiguiente expulsión de un modo violento de sus numerosas semillas (figura 498).

GERMINACIÓN

Con este nombre se designa el paso del embrión del estado de *vida latente* en que se encuentra en la semilla (pág. 174), al estado de *vida activa*, o, dicho de otra manera, el desarrollo del embrión hasta convertirse en una nueva planta. Para que dicho desarrollo pueda llevarse a feliz término, son necesarias determinadas condiciones, tanto *por parte de la semilla* o *condiciones intrínsecas*, como *por parte del medio* en que se desarrolla o *condiciones extrínsecas*.

Condiciones intrínsecas.—Las principales son tres: que la *semilla esté normalmente constituida*, que su *madurez sea completa* y que el *embrión se encuentre vivo*.

La *semilla puede estar mal constituida*, bien porque el *embrión no se haya desarrollado* normalmente por una causa cualquiera, bien, y es lo más frecuente, porque *no posea las reservas nutritivas* en la cantidad necesaria. Se reconocen estas semillas mal constituidas porque *flotan en el agua*, mientras que las bien conformadas caen al fondo: sin embargo, conviene hacer constar que constituyen una excepción la mayor parte de las semillas oleaginosas (ricino, etc.), pues aun siendo normales flotan en el agua.

Cuando la *semilla está madura* su *embrión* se encuentra *completamente desarrollado*, y apto, por lo tanto, para poder originar la nueva planta: inversamente, cuando no está madura, el embrión está incompletamente desarrollado y es incapaz de pasar a la vida activa. También hay excepciones: muchas gramináceas (trigo, etcétera) y leguminosas (judías, etc.), son capaces de germinar antes de que los frutos y semillas hayan madurado completamente. Depende esta aparente anomalía de que el *embrión se halla ya completamente desarrollado* algún tiempo antes de madurar la semilla.

Por último, el *embrión debe hallarse aún vivo*, es decir, debe conservar su facultad germinativa para poder pasar del estado de vida latente al de vida activa. Varía mucho de unas plantas a otras el tiempo que el embrión puede conservarse vivo, lo cual también depende en gran parte de las condiciones del medio en que están colocadas. Las *semillas oleaginosas* (por ejemplo, nuez, ricino, sésamo, etc.), pierden pronto su facultad germinativa, porque por el enranciamiento de sus materias grasas se desarrollan sustan-

cias que matan al embrión. Por el contrario, las *semillas feculentas* (trigo, judías, etc.), conservan durante muchos años la facultad germinativa, siempre que se encuentren *en un lugar seco y al abrigo del aire*; este es el fundamento de los *silos* o lugares subterráneos y secos, destinados a guardar semillas. Inversamente, la *humedad* destruye rápidamente el embrión.

Condiciones extrínsecas.—También son tres, principalmente: el *aire*, el *agua* y la *temperatura*.

El *aire* es necesario para que el embrión pueda *respirar* en todas las épocas de su vida; pero haciéndole falta muy poco oxígeno cuando se halla en estado de vida latente, exige en cambio cantidades considerables cuando comienza a germinar; por esto las semillas germinan mejor en las tierras huecas o recién removidas.

El *agua* es también indispensable por dos razones: la primera por servir para reblandecer, hinchar y romper los tegumentos de la semilla con objeto de dar paso a los órganos del embrión, que también crecen y contribuyen a dicha rotura, y la segunda porque sin el agua no podrían verificarse las *reacciones químicas* que tienen lugar en la semilla durante la germinación, y que, como luego se verá, son a base de *hidrataciones*.

En general, una *temperatura* de unos 20° a 30° es la más conveniente para que las semillas germinen. Las bajas temperaturas y las temperaturas elevadas detienen el desarrollo del embrión, si había comenzado, y hasta pueden llegar a destruirle.

Desarrollo del embrión.—Al verificarse éste acaecen en la semilla y en el embrión *cambios de forma y cambios químicos*.

CAMBIOS DE FORMA.—Desde este punto de vista es menester considerar dos *tipos de germinación*; el de las *semillas epigeas*, es decir, aquellas que salen de la tierra en el curso de la germinación (gr. *epi*, sobre; *ge*, tierra) y el de las *semillas hipogeas*, es decir, las que quedan enterradas (griego *ypó*, debajo) (*).

Semillas epigeas.—La alubia, el ricino y otras muchas Dicotiledóneas, el pino, etc., corresponden a este tipo. Veamos lo que ocurre en una judía, por ejemplo, colocada en tierra o musgo húmedo. El agua va penetrando lentamente por el micropilo, preferentemente, y por efecto de esta absorción, la *almendra* se hincha y determina la rotura de los tegumentos: esta rotura se produce en la región del micropilo, por ser la que menor resistencia opone, y por ella sale un pequeño eje cónico que, sea cual fuere la posición de la semilla, se dirige siempre hacia abajo: este eje corresponde a la *raicilla del embrión*, que más tarde será la *raíz primaria o principal* de la planta y que

(*) La construcción de sencillos *germinadores* (o aparatos para hacer germinar las semillas) que pueden hacerse los mismos alumnos, el estudio de la germinación, etc. se indican en la obra *PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA*, por E. Rioja y O. Cendrero, páginas 176 y siguientes.

no tarda en ramificarse (*figura 499*). Al mismo tiempo (*figura 500*), el *tallo del embrión* crece hacia arriba, sale fuera de la tierra y *arrastra en su crecimiento al resto de la semilla*, es decir, los tegumentos, los cotiledones y el albumen y perispermo, si la semilla estuviese provista de ellos: este tallo del embrión formará la base del tallo primario de la planta adulta. Cuando dicho tallo ha alcanzado una longitud de varios centímetros fuera de la tierra, los *tegumentos de la semilla se desprenden y los cotiledones se separan*; en este momento cesa el crecimiento del tallito y comienza a originarse el tallo adulto, debido a la división de las células del meristemo de la yemita, que hasta ahora había permanecido inactivo (*fig. 500*). El tallo correspondiente al tallito del embrión queda por *debajo de los cotiledones* y por esto recibe el nombre de *tallo hipocotileo* o *hipocotiledóneo*, mientras que el formado por la yema queda por encima de los cotiledones y recibe el nombre de *tallo epicotiledóneo* o *epicotileo* (*figuras 500 y 501*).

Fig. 499.—Formación de las raicillas durante la germinación de la alubia. (De la obra PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero).

Hasta el momento en que el meristemo de la yema comienza a dividirse, la planta vive de las sustancias que le proporcionan los cotiledones (y el albumen y perispermo, si los tuviese la semilla); pero llegado este momento, los cotiledones, que se encuentran casi vacíos, comienzan a marchitarse y terminan por caer. En muchas plantas, por el contrario, quedan verdes y persistentes como otras tantas hojas (pino, etc.) (*fig. 453*).

Semillas hipogeas.—El guisante, garbanzo, haba, lenteja, encina, castaño, etcétera, así como muchas Monocotiledóneas, pertenecen a este tipo. Su desarrollo es análogo al de las precedentes, *pero como su tallito no crece o crece muy poco* y los cotiledones van insertos en él, *las semillas no salen*

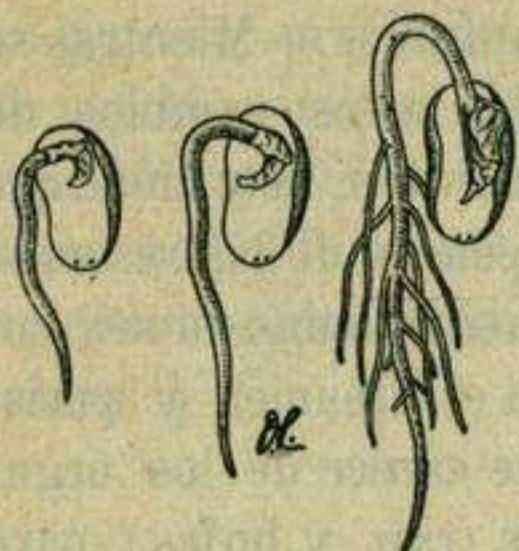


Fig. 500.—Fases diferentes de la germinación de la alubia. (De la obra PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero).

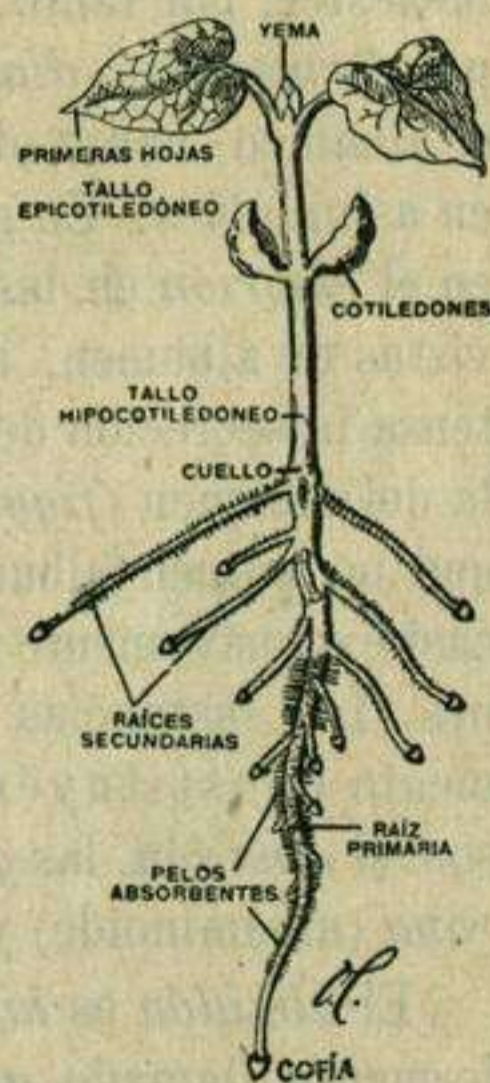


Fig. 501.—Esquema de una planta joven de alubia.

de la tierra y el tallo principal de la planta está constituido sólo por el formado a expensas de la yema y es todo él *epicotíleo* (figura 502).

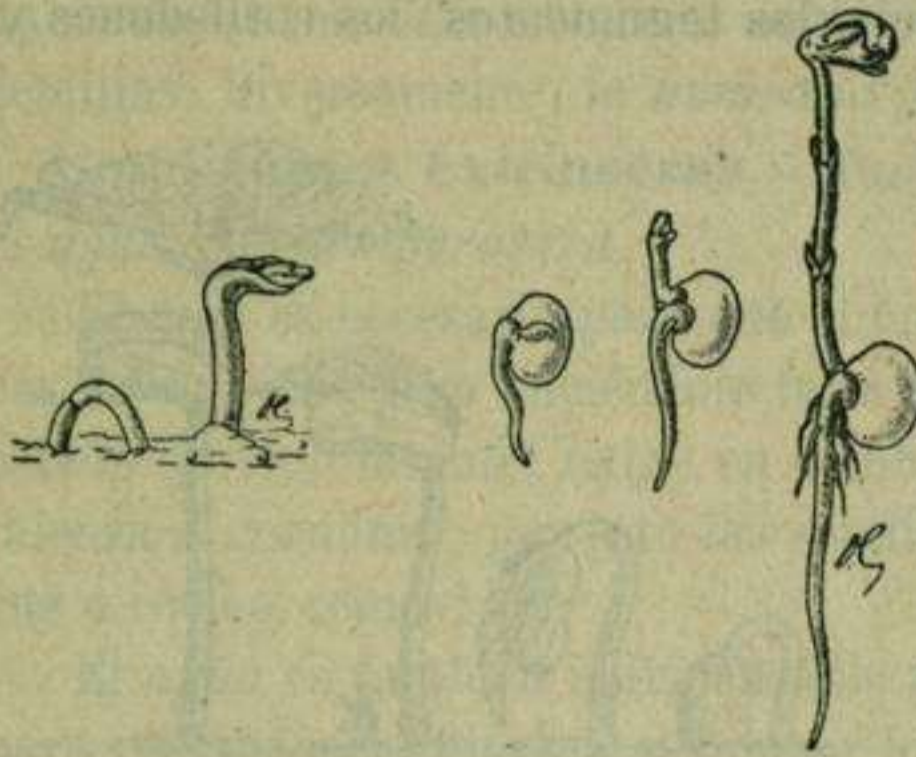


Fig. 502.—Esquema de la germinación del guisante. (De la obra PRÁCTICAS DE BIOLOGÍA, por E. Rioja y O. Cendrero).

CAMBIOS QUÍMICOS.—Mientras se verifican todos estos cambios de forma en el embrión, éste tiene que nutrirse a expensas de las reservas alimenticias acumuladas en sus cotiledones o en el albumen y perispermo, ya que carece de los órganos necesarios (raíz y hojas) para poder tomar alimentos del medio ambiente. Puede probarse esta afirmación poniendo a germinar alubias en arena silicea húmeda que se haya calcinado previamente y lavado después con agua destilada con objeto de que desaparezca toda

sustancia orgánica y mineral que pudiera servir para la nutrición de la planta. Entonces se ve que la planta deja de crecer, se marchita y muere en cuanto los cotiledones se desprenden.

Pero las reservas nutritivas acumuladas en los cotiledones, albumen o perispermo, se encuentran siempre en estado *insoluble* o *inasimilable*, y es menester, por tanto, que sufran una verdadera *digestión* (véase página 119) por *fermentos* o *diastasas* especiales que, originándose en los cotiledones o en el albumen, van a obrar sobre las sustancias alimenticias para convertirlas en asimilables. En general, las diastasas se encuentran en el *albumen* y en el *embrión* en las semillas provistas de albumen, siendo más intensa la secreción del embrión que la del albumen (figura 503); en las que no poseen albumen, se hallan casi exclusivamente en los cotiledones. Las sustancias que principalmente constituyen las reservas, son: el *almidón*, las *grasas*, la *aleurona* (albuminoide) y la *sacarosa*.

El *almidón* es *hidratado* por el fermento llamado *amilasa* y convertido en último término en *glucosa*. Las *grasas* son hidratadas por una *lipasa* o *saponasa* análoga a la de nuestros jugos gástrico y pancreático (*), y transformadas en glicerina y el



Fig. 503.—Esquema de la digestión de las sustancias alimenticias en una semilla de Monocotiledónea.

(*) Véase mi obra ELEMENTOS DE ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA, 8.ª edición, págs. 256 y 262.

ácido graso correspondiente, los cuales, por reacciones poco conocidas, se transforman en *almidón*, sobre el cual obra la amilasa para transformarle en glucosa: prueba la conversión de los ácidos grasos en almidón, el hecho de que las semillas oleaginosas llega un momento en *que no contienen grasas, sino almidón*. Las *sustancias albuminoideas* son transformadas en *peptonas* por el fermento *pepsina*. Por último, la *sacarosa* es hidratada por la invertina o *invertasa* y convertida en *glucosa* y *levulosa*, que son asimilables.

Lee 37 (14)

TIPO FANERÓGAMAS

DIVISIÓN Y PRINCIPALES FAMILIAS

Ya se dijo (página 49) que las Fanerógamas se dividen en dos *subtipos*, denominados *Gimnospermas* y *Angiospermas*. Las primeras tienen los óvulos al descubierto, es decir, no contenidos en un ovario (*fig. 426*) y, por lo tanto, las semillas desnudas, que es a lo que alude su nombre. Las *Angiospermas*, por el contrario, tienen los óvulos y las semillas cubiertos, es decir, encerrados o contenidos dentro de un ovario.

SUBTIPO GIMNOSPERMAS

A continuación se estudian las principales familias que comprende.

Cicadáceas.—Las especies de esta familia son todas exóticas. Los *Cycas circinális* (*fig. 504*) y *C. revolúta* son árboles con aspecto de palmera que alcanzan hasta 10 metros de altura y tienen una médula muy desarrollada, cargada de sustancias feculentas denominadas *sagú*, que se utiliza para hacer pan en los países donde se encuentran, como son la India, el Japón, Australia, etc. Es además notable el género *Cycas* porque sus carpelos (*figura 426*) demuestran muy claramente cómo se convierte una hoja en carpelo y cómo los óvulos pueden con-



Fig. 504.
*Cycas cir-
cinális.*

cómo se convierte una hoja en carpelo y cómo los óvulos pueden con-

siderarse como representantes de foliolos. Comprende numerosas especies fósiles que aparecen en el Carbonífero y abundan más en la Era Secundaria (*)

El Orden de las Coníferas

está constituido por dos familias: las *Abietáceas* y las *Cupresáceas*, distinguiéndose unas de otras en que las primeras *no tienen el pistilo soldado con la bráctea madre* y las segundas sí.

Abietáceas. — Son plantas arbóreas, de hojas aciculares y persistentes, excepto en el alerce (*Lárix europæa*) (fig. 505), en el que son caedizas. Flores *unisexuales monoicas* en amentos. Cada flor femenina está constituida por dos hojas carpelares, unidas por uno de los bor-



Fig. 505.
Lárix europæa
o alerce.



Fig. 506. — Rama infrutescencia de *Pinus sylvestris*, pino albar o silvestre.

des. Fruto en *cono* o *piña* (fig. 484). La *semilla* posee varios cotiledones (fig. 453) y tiene la testa generalmente leñosa y alada (fig. 494 y 505).



Fig. 507. — En la región central de España son frecuentes los bosques de pinos albares y negrales. La fotografía reproduce parte de uno de Arévalo (Ávila): en el centro de la misma, montón de frutos del *P. sylvestris*. Ambas especies son las principalmente resineras en España. (Fotografía com. por el ingeniero Joaquín Leirado).

(*) Véase mi GEOLOGÍA, páginas 317 y 320.

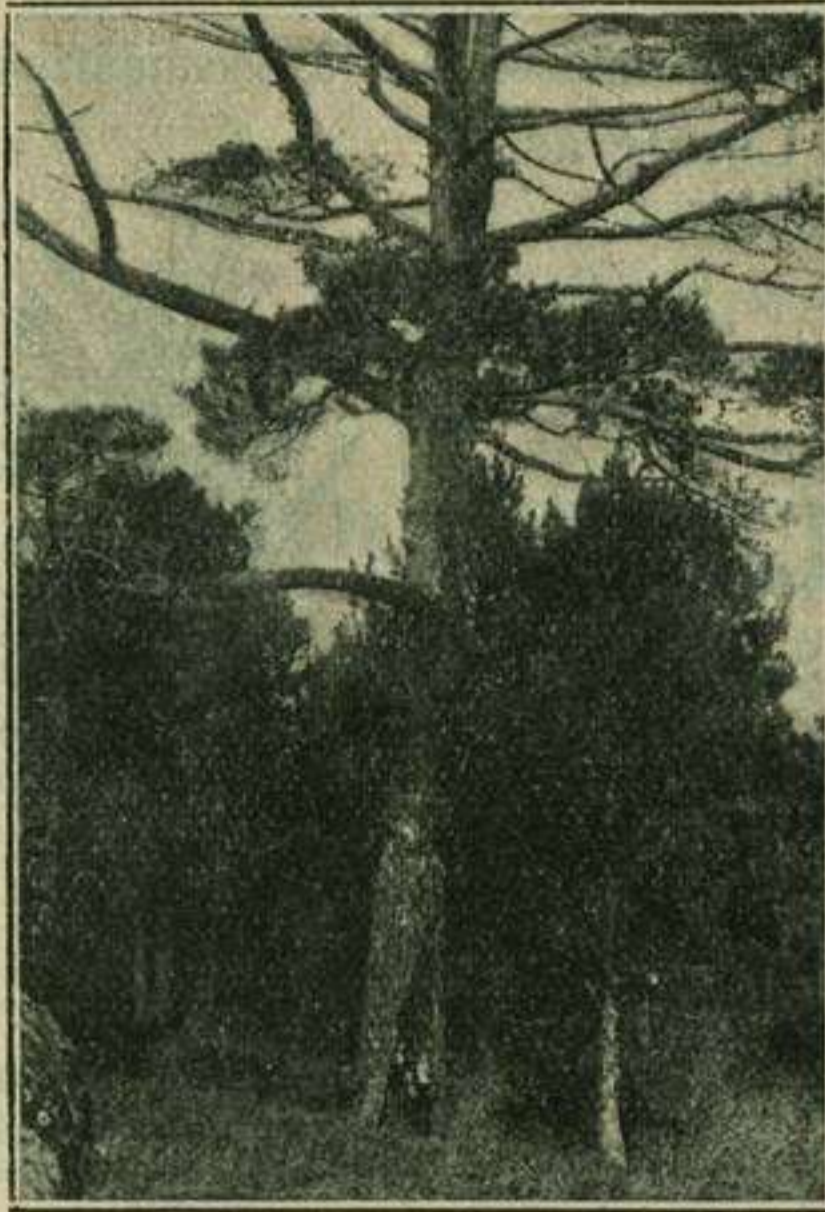


Fig. 508. Pino negral centenario en el Monte Valle de Iruelas (Avila). Su diámetro puede apreciarse por comparación con las dos personas que se hallan cobijadas en el hueco de la parte inferior. (Fotografía comunicada por el ingeniero J. Leirado).



Fig. 509.--Resinero recogiendo la resina de un pino *sangrado*, es decir, en el cual se ha hecho una incisión transversal hasta el liber inclusive para que salga la trementina (pág. 35) vulgarmente llamada yema o miera. (Fot. obt. en Arévalo (Avila) por el ingeniero J. Leirado)

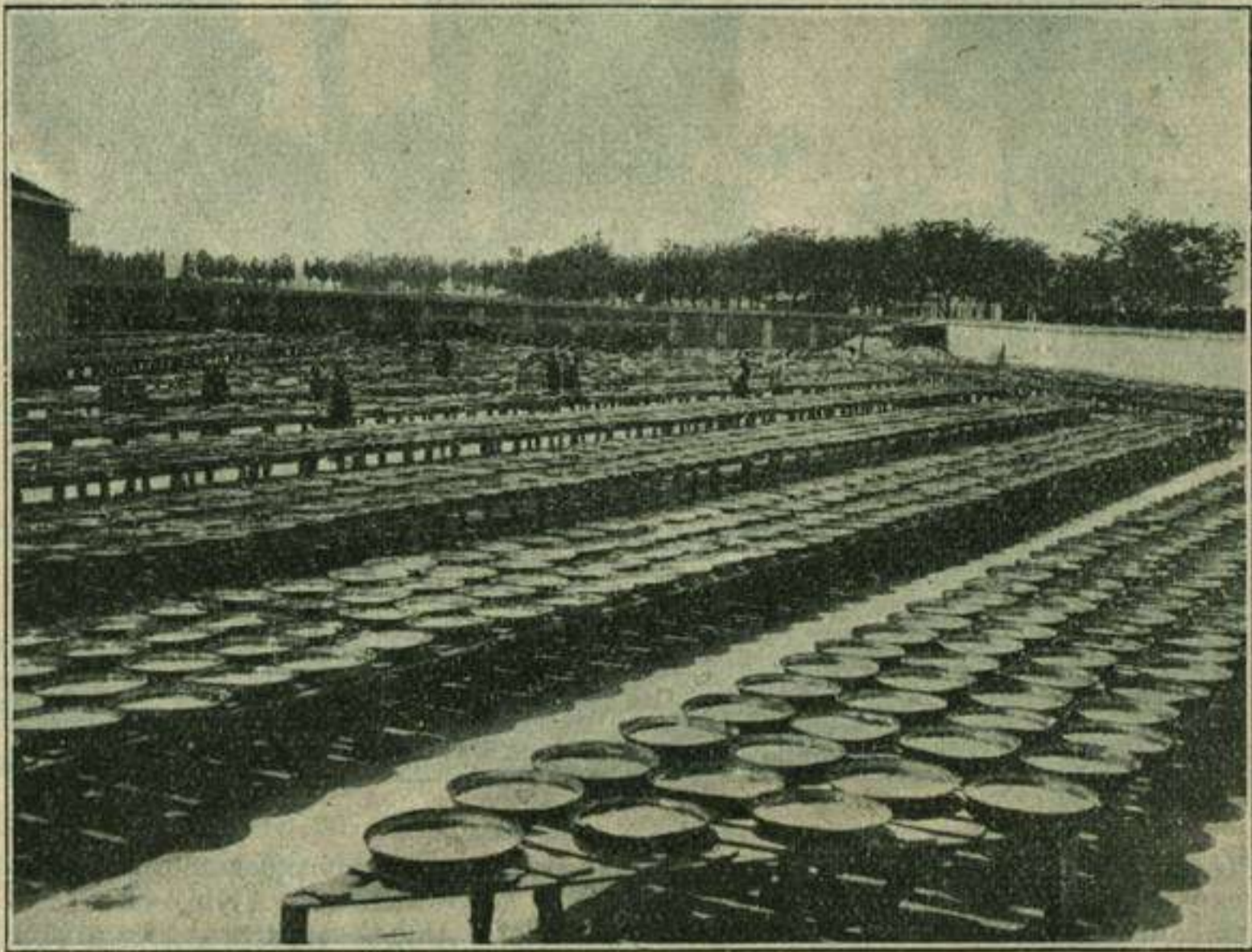


Fig. 510.--Secaderos de colofonia (página 35) de la Resinera Española en Arévalo (Avila) (Fotografía comunicada por el ingeniero J. Leirado).

Comprende numerosas especies vivientes, de las cuales las principales son: el pino silvestre o albar (*Pinus sylvestris*) (figuras 506 y 507); el pino piñonero o doncel (*Pinus Pinea*), de semillas comestibles y sin ala en la testa; el marítimo o gallego, también llamado negral algunas veces (*P. Pináster*); el negro o negral (*P. montana*) (figs. 507 y 508) el carrasco o de Alepo (*P. Halepensis*) y el de Canarias (*P. Canariensis*); del tronco de todas estas especies se extrae la esencia de trementina y la resina común (figuras 509 y 510), siendo además maderable y combustible: de las ramas verdes se obtiene la *brea* y *pez* vegetales. El abeto o pinabete (*Abies pectinata*, etc.) (fig. 511) es bastante frecuente en las montañas del norte de España y sus yemas se usan como anticatarrales; el pinsapo (*Abies pinsapo*) es relativamente abundante en el S. de España (fig. 512) y N. de África a altitudes de 1000 a 1700 m.; el *Abies balsamea* es una especie norteamericana cuya oleo-resina, conocida con el nombre de *balsamo del Canadá*, es tan usada para el montaje de preparaciones. Los ce-



Fig. 511.--Rama y fruto de *Abies excelsa* o abeto. (Fotografía O. Cendrero).



Fig. 512.--Limite inferior del pinsapar en Ronda (Málaga). (Fotografía Fernández de Castro, comunicada por el ingeniero Luis Ceballos).

dros (*Cédrus Deodára* y *Libani*), de madera tan apreciada, se encuentran

cultivados en España (fig. 513) y son oriundos de Asia. Esta familia comprende numerosas especies fósiles que aparecen en el Carbónico o Carbonífero.



Fig. 513.—Los cedros (*Cedrus Deodára* y *Libani*) adquieren gran corpulencia en España. El de la figura reproduce el de un paseo de Madrid. (Fotografía comunicada por el profesor Doctor Luis Heintz).

(*Cuprèssus sempèrvirens*) y la tuya o árbol de la vida (*Thuja orientális*), originarias de Asia y cultivadas en todos los países; la *Sequóia gigantèa* (figs. 199 y 200) es una especie norteamericana, de California preferentemente, que puede considerarse como el gigante del reino vegetal, pues alcanza hasta 38 metros de circunferencia por 150 de altura; se encuentra cultivada en España, si bien no alcanza las dimensiones indicadas, así como la *Araucária imbricáta*, de Chile, (figura 515), y la *A. excelsa*, que son los llamados vulgarmente en España pinos de pisos. El *Taxódium distichum* o ciprés de Virginia, cuyas hojas caen anualmente, es interesante desde el punto de vista geológico (*).

Taxáceas.—En Europa no se encuentra más representantes que el tejo (*Táxus baccáta*), que es un ár-

Cupresáceas.—Plantas arbóreas, con hojas escamosas y pequeñas (ciprés, tuya) (figura 230) o aciculares (enebro) (figura 514). Flores unisexuales monoicas (ciprés, tuya) o dioicas (enebros). Infrutescencia en gálbula (fig. 485) o en arcéstida (fig. 514).

Las principales especies vivientes son: entre las españolas, el cedro de España o sabina albar (*Juniperus thurifera*); la sabina (*J. Sabina*); el enebro común o junipero (*J. communis*) (figura 514), cuyas arcéstidas se usan para la aromatización de la ginebra; el enebro de la miera (*J. Oxycedrus*), cuya resina llamada miera se utiliza para curar la roña o sarna del ganado lanar, y su madera, así como la de los demás, para la fabricación de los lapiceros. Entre las especies exóticas se encuentran: el ciprés



Fig. 514.—Rama y frutos de *Juniperus communis* o enebro común.

(*) Véase mi GEOLOGÍA, página 148.

bol que alcanza 15 metros de altura y cuya roja madera es muy dura y susceptible de bonito pulimento. Flores *unisexuales dioicas*: la semilla tiene



Fig. 515.--Ejemplares de araucaria o pehuen (*Araucaria imbricata*) de 35 a 40 metros de altura, en Chile. (De la obra *Bellezas Naturales de Chile* t. I, por la profesora chilena F. Ramirez B.).

una expansión carnosa que, naciendo de los bordes del hilo, la envuelve por completo en la madurez; dicha expansión se denomina *arilo*. Las semillas son narcóticas y las hojas venenosas. También existen especies fósiles.

Lec 38 (15)
20

SUBTIPO ANGIOSPERMAS

86

Ya se sabe (página 49) que se divide en dos Clases, denominadas *Monocotiledóneas* y *Dicotiledóneas*, según posean uno o dos cotiledones en sus semillas. Además de este carácter poseen otros que permiten distinguir fácilmente las plantas comprendidas en ambos grupos. Dichos caracteres son: *Monocotiledóneas*: raíz fasciculada; hojas ordinariamente *rectinervias*; *verticilos florales trímeros* con frecuencia. *Dicotiledóneas*: raíz napiforme; hojas *no rectinervias*; *verticilos florales ordinariamente pentámeros*.

CLASE MONOCOTILEDÓNEAS

44

Se divide en las tres subclases siguientes: *Apétalas*, o que carecen de *pétalos*, y a veces también de *sépalos*. *Superováricas* o *Superovarieas*: con sépalos y pétalos y el *ovario súpero*. *Inferováricas* o *Inferovarieas*: con sépalos y pétalos y el *ovario ínfero*.

SUBCLASE APÉTALAS

A continuación se estudian las principales familias.

Lemnáceas.—La especie principal es la lenteja de agua (*Lémma minor*) (figura 516), que es una planta que vive *flotante* en las aguas dulces: posee raíz vertical y sin ramificar; carece de hojas y el tallo es laminar y discoideo, semejando una hoja del tamaño de una lenteja. *Flores unisexuales monoicas*. $F \text{ ♂} = 1 E$; $F \text{ ♀} = 1 C$. Vive en toda España.

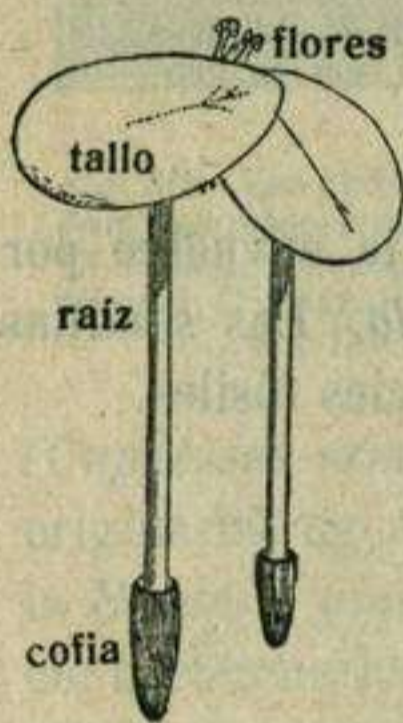


Fig. 516.—Lenteja de agua (*Lemna minor*) (Aumentada).

Ciperáceas.—Plantas con *rizomas*: *hojas envainadoras* y con la *vaina cerrada*, es decir, soldados los bordes. *Flores unisexuales monoicas* o ♀ con 3 E y (3 C^a) (fig. 517). *Fruto en aquenio*. Especies indígenas: el junco común (*Scirpus Holoschoenus*) de tallo cilíndrico; la

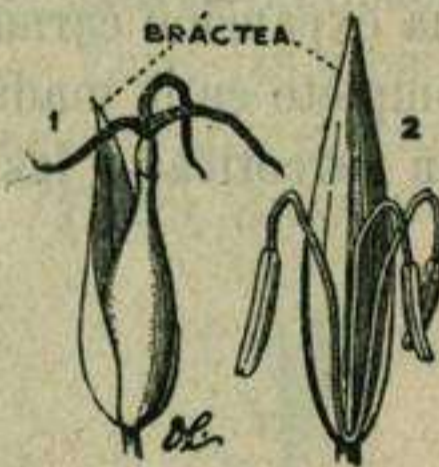


Fig. 517.—Flores unisexuales desnudas de *Cárex*: 1, ♀; 2, ♂.

zarzaparrilla de Alemania (*Cárex arenaria*), cuyos rizomas (fig. 210) tienen análogas propiedades que los de la zarzaparrilla (página 206). Especies exóticas: la chufa, juncia avellanada o cotufa (*Cypérus esculéntus*), de rizomas en forma de tubérculos y comestibles, que se cultiva en el mediodía y levante de la Península; la planta que servía para fabricar el *papiro* a los antiguos egipcios (*C. Papyrus*); etc.

Gramináceas.—Plantas herbáceas anuales (trigo), bienales (caña de azúcar) o perennes rizocárpicas (grama), con los *tallos huecos* (caña común) o macizos (caña de azúcar), de cada uno de cuyos nudos nace una hoja en-

vainadora con *vaina abierta*, es decir, sin soldarse los bordes, y con *ligula*

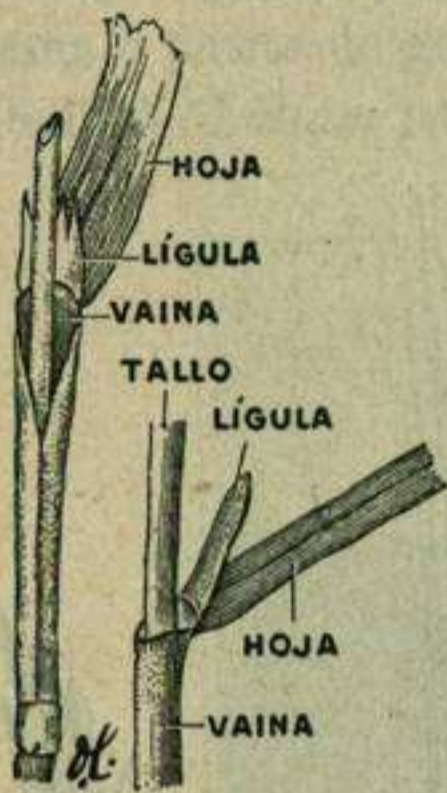


Fig. 518. Fig. 519.
Dos tipos de vaina y de ligula de Gramináceas.

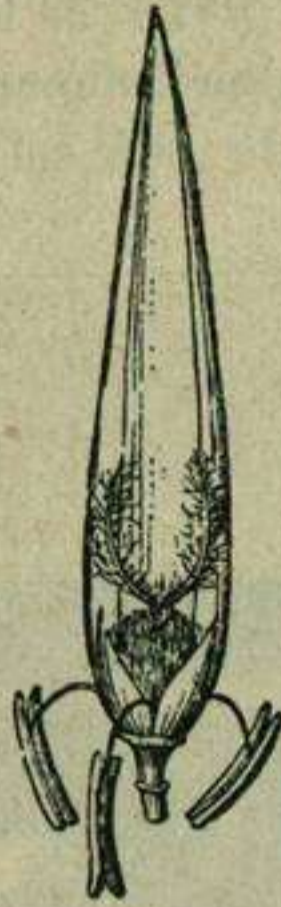


Fig. 520.-Flor de avena.

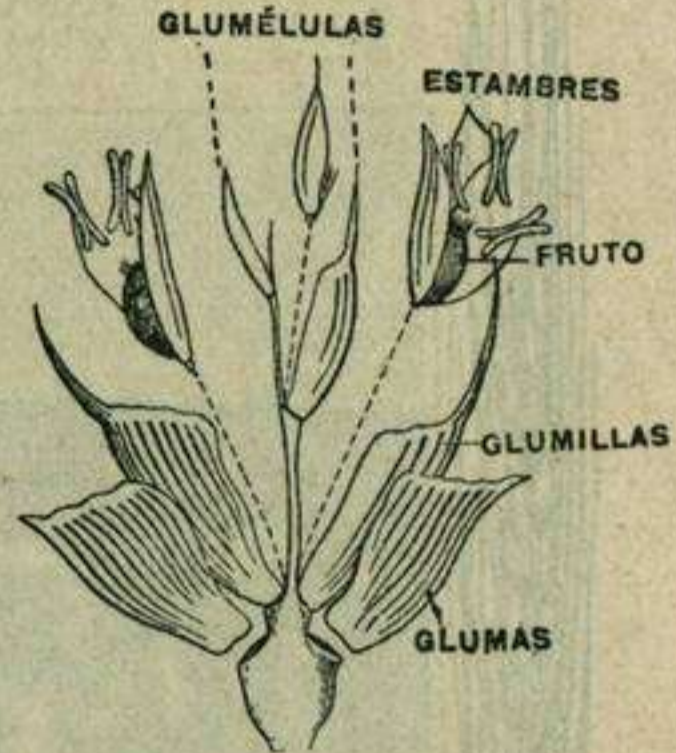


Fig. 521.—Esquema de una espiguilla.

(figs. 518 y 519). Flores desnudas ♀ (fig. 520); rara vez unisexuales monoicas (maiz) (fig. 531), con 3 *E* y anteras en forma de X, un carpelo con un óvulo; estigmas plumosos; fruto en cariósipide. Inflorescencia frecuentemente en espiga de espigas: cada espiguilla (fig. 521) está constituida por dos brácteas exteriores o *glumas*, que envuelven como en un estuche al resto de la espiguilla, el cual está constituido por otras dos brácteas interiores o *glumillas*, en cuya axila se encuentran las ramitas donde se hallan las flores, que están envueltas por otras glumas más pequeñas llamadas *glumélulas*, las cuales pueden faltar: algunas de estas glumas están aquilladas y en varias especies se terminan por una prolongación larga y rígida que constituye las llamadas vulgarmente espinas o barbas.

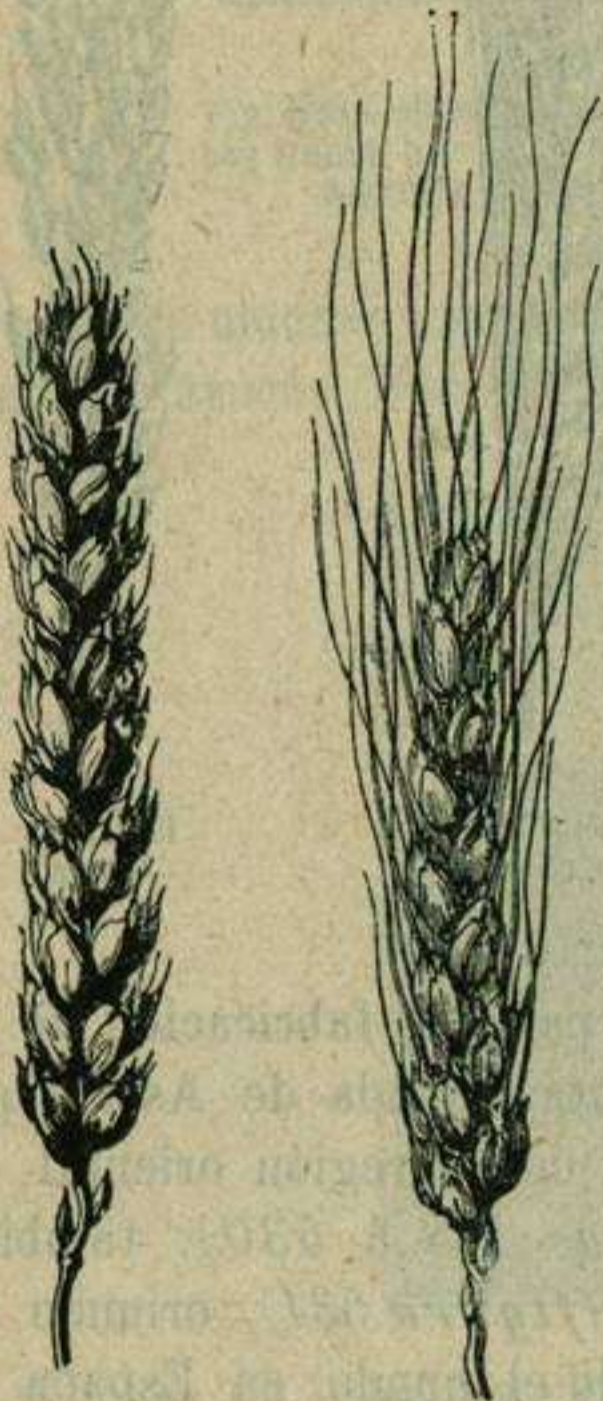


Fig. 522. Fig. 523.
Dos variedades de trigo.

Comprende numerosas especies (más de 3.200), de las que merecen especial mención los *cereales* o gramíneas utilizadas por sus frutos amiláceos, entre los que se encuentran el trigo (*Triticum vulgare*) (figuras 522 y 523), con numerosas variedades (*T. aestivum*,

hibernum, etcétera); el centeno (*Secale cereale*) (figura 524); la avena

(*Avéna sativa*) (fig. 525); la cebada (*Hórdeum vulgáre*) (fig. 526), cuyos



Fig. 524.
Centeno.



Fig. 525.
Avena.



Fig. 526.
Cebada.



Fig. 527.
Arroz.

frutos recién germinados y tostados se utilizan para la fabricación de la cerveza; el arroz (*Oryza sativa*) (fig. 527), planta oriunda de Asia y que se encuentra cultivada en los terrenos pantanosos de la región oriental de España, así como en otros muchos países (figuras 528 á 530); también posee variedades de secano: el maíz (*Zéa Máys*) (figura 531), oriundo de América, pero que se encuentra cultivado en todo el mundo: en España lo es preferentemente en las regiones N. y NO.; con la harina de sus frutos se fabrica una especie de pan llamado *borona*, y sus tallos contienen azúcar. El mijo (nombre que se aplica al *Pánicum miliáceum* y a otros varios géneros y especies) (fig. 532) y el alpiste (*Phálaris canariénsis*), son también

utilizados por sus frutos. Casi todas estas gramináceas pueden utilizarse en verde como plantas *forrajeras*, pero las que merecen este nombre son aquellas cuya aplicación principal es servir para alimento del ganado, como la grama o patita de gallo (*Cynodon Dáctylon*); el heno (*Aira caryophyllea*); el ballico (*Lólium parénne*); las *Póa*; etc.; (fig. 533).



Fig. 528.—Semillero de arroz en la Albufera de Valencia: cuando las plantas tienen unos 0,20 m. de altura, las arrancan para trasplantarlas. (Fotografía comunicada por el profesor P. G. Palacios de Borao).

Otras muchas gramináceas utiliza el hombre con diversos fines, como la caña de azúcar (*Sáccharum officinárum*) (fig. 534), originaria de la India y



Fig. 529.—Trasplantando arroz en China. (Fotografía comunicada por L. Marqués C. M.)

cuyo cultivo se hallaba antes muy extendido en el mediodía de España y Canarias (fig. 535); de aquí fué llevado por los españoles a América, donde ha

tomado carta de naturaleza y se cultiva en gran escala (*figs. 536 y 537*).

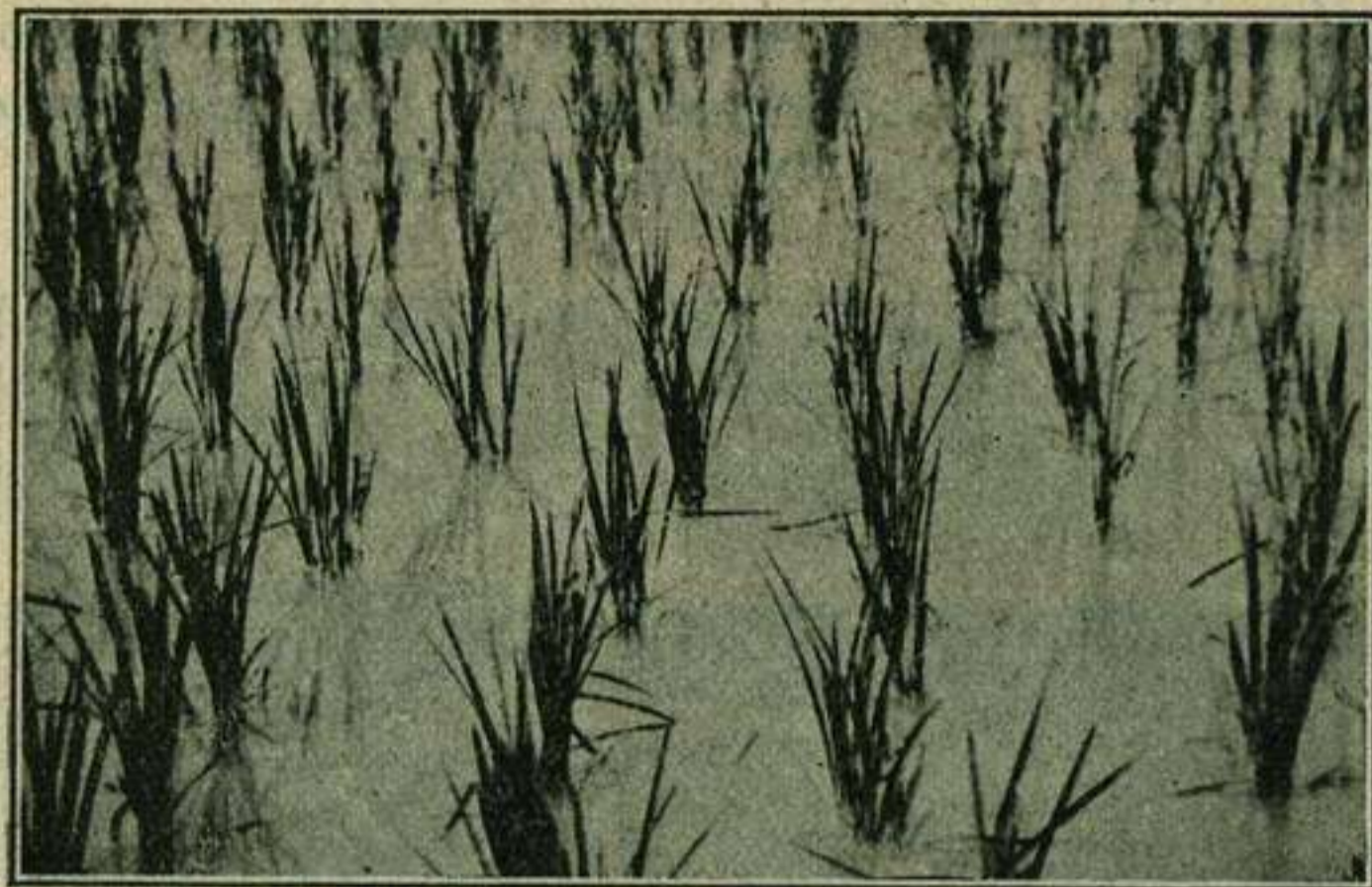


Fig. 530.—Plantación de arroz en la Albufera de Valencia algún tiempo después de verificado el trasplante. (Fotografía comunicada por el profesor P. G. Palacios de Borao).

El sorgo azucarado (*Sórgum saccharátum*), también originario de la India y



Fig. 531.—Extremo de una planta de maíz (*Zéa Máys*).



Fig. 532.
Mijo.

cultivado con mucha intensidad en América del Norte, principalmente, ex-

trayéndose de él gran cantidad de azúcar. El esparto (*Macróchloa* o *Stipa*

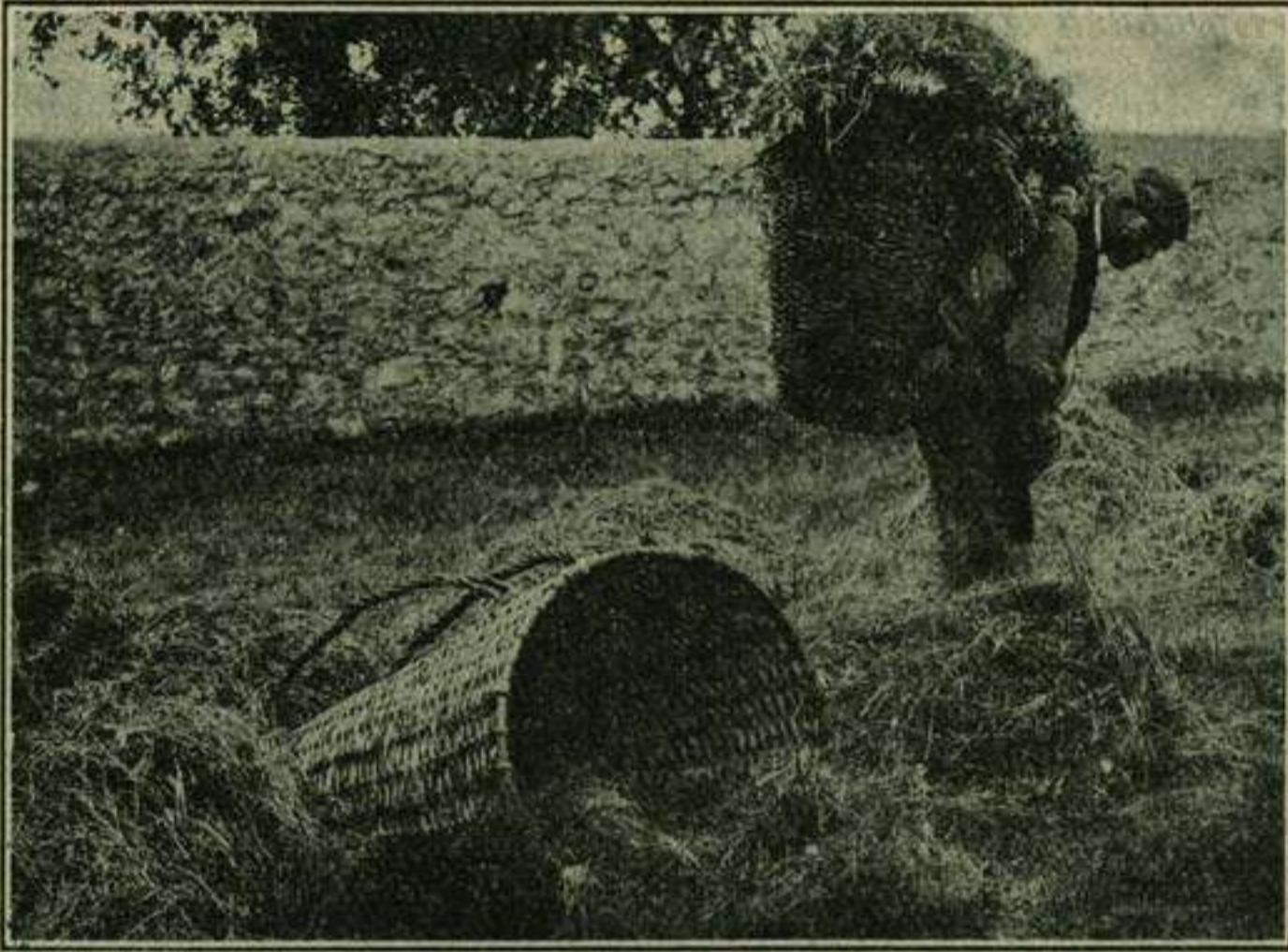


Fig. 533.—En todo el N. NO. de España, la mayor parte de la hierba que forma nuestros prados está constituida por diversas especies de Gramináceas. (Fot O. Cendrero).

tenacissima), planta esteparia muy utilizada para la fabricación de sogas,



Fig. 534.—Dos pies de *Saccharum officinarum* o caña de zúacar.

esteras, papel, etc., que se halla en varias regiones de la Península, princi-

palmente del Centro y Sur; en otras regiones y países se encuentra cultivada. La caña común (*Arundo Donax*); el carrizo (*Phragmites communis*) y el bambú (*Bambusa Arundinacea*) (figura 538), se utilizan por sus cañas.

Aráceas. -- Las especies principales son: el aro, jaro, yaro, hoja de cule-



Fig. 535.—La Colonia Agrícola de San Pedro de Alcántara (Málaga), ha emprendido la meritoria labor de intensificar cultivos hoy casi abandonados en España; pero que podrían constituir saneada fuente de ingresos, como en otro tiempo lo constituyeron. En este caso se encuentra la caña de azúcar, cuya corta y monda en la referida Colonia representa la fotografía. (Comunicada por H. Sanmiguel).



Fig. 536.—Corta y monda de la caña de azúcar en Nicaragua. (Fotografía comunicada por el profesor nicaraguense Dr. J. Carrillo Salazar).

brón o tragantina (*Árum maculátum*) que vive en casi toda la Península y tiene la inflorescencia en espádice, protegida por la espata: análoga inflores-



Fig. 537.—Un hermoso cañaveral en Cuba. (Fotografía comunicada por el profesor P. J. Alonso S. J.)

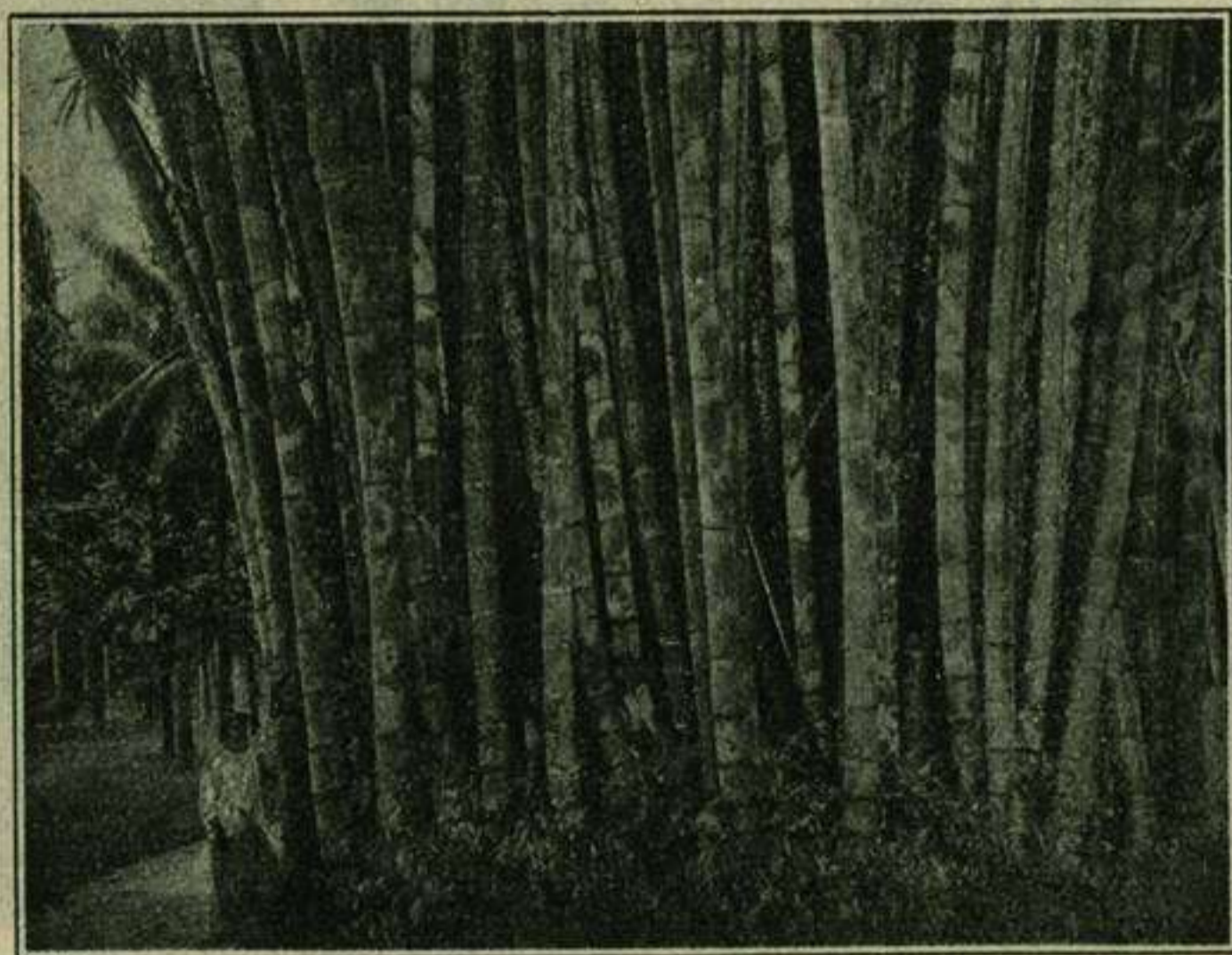


Fig. 538.—Un grupo de bambúes gigantes (*Bambusa Arundinácea*) en la costa del Indostán.

cencia tienen las demás especies de la familia (*fig. 254*). La cala o manto de la Virgen (*Calla aetiópica*) tiene la espata blanca y el espádice amarillo: es especie muy conocida porque se cultiva mucho como ornamental.

SUBCLASE SUPEROVARIEAS

Palmáceas.—El aspecto de estas plantas puede referirse a los tres tipos siguientes: 1.º *Palmeras*, que son árboles esbeltos con los troncos generalmente sin ramificar y de gran altura, terminados por un penacho de hojas. 2.º *Palmeras enanas*, de análogo aspecto que las anteriores, pero con el tronco corto. 3.º *Lianas*, de tallo delgado y flexible, que alcanza hasta 600 metros de longitud (*Cálamus*). Hojas persistentes con el limbo desgarrado en segmentos pinados (*Phœnix*) o palmados (*Chamærops*). Flores pequeñas agrupadas en inflorescencias muy complicadas envueltas por una espata. Dichas flores son generalmente *unisexuales*, monoicas o dioicas, con $F \text{ ♂} = 3 S + 3 P + 6 E$; $F \text{ ♀} = 3 S + 3 P + (3 C^c)$. *Fruto drupa* (dátil y coco) o *baya*.

Las especies principales son: el palmito, palma enana o margallo (*Chamærops humilis*), especie indígena en el E. y S. de España, que alcanza dos y más metros de altura y cuyos frutos, llamados dátiles de zorro en algunos puntos de Andalucía, son algo azucarados en la madurez; las hojas se utili-



Fig. 539.—Bosque de palmeras (*Phœnix dactylifera*) en Elche (Alicante - España).
(Fot. com. por el prof. P. Moisés Vigo).

zan para la fabricación de escobas, esteras y cestas, y las yemas, conocidas con el nombre de jiga o higa, también son comestibles. La palmera, palma común o palma datilera (*Phœnix dactylifera*), originaria de Africa y que se

halla cultivada en el S. y E. de España, donde existen localidades con verdaderos bosques de ella, como ocurre en Elche (Alicante) (*figs. 539 y 540*): son bien conocidos sus frutos o dátiles, con el pericarpio azucarado, y las *palmas*,



Fig. 540.—Subiendo a una palmera, en Elche, para recoger dátiles. (Fot. com. por el profesor P. Moisés Vigo).



Fig. 541.—*Cocos nucifera* o cocotero. (Fotografía comunicada por el profesor J. Alonso).

que son las hojas que se han tenido algún tiempo cubiertas para privarlas de la acción de la luz y que se utilizan para fabricar cestas, etc. El cocotero (*Cocos*

nucifera) (*fig. 541*), especie indígena de África y América, y cuyas semillas tienen el albumen comestible (*fig. 542*). Los frutos de la palma chilena (*Jubæa spectabilis*) (*fg. 543*), llamados coquitos en Chile, son comestibles y se utilizan principalmente en confitería como si fueran almendras: de las fibras de sus hojas se obtiene crin vegetal. De los frutos o coquitos de la palma real (*Cocos butyrácea*) (*fig. 544*), de América, y de la palma avoira (*Elæis Guineénsis*) de América y la Guinea española, se extrae aceite utilizado principalmente para fabricar jabón. De las hojas de *Ceróxylon Andicola* y otras especies americanas se recoge la cera vegetal (pág. 40). Se cree que la chonta de Chile (*Juania australis*) (*fig. 545*) sirvió de alimento al célebre Robinsón Crusoe.

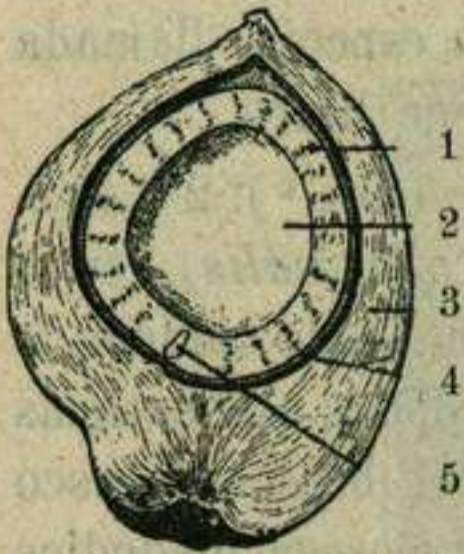


Fig. 542.—Corte transversal del fruto y semilla del cocotero. 1, parte sólida del albumen; 2, ídem líquida de ídem; 3, porción fibrosa del pericarpio; 4, ídem leñosa de ídem; 5, embrión.

Alismáceas.—Comprende la saeta de agua (*Sagittaria sagittæfolia*), ya citada (pág. 108).

Colchicáceas.—Encierra diversas especies ♂ muy conocidas, cuya fórmula es $3 S + 3 P + 6 E + (3 C^c)$: 3 estilos. Fruto *caja septicida* (figura 456). El cólchico, cólquico o quitameriendas (*Cólchicum autumnále*), tie-



Fig. 543.— Un bosque de palma chilena (*Jubæa spectábilis*) en Ocoa (Valparaíso-Chile). Esta palmera se encuentra también en otras naciones de América; pero debido a su abundancia en Chile, especialmente cuando la conquista, y en la provincia indicada, ha recibido el nombre vulgar antes citado. Cortando transversalmente en primavera su yema terminal, sale savia muy azucarada que, concentrándola, produce una especie de miel muy agradable. (Fot. com. por la prof.^a chilena F. Ramírez Burgos: datos citados y los del texto, del libro de la misma profesora *Bellezas Naturales de Chile*).

ne los S y P iguales ~~y soldados en tubo~~, mientras que otra especie, llamada también quitameriendas (*Merendéra Bulbocódium*), los tiene libres.

Esmiláceas.—Fórmula general: $(3 S + 3 P + 6 E) + (3 C^c)$: 2-4 estilos. Fruto *baya*. Comprende: la esparraguera (*Aspáragus officinális*), cuyo rizoma produce anualmente gruesas yemas llamadas turiones que cogidas a poco de originarse, son los llamados *espárragos*, de propiedades alimenticias y diuréticas (fig. 546). También es diurético el rizoma del brusco o rusco (*Rúscus aculeátus*) (fig. 209), citado como el anterior por poseer cladodios (pág. 99). Las raíces de la zarzaparrilla del país (*Smilax áspera*) tienen análogas aplicaciones que las de otras especies de América tropical (*S. médica*, etcétera), que son la verdadera zarzaparrilla. El drago o dragonal de Canarias (*Dracæna Draco*), cultivado en España como ornamental, si bien no alcanza las dimensiones que en su país (pág. 95 y fig. 196).

Liliáceas.—El aspecto de las plantas de esta familia puede referirse a

tres tipos principales: 1.º *Plantas herbáceas con bulbos tunicados* y todas las hojas radicales o con *bulbos escamosos* y hojas caulinares. 2.º



Fig. 544.—*Cocos butyrácea* o palma real. (Fot. com. por el prof. ecuatoriano Dr. Clodoveo Carrión).

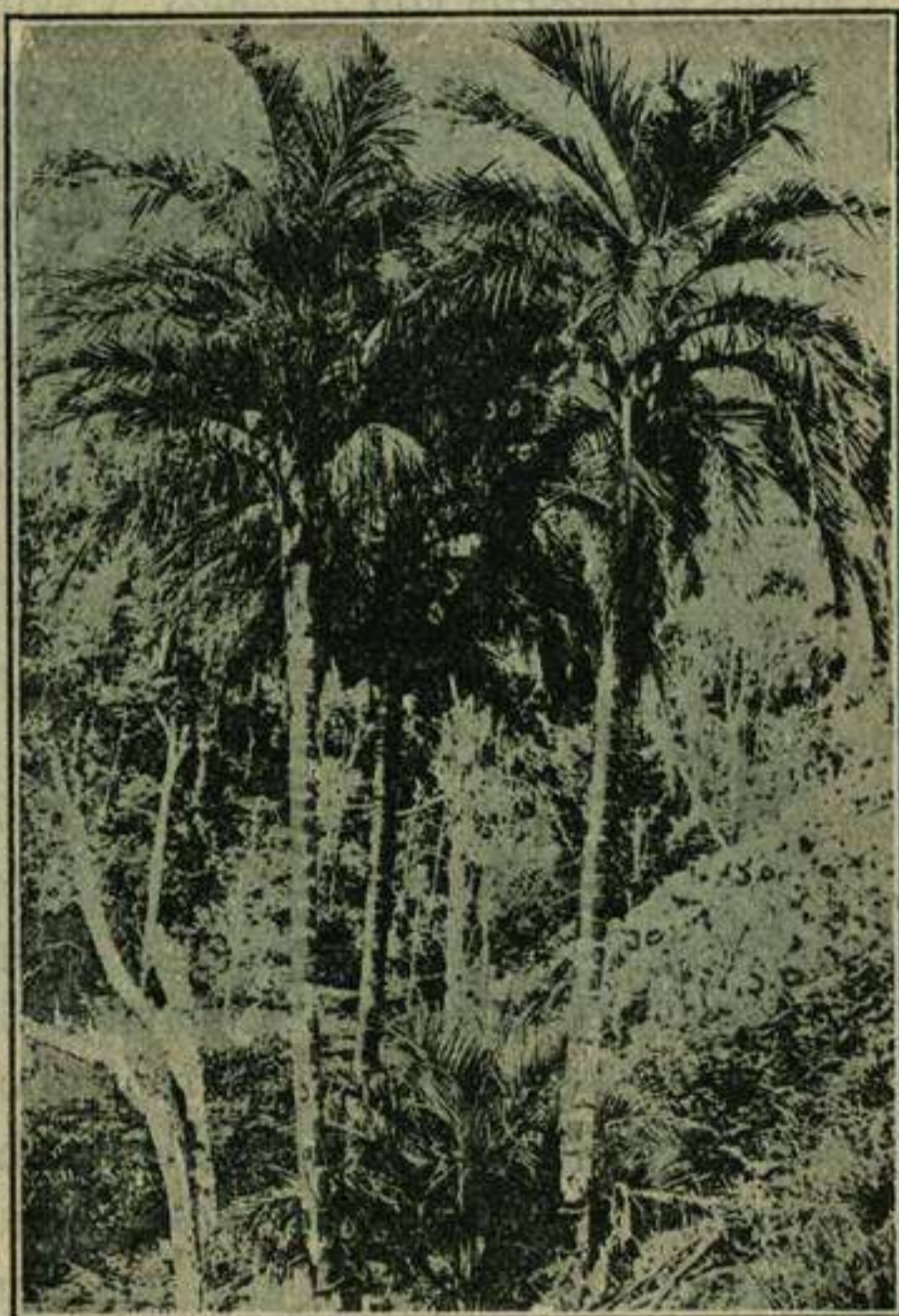


Fig. 545.—Chonta (*Juania australis*), abundante en las Islas de Juan Fernández (Chile). Sus yemas se llaman *col de palma* y se usan como alimento, tanto crudas como cocidas. También es comestible el fruto. «En la época en que Alejandro Selkrik (el Robinsón Crusóe de la novela de Defoë) vivía en la isla (1704-1709) el árbol era muy común y suministraba al famoso solitario una parte importante de su alimento». (Fot. y datos de *Bellezas Naturales de Chile*, por la profesora chilena Filomena Ramírez Burgos).



Fig. 546.—Sacando turiones de espárrago en Aranjuez (Madrid-España): dichos espárragos son los que más renombre tienen en España. (Fotografía comunicada por D. Monedero).

Plantas *herbáceas* con *rizomas*, y tallos aéreos anuales. 3.º Tallo *arborescente* y hojas en rosetas terminales. Flores ♂ cuya fórmula general es $3 S + 3 P + 6 E + (3 C^e)$ (*fig. 547*); sin embargo, en algunos casos (jacinto, etc.) los S, P y E pueden estar soldados entre sí, constituyendo un tubo más o menos largo: generalmente sólo tienen un estilo: *corola liliácea* (*figs. 548 y 549*). *Fruto* ordinariamente *caja* con dehiscencia *loculicida* (*fig. 457*).



Fig. 547.—Diagrama de una Liliácea.

Las especies principales son: la cebolla (*Allium cépa*), planta bienal cuyos bulbos se recogen el primer año y las semillas el segundo: el ajo (*Allium sativum*), cuyos bulbos plantados originan otros varios bulbillos envueltos por la base de hojas envainadoras: estos bulbillos son los llamados vulgarmente *dientes* de ajo y la vaina de las hojas la *cáscara* de los mismos, nombres ambos bastante impropios. Haciendo fermentar el zumo azucarado obtenido de los rizomas del gamón (*Asphódelus álbus*) se extrae alcohol, pero antes hay que hervir dicho jugo para quitarle el gusto acre. De las hojas del lino de Nueva Zelanda (*Phórmium ténax*) (*fig. 550*) se sacan fibras textiles, que son utilizadas

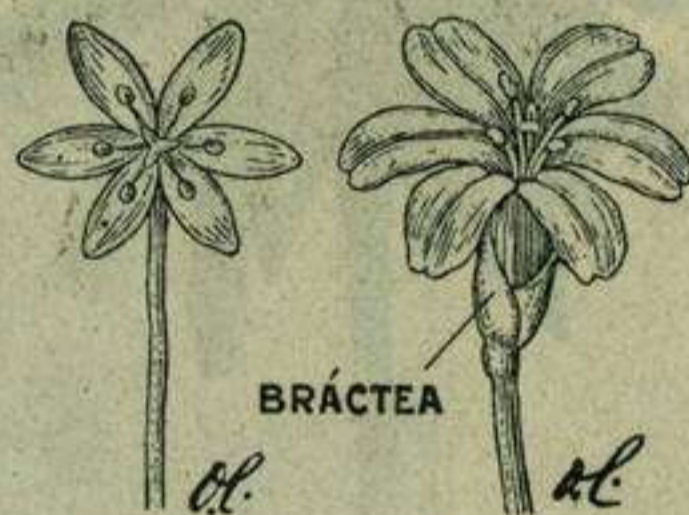


Fig. 548. Fig. 549
Dos tipos de corola liliácea.



Fig. 550.—El *Phórmium ténax* o lino de Nueva Zelanda adquiere gran desarrollo en las costas húmedas y templadas del N. y NO. de España. (Fotografía O. Cendrero).

principalmente para hacer cuerdas. De las hojas de los áloes (*Aloë socco-*

trina, etc.) (fig. 551) se extrae el purgante denominado acíbar. A esta familia corresponden un gran número de especies culti-



Fig. 551.—Aloë.

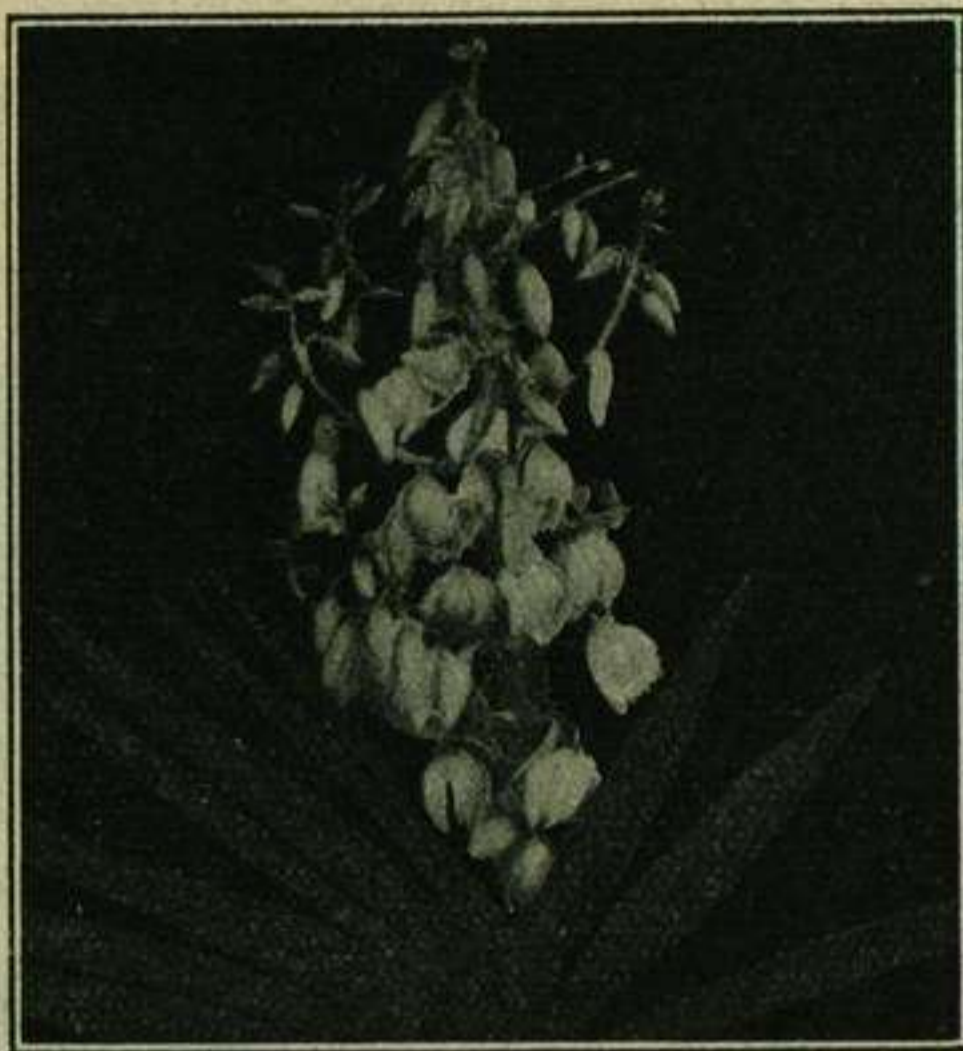


Fig. 552.—Inflorescencia de *Yucca elephantipes*. (Fotografía O. Cendrero).

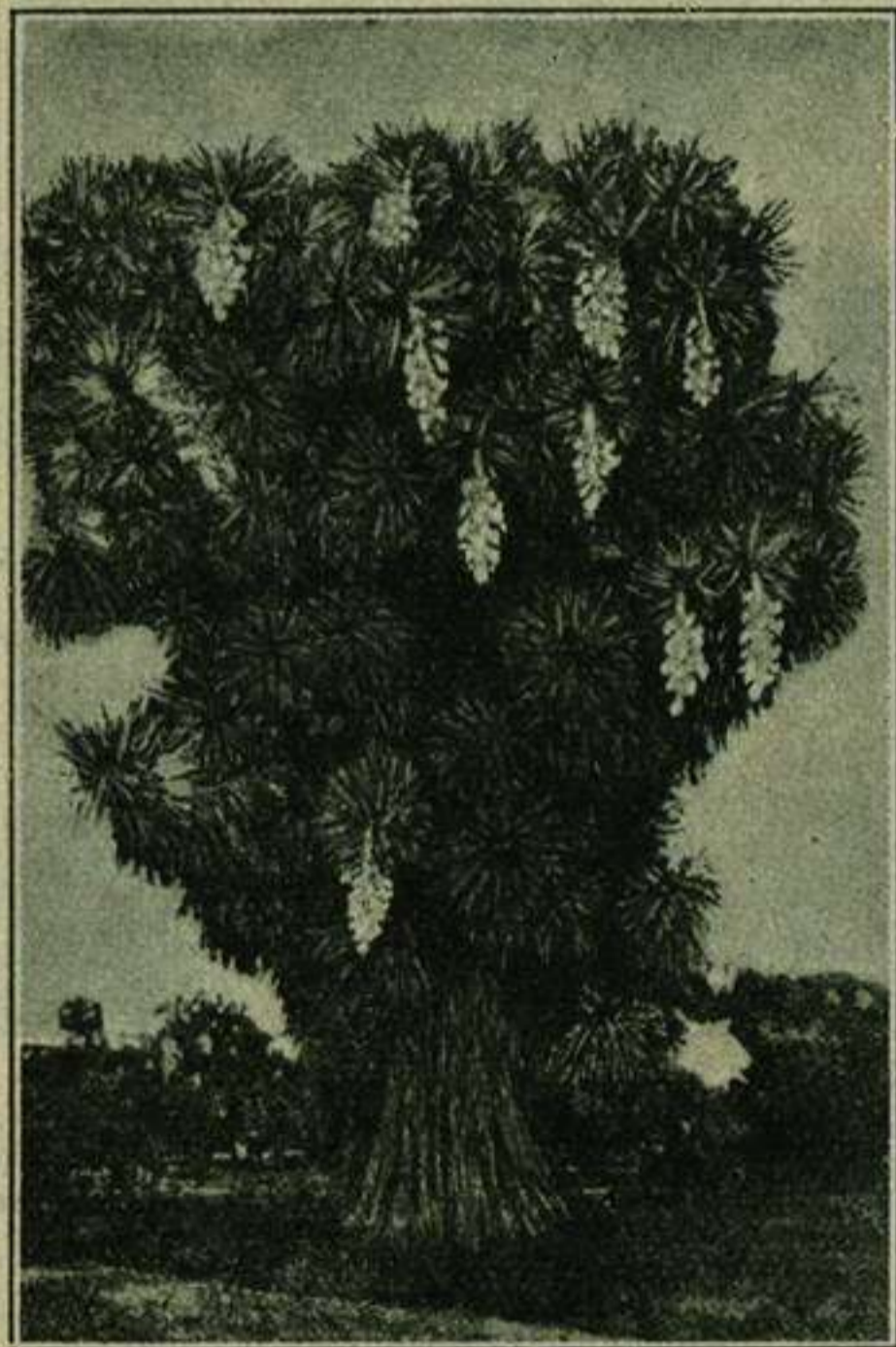


Fig. 553.—Hermoso ejemplar de *Yucca filifera* del Jardín Botánico de Valencia: tiene 10 m. de altura y 7 de circunferencia. (Fotografía comunicada por el profesor Dr. Francisco Beltrán).

vadas por sus flores, como la azucena (*Lilium cándium*), el tulipán (*Túlipa Gesneriána*), el jacinto (*Hyacinthus orientális*), el ytavo o izote, nombres que se dan a diversas especies de *Yucca* (figuras 552 y 553); etc. 5

SUBCLASE INFEROVARIEAS

Amarilidáceas.—La fórmula general de las plantas de esta familia es $[(3 S + 3 P + 6 E + (3 C^e))]$: 1 estilo. Fruto ordinariamente cápsula loculicida. Especies: el narciso trompón (*Narcissus pseudo-Narcissus*), que es indígena y muy común en casi toda España: la impropriadamente llamada flor de lis (*Amarillys formosissima*), oriunda del América del Sur, y, por último, la pita, maguey o cabuya (*Agáve americana*) (figuras 554 á 556) originaria de América y que se cultiva mucho en España co-

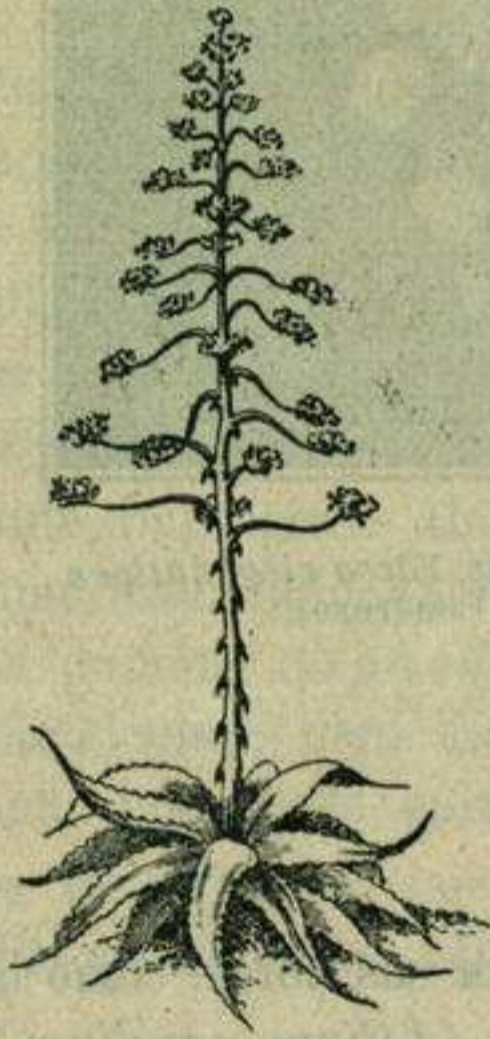


Fig. 554.—Planta completa de pita o maguey (*Agáve americana*).

mo ornamental, habiéndose aclimatado tan bien que crece subespontánea en muchas regiones, sobre todo al S. y E., donde se utiliza para formar setos vivos por sus hojas grandes y con dientes punzantes (fig. 555). En Méjico, donde son muy abundantes y grandes, se recoge el líquido azucara-

do que sale cuando se corta o hace una incisión en la yema terminal, y dejándolo fermentar se obtiene la bebida alcohólica llamada *pulque*. La planta florece y fructifica al cabo de diez o más años, muriendo poco después: dichas flores nacen sobre un astil o bohordo (pág. 95: en Méjico le llaman



Fig. 555.—En toda la región andaluza, muchos setos vivos están formados por pitas y chumberas: el que reproduce la figura es uno de Granada. (De la col. Román Fernández, comunicada por el profesor Dr. Juan L. Díez-Tortosa).

quiote, del mejicano *quiottl*, tallo) de seis a ocho metros de altura (*figuras 554 y 556*), el cual sirve, así como las hojas, para sacar tablitas o láminas que se dejan penetrar fácilmente por los alfileres, por cuya razón se usan en los gabinetes de Historia Natural para clavar insectos. Las fibras de las hojas son textiles; pero hay variedades de maguey que se cultivan especialmente para obtener sus fibras textiles, con las que se fabrican cuerdas, etc.: tal ocurre con el *henequén* y el *zapupe*: este último es, en realidad, una especie distinta (*Agave Dervyanana*).

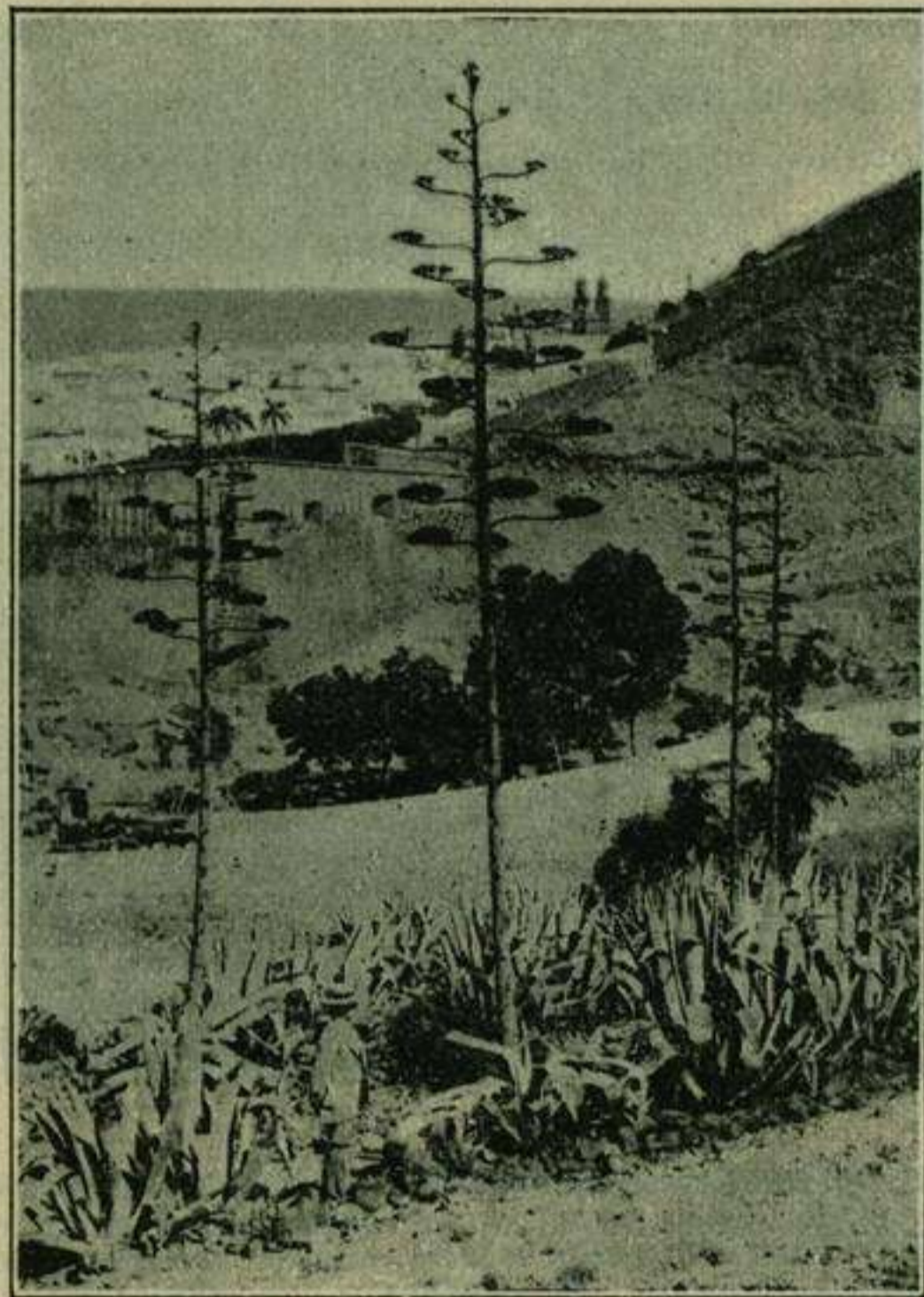


Fig. 556.—Las Palmas (Canarias). En primer término pitas (*Agave americana*) con sus astiles y flores: el tamaño de los astiles puede apreciarse por comparación con el hombre situado en la parte inferior izquierda. (Fot. com. por el prof. J. Gómez de Llarena).

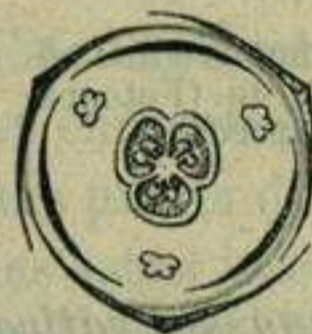


Fig. 557.—Diagrama de una Iridácea.



Fig. 559. *Gladiolus*.

Iridáceas.—Plantas herbáceas con rizoma (*Iris*) o tubérculo que parece un bulbo (*Crocus*, *figuras 211 y 560*). Flores hermafroditas, cuya fórmula es $[(3 S + 3 P + 3 E + (3 C^e))]$ (*figura 557*): 3 estilos. Fruto *caja* loculicida.



Fig. 558.—*Iris germanica* o lirio común.

Las especies principales son: el lirio común (*Íris germanica*) (*fig. 558*), con los tres estigmas petaloideos. Del *rizoma* del lirio de Florencia (*I. Florentina*) (impropiamente llamado *ratz* de lirio), se extrae por destilación una esencia que tiene perfume análogo al de la violeta. Las flores de estas dos especies son las que figuran en el escudo de armas de los antiguos reyes con el nombre de *flor de lis*, que, por lo tanto, no debía darse al *Amaryllis*. La espadilla o cresta de gallo (*Gladío-*

tanto, no debía darse al *Amaryllis*. La espadilla o cresta de gallo (*Gladío-*

lus) (fig. 559) es común en España. El azafrán (*Crócus sativus*) (figs. 211 y 560), originario de Oriente, se cultiva en varias regiones de España (figura 561) para recoger sus largos estigmas rojos, utilizados: por poseer una materia colorante amarilla, como condimento y en medicina.



Fig. 560.—Planta completa de *Crócus sativus* o azafrán. (Fotografía O. Cendrero).



Fig. 561.—Recogiendo flores de azafrán en la provincia de Cuenca. El cultivo del azafrán, que es bastante remunerador, puede hacerse en todas las regiones de España.

da es la *Ananássa sativa* (figuras 562 y 563), que produce el fruto comestible tan estimado llamado piña de América (figs. 488 y 564); es originaria de América tropical, pero ya se halla cultivada en los países cálidos de todo el globo. Existen algunas Bromeliáceas epifitas (pág. 84 y figura 165).

Musáceas.—Corresponde a esta familia el plátano o bananero (figuras 565 y 566) (*Musa paradisiaca* y *M. Sapiéntum*), árboles de tres a ocho metros, cuyas bayas alargadas o *plátanos* nacen en grandes racimos (fig. 567) y son comestibles y muy estimadas: son oriundos del antiguo continente, pero se desarrollan muy bien en América. Las fibras textiles denominadas de *abacá* se obtienen de la *Musa textilis*, de Filipinas.



Fig. 562.—Planta completa de *Ananássa sativa* o piña de América.

Hidrocaridáceas.—La especie más interesante es la *Vallisneria spirá-*

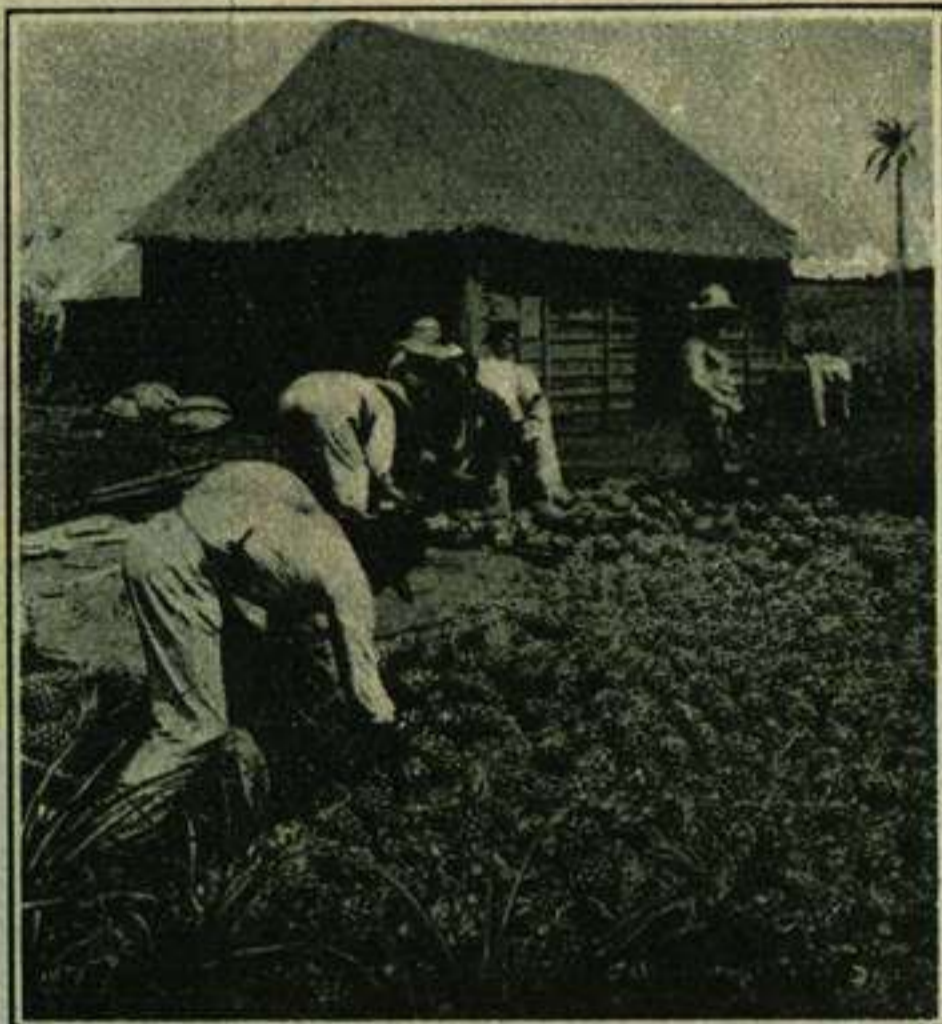
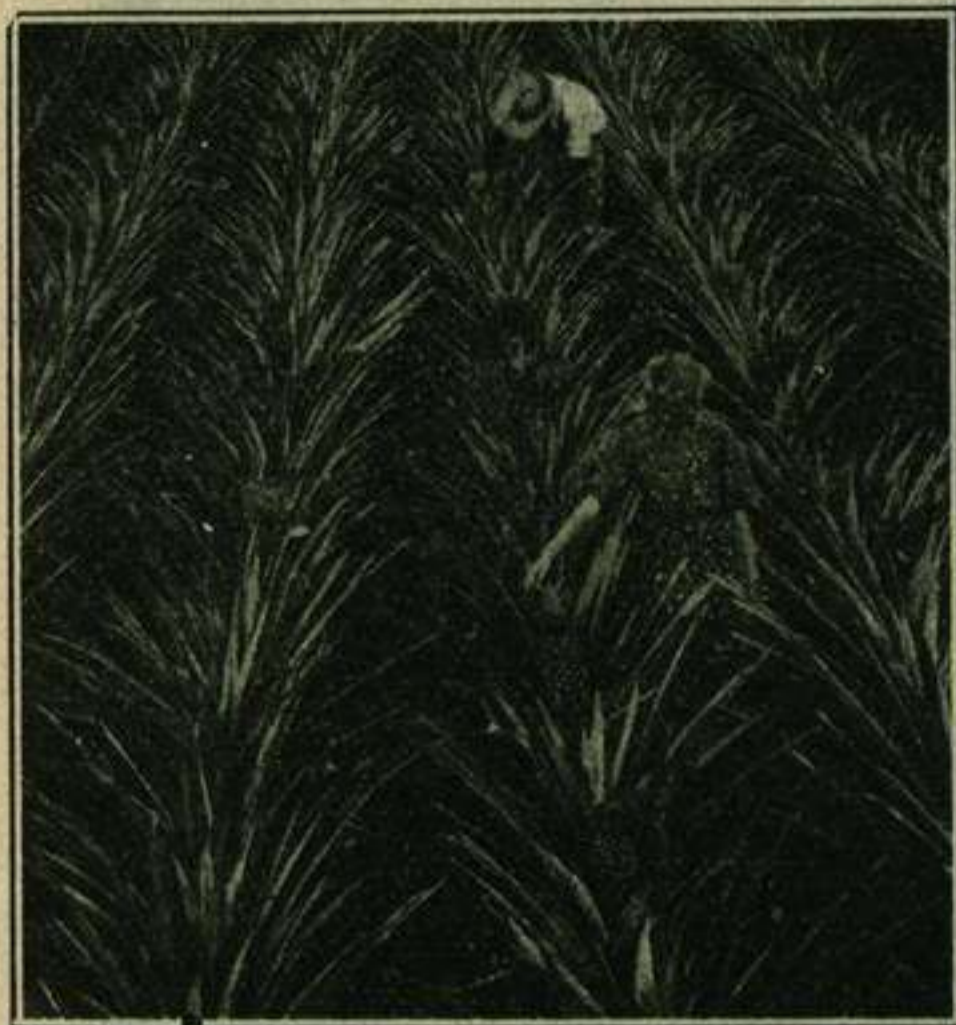


Fig. 563.—Una plantación de piñas de América en Cuba. (Fotografía comunicada por el ingeniero Manuel Diaz de Villegas).

Fig. 564.—Escogiendo piñas de América en Cuba. (Fotografía comunicada por el ingeniero Manuel Diaz de Villegas).

lis, planta acuática abundante en África, India, Estados Unidos, etc., y que



Fig. 565.—Planta completa de *Musa sapientum* o plátano.

en España se encuentra en el Guadalquivir. Es una planta dioica cuyas flores femeninas están insertas en el extremo de un largo pedúnculo helicoidal que permite salir la flor fuera del agua (fig. 568, 1): las flores masculinas (2) están sumergidas y en la madurez se desprenden de la planta y se abren al llegar a la superficie del agua, ésta las transporta hasta que tocan a una flor femenina, en cuyo momento sale el polen de los estambres y va a parar a los estigmas de la flor femenina: cuando el polen cae al agua, es también transportado por ésta hasta las flores femeninas. En cualquiera de los dos casos, en cuanto dichas flores femeninas son fecundadas, enrollan el pedúnculo y se sumergen.

Orquidáceas.—También se llaman *Orquideas*. Son plantas terrestres o epifitas: las primeras poseen raíces

gruesas que se fusionan originando una especie de tubérculo (*figura 178*), en forma de bulbo o digitado, cargado de sustancias nutritivas, que sirven para alimentar a la planta que se origina a sus expensas al año siguiente. Las flores son hermafroditas e irregulares y son notables por varias particularidades, entre otras la de sufrir su pedúnculo, y a veces también el ovario, una torsión de 180° o de 360° (*fig. 569*): tienen *tres sépalos* coloreados y ordinariamente

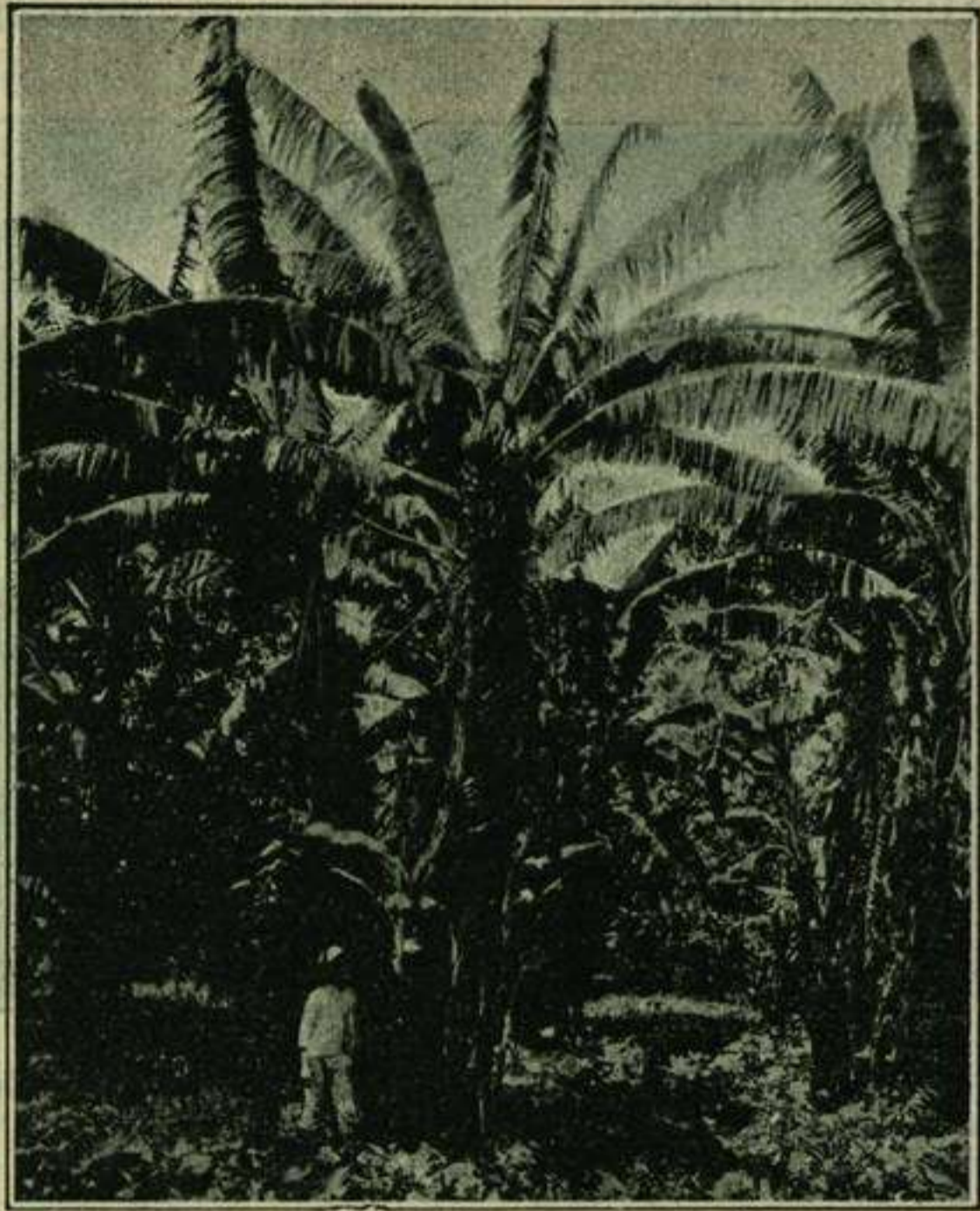


Fig. 566. — Una plantación de bananeros (*Musa paradisiaca*) en Cuba. (Fot. com. por el ingeniero Manuel Díaz de Villegas).

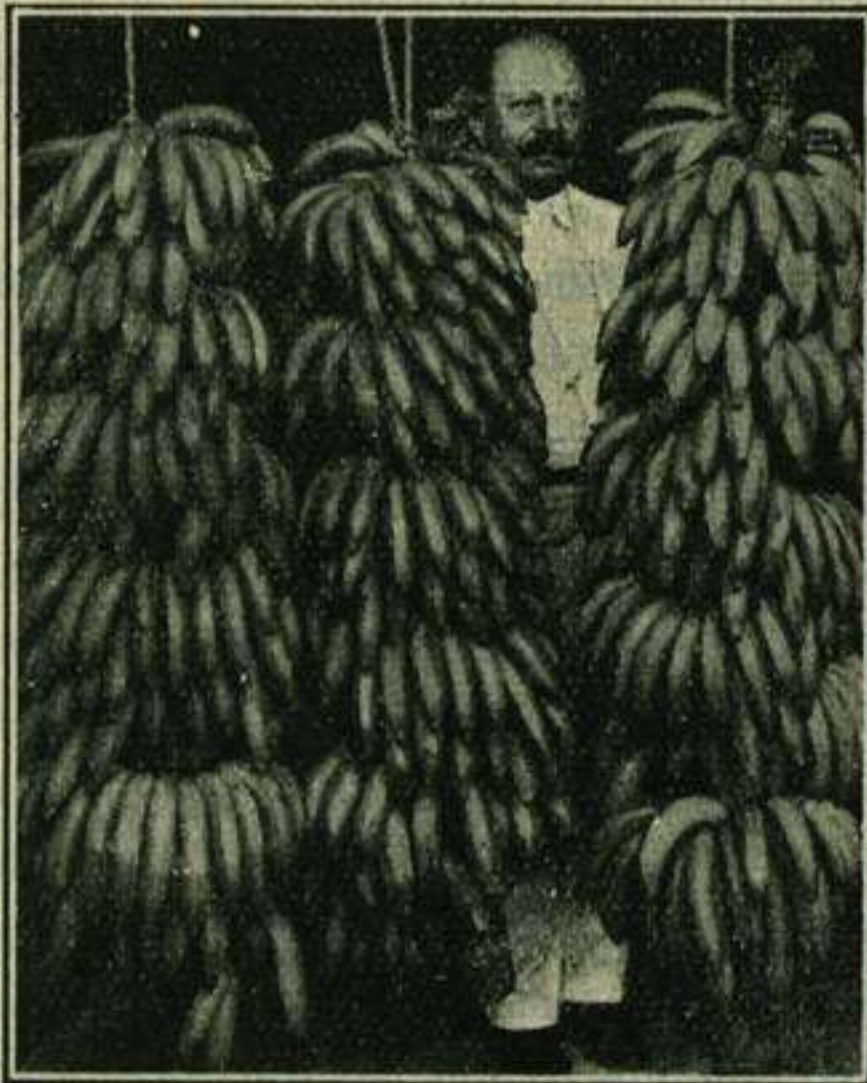


Fig. 567.—Grandes racimos (llamados huacales en algunas naciones de América) de plátanos de la República de Ecuador. (Fot. com. por el prof. ecuatoriano Dr. Reinaldo N. Piedra).

iguales; *tres pétalos*, de los cuales los dos laterales son frecuentemente de la forma y color de los sépalos, pero el pétalo medio se diferencia mucho de ellos, recibiendo el nombre de *labelo* y el limbo *tablero*: este pétalo tiene dibujos y vivas coloraciones, que semejan la de los insectos que las visitan e intervienen como factores esenciales en la polinización, ya que la fecundación no podría verificarse sin su concurso por hallarse los granos de polen encerrados en saquitos denominados *polinias* (pág. 171), que adhiriéndose al insecto son así transportados a otra flor: 3 E, de los

que sólo es fértil uno, y los otros dos estaminodios; dichos estambres están

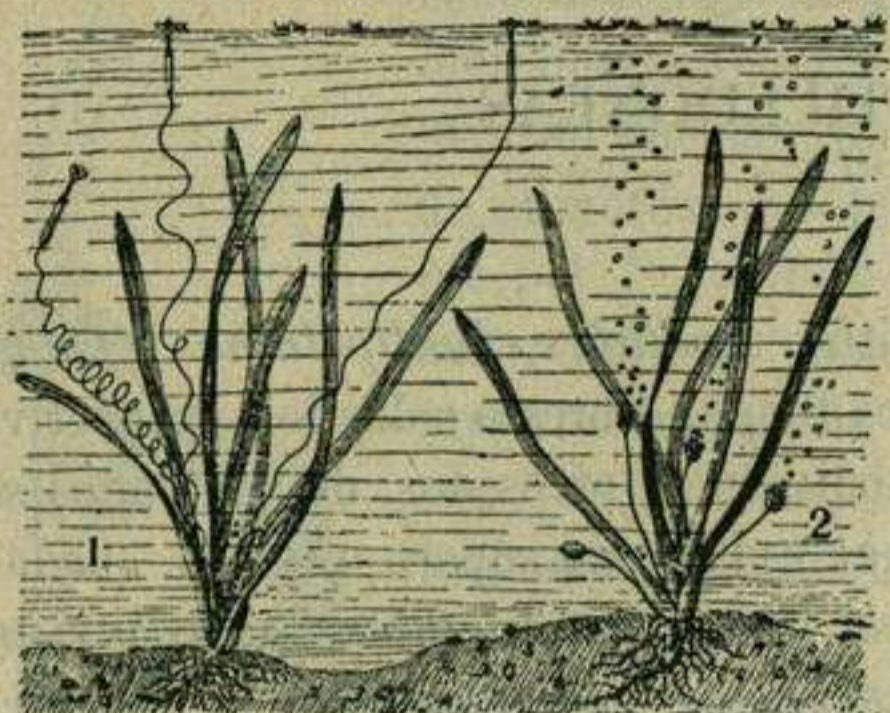


Fig. 568.—Planta femenina (1) y masculina (2) de *Vallisneria spiralis*.

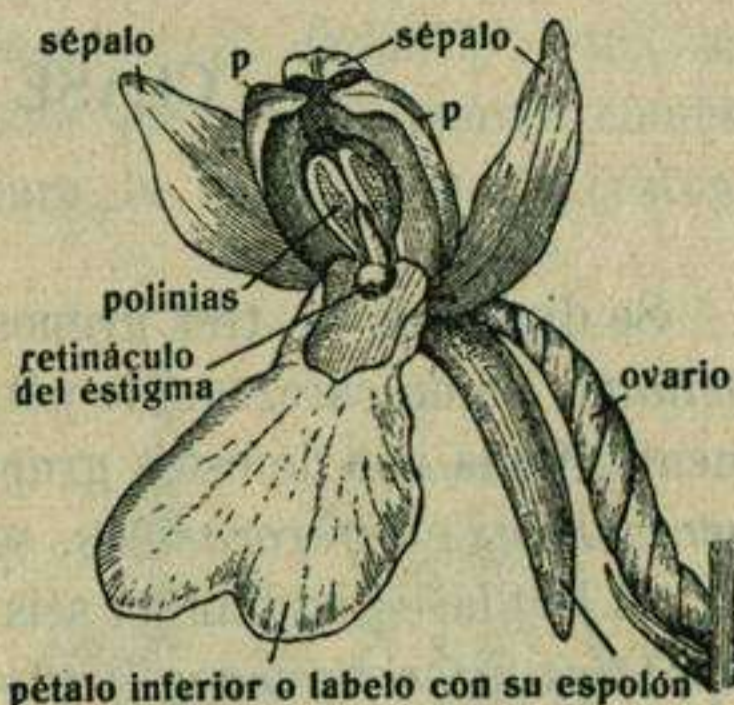


Fig. 569.—Flor de una Orquídea; p, pétalos superiores.

soldados entre sí y con el estilo: (3 C^a), formando un ovario unilocular. Fruto cápsula.

Principales especies indígenas: *Órchis máscula*, *Órchis mório*; flor de la



Fig. 570.—Flor de *Ophrys apifera*. (De «El Paraíso de las Orquídeas», por el profesor Dr. V. Martínez Gámez).



Fig. 571.—Flor de *Ophrys Arachnites*. (De «El Paraíso de las Orquídeas», por el Dr. V. Martínez Gámez).



Fig. 572.—*Ophrys muscifera*. Fig. 573.—Rama de vainilla con flor y frutos.

abeja (*Óphrys apifera*) (fig. 570); *Óphrys Arachnites* (fig. 571); *O. muscifera* (fig. 572); etc. Especies exóticas: la vainilla (*Vainilla planifolia* y *V. aromática*), plantas americanas epifitas cuyas largas cápsulas (fig. 573) constituyen la vainilla; además numerosas especies cultivadas por la belleza de sus flores, que son las más apreciadas y caras.

Lee 39 (15)

CLASE DICOTILEDÓNEAS

72

Se divide en los tres grupos siguientes: *Apétalas*, *Dialipétalas* y *Gamopétalas*, según carezcan de pétalos o los tengan libres o soldados, respectivamente. Cada uno de estos grupos se subdivide en otros dos, denominados *superovarieas* e *inferovarieas*, según tengan el ovario súpero o ínfero, quedando así la Clase dividida en seis *subclases* llamadas: *Apétalas superovarieas*, ⁹ *Apétalas inferovarieas*; *Dialipétalas superovarieas*, *Dialipétalas inferovarieas*; *Gamopétalas superovarieas* y *Gamopétalas inferovarieas*. De todas ellas se estudiarán las principales familias.

SUBCLASE APÉTALAS SUPEROVARIEAS

9

Salicáceas.—Comprende árboles, arbustos o matas de *flores unisexuales dioicas* insertas en la axila de una *bráctea* (fig. 574) y reunidas en *amentos*



Fig. 574.—Flores unisexuales desnudas de *Salix*: 1, femenina. 2, masculina.



Fig. 575.—Amento femenino de sauce.



Fig. 576.—Amento masculino de idem.

Como ambos amentos nacen en dos plantas distintas, el sauce es vegetal dioico.

(figuras 575 á 577). $F \text{ } \sigma = 2 \text{ E}$ (*Salix*) (figura 574) u 8 E (*Pópulus*). $F \text{ } \text{♀} = (2 \text{ C}^a)$ en ovario de una cavidad. Fruto *cápsula*. Semillas provistas de pelos (figura 493).

Sus especies son muy conocidas, como el chopo o álamo negro (*Pópulus nigra*), el blanco (*P. álba*), el temblón (*P. trémula*), el carolino o de la Carolina, de grandes hojas (*P. anguláta*), etc.; la madera de todos, pero en

particular la del último, se aprecia mucho para fabricar pasta de papel: el sauce blanco o salguera (*Salix álba*); la mimbrera, también llamada sauce y bardaguera (*S. frágilis*), etc., se utilizan por sus ramas jóvenes que, con el nombre común de mimbres, se emplean para la fabricación de cestos, etc.; el *S. Babilónica*, llamado desmayo o sauce llorón por sus ramas largas y colgantes, es originario de Oriente y se cultiva como ornamental; etc.



Fig. 577.—Amento masculino de un chopo.

Platanáceas y

Piperáceas. — A la primera corresponde el plátano de sombra o plátano oriental (*Plátanus orientális*), que alcanza de 30 á 40 metros de altura y

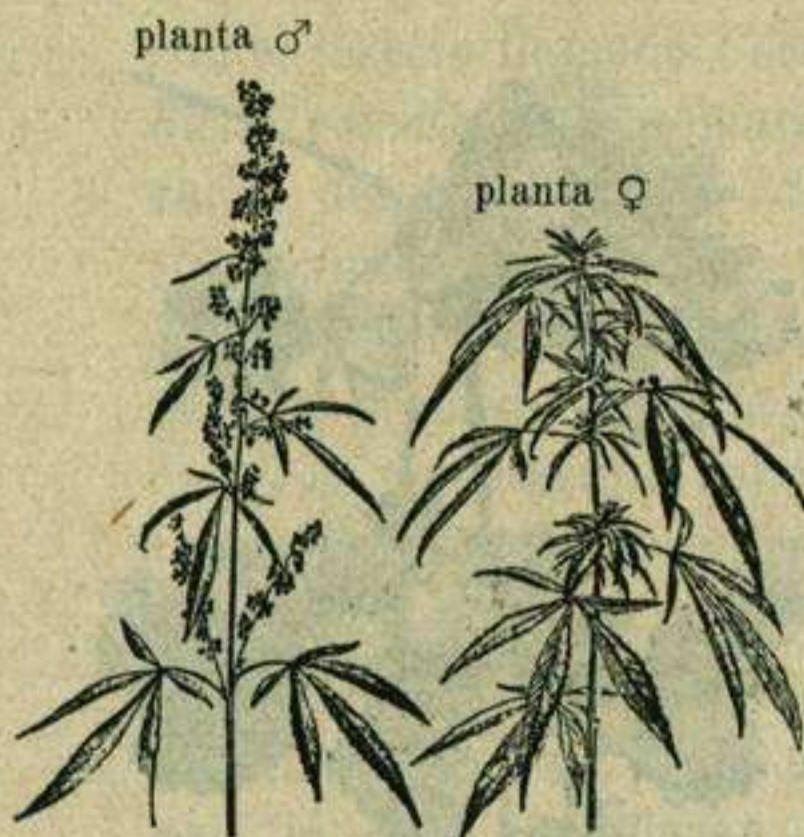


Fig. 578.—Terminación de dos plantas de *Cannabis sativa* o cáñamo.



Fig. 579.—Plantación de lúpulo (*Húmulus Lúpulus*) de dos años en la Granja Agrícola de La Coruña. (Fotografía com. por el ingeniero Andrés Corral).

se encuentra cultivado en nuestros paseos y jardines. A la segunda el pimentero (*Piper nigrum*), de la India, cuyo fruto es una baya que constituye la *pimienta negra* (fig. 496) cuando no estando madura se deja desecar con su pericarpio, y la *pimienta blanca* cuando está madura y desembarazada del pericarpio.

Ulmáceas.—Árboles con hojas algo asimétricas en su base. Flores ♀ con (5 S) + 5E + C^c. Fruto sámara (vulgarmente *revolanderas* y *pan y quesillo*) (figura 466), que aparece antes que las hojas.

La especie más corriente es el *Ulmus campéstris*, llama-

mado olmo, álamo negro y negrillo. Su madera, muy dura y compacta, se utiliza mucho en carretería.

Urticáceas.—Plantas herbáceas con *flores unisexuales monoicas* de $F \text{ ♂} = 4 S + 4 E$; $F \text{ ♀} = 4 S + C^c$. *Fruto* aquenio. Especies principales: las ortigas (*Urtica úrens*, etc.); el ramio (*Boehmeria nivea*), originario de China y cultivado por ser textil; etc.

Cannabináceas.—Plantas herbáceas con *flores unisexuales dioicas* de $F \text{ ♂} = 5 S + 5 E$; $F \text{ ♀} = (5 S) + C^c$. *Fruto* aquenio.

Especies principales: el cáñamo (*Cannabis sativa*) (*fig. 578*), originario de Asia Central y cultivado principalmente por ser textil; sus frutos, llamados *cañamones*, sirven para obtener aceite destinado a la fabricación de jabón, etc. Las inflorescencias femeninas de esta especie y del *C. indica*, constituyen el *haschich* o *haxix* que fuman los orientales como el opio o el tabaco y que determina a la larga el embrutecimiento y la locura. El lúpulo (*Humulus Lúpulus*) es una planta de tallo voluble

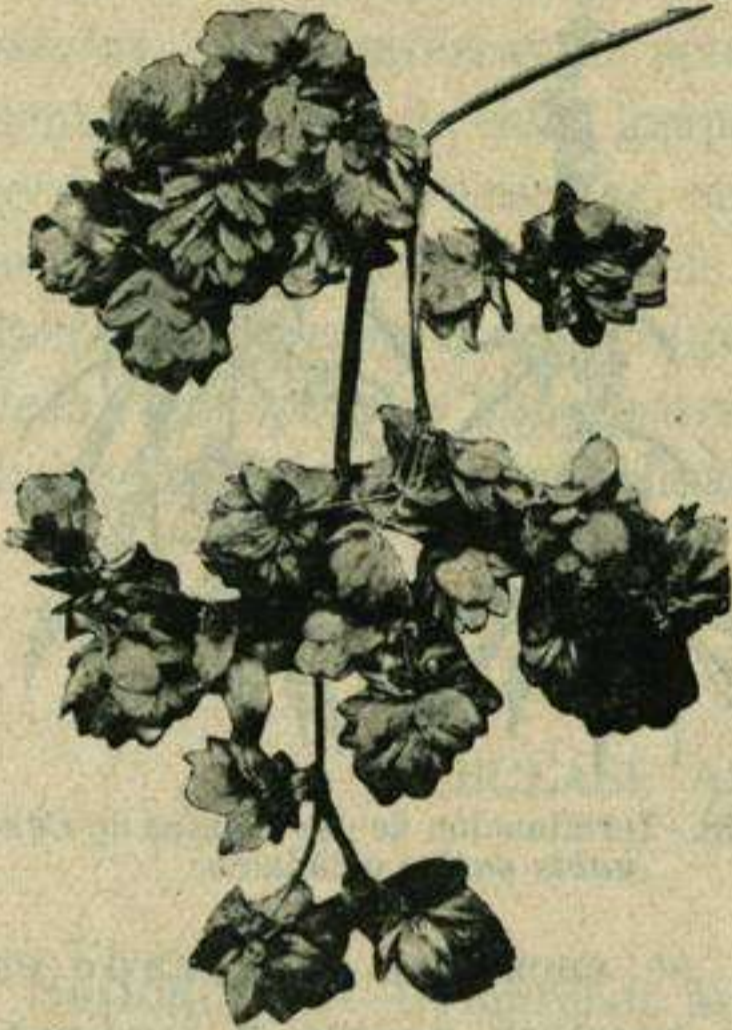


Fig. 580.—Racimo de pseudoestróbilos ♀ de lúpulo: Granja Agrícola de La Coruña. (Fotografía comunicada por el ingeniero Andrés Corral).



Fig. 581.—Sorosis de *Morus nigra* o moral.

(*figs. 191 y 579*), que alcanza tres y más metros de longitud: las flores femeninas están en la axila de grandes brácteas reunidas a su vez formando un pseudoestróbilo (*fig. 580*), que es el que se utiliza para dar sabor amargo a la cerveza.

Moráceas.—Árboles *con látex*; flores generalmente *unisexuales monoicas* (*Morus*) de $F \text{ ♂} = 4 S + 4 E$; $F \text{ ♀} = 4 S + C^c$. *Fruto*, sorosis. Comprende, el moral (*Morus nigra*), cuyos frutos o moras de árbol (*fig. 581*) son comestibles; la morera (*Morus álba*) tiene frutos también comestibles, pero se utiliza preferentemente por sus hojas, que sirven para la alimentación del gusano de la seda.

Artocarpáceas.—Arbustos o árboles *con látex* abundante. *Fruto* en sincarpio (árbol del pan, *fig. 582*) o sicono (higuera, *fig. 583*). Las principales especies son: la higuera (*Ficus cá-*



Fig. 582.—Sincarpio del *Artocarpus incisa* o árbol del pan.



Fig. 583.—Sicono de *Ficus carica* o higuera.

rica), cuyos frutos, llamados brevas (primavera) e higos (otoño), son co-

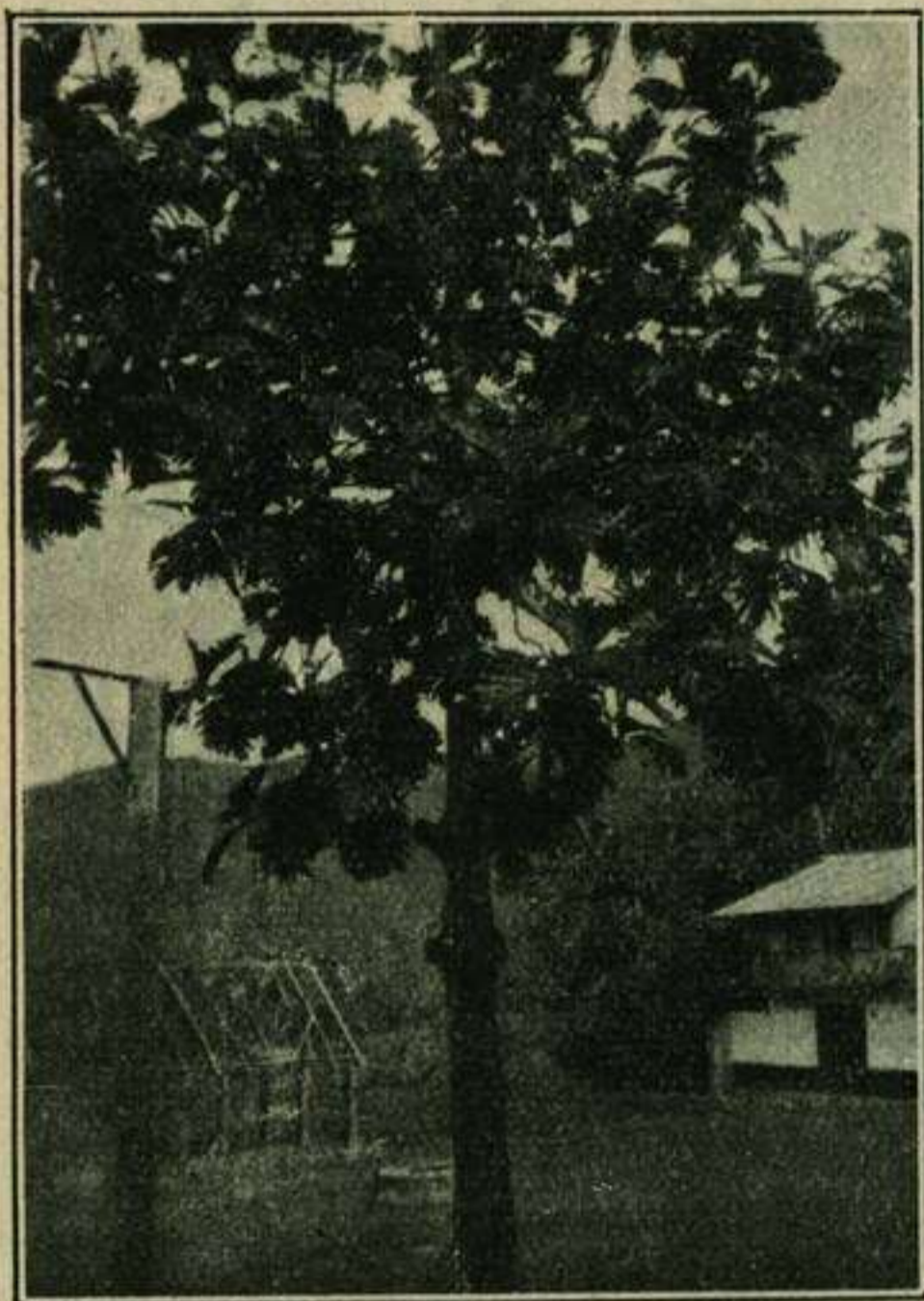


Fig. 584.—Ejemplar de árbol del pan (*Artocarpus incisa*) cultivado en la república de Perú. (Fotografía com. por el P. M. Navarro O. F. M.)

mestibles: del látex del *Ficus elástica*, de Sumatra, y de otras especies, se obtiene el caucho; el del *Ficus indica*, etcétera, mezclado con el insecto llamado *Coccus lácca*, constituye la goma laca; el del árbol de la vaca (*Galactodéndron útil*), de América del Sur, tiene el aspecto y propiedades de la leche. Los receptáculos del árbol del pan (*Artocarpus incisa*), de las islas de la Sonda, son comestibles y tienen próximamente el sabor del pan, al cual reemplazan en aquellos países cálidos donde se cultiva con dicho objeto (figuras 584 á 586).



Fig. 585.—Frutos de *Artocarpus incisa*. Compárese su tamaño con el de la cabeza del niño que sostiene las hojas. (Fot. comunicada por el P. M. Navarro O. F. M.)

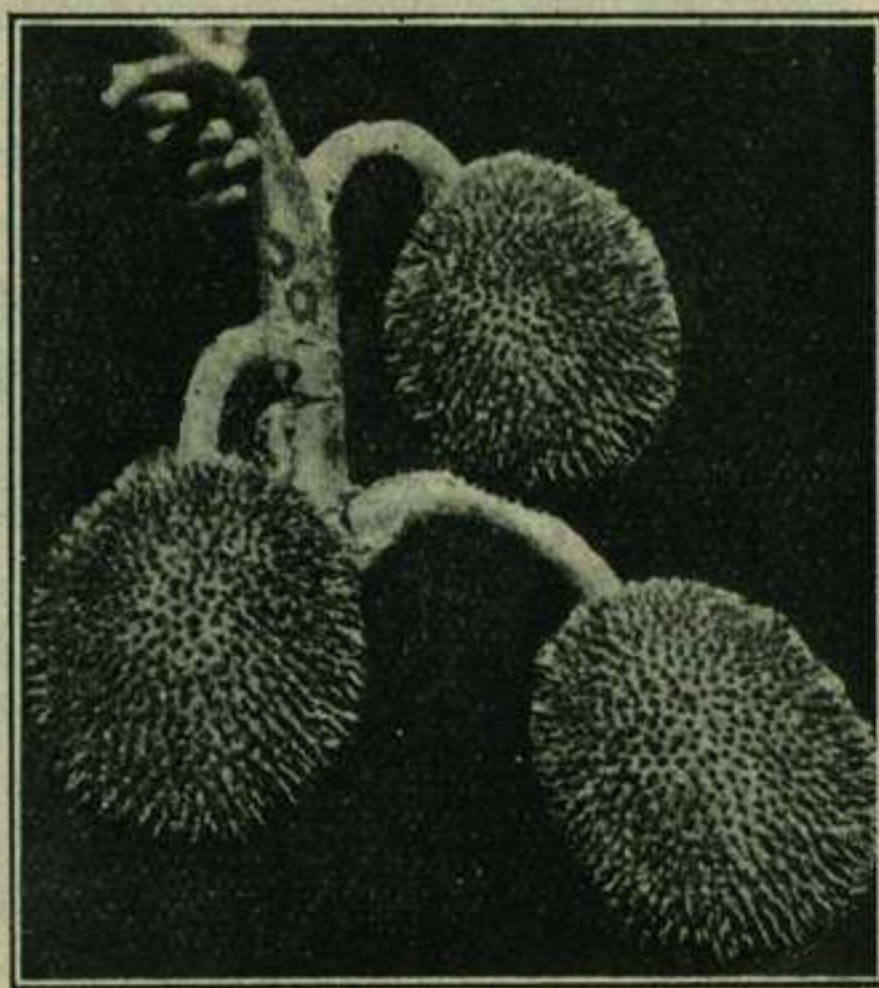


Fig. 586.—Detalle de los frutos de la fig. 585. (Fot. com. por el P. M. Navarro O. F. M.)

Quenopodiáceas.—Plantas generalmente herbáceas de flores ♂ con 5 S + 5 E + (2 C^a). Fruto aquenio.

Comprende: la espinaca (*Spinacia oleracea*), cuyas hojas se utilizan como verdura; la acelga (*Beta vulgaris*, var. *cicla*), usada con el mismo fin; la remolacha (*Beta vulgaris*, var. *rapacea*), tan cultivada porque su gruesa raíz contiene gran cantidad de sacarosa; las semillas cocidas del *Chenopodium Quinoa*, del Perú, etc., constituyen el alimento llamado quinoa; las especies del género *Salicornia* (figura 587), etcétera, son las llamadas *plantas barrilleras*, que viven en las marismas y terrenos salinos y se utilizaron mucho para la obtención del carbonato sódico o barrilla que contienen.



Fig. 587.-*Salicornia* o planta barrillera.

SUBCLASE APÉTALAS INFEROVARIEAS

5

Lorantáceas.—La especie más conocida es el muérdago, vesque o visco cuercino (*Viscum album*) (figs. 182 y 588), que es una planta hemiparásita



Fig. 588.—*Viscum album*.

(pág. 88) y provista de clorofila; vive sobre varios árboles, preferentemente sobre manzanos (figura 589), perales, castaños, etc.: de sus frutos

se obtiene liga para cazar pájaros.

Betuláceas.—Encierra árboles tan útiles como el abedul o aliso blanco (*Betula verrucosa*), cuya corteza se utiliza para preparar la piel de Rusia, y el aliso o humero (*Álnus glutinosa*), de madera muy usada.



Fig. 589.—Varios ejemplares de muérdago (*Viscum album*) parásitos sobre un manzano. (Fot. comunicada por el profesor J. Cuesta Urcelay).

Cupulíferas.—Son árboles de gran tamaño, rara vez arbustos (avella-

no), con *hojas sencillas y flores unisexuales monoicas; las masculinas en amentos de muchas flores (figs. 373 y 590) y las femeninas en amentos*

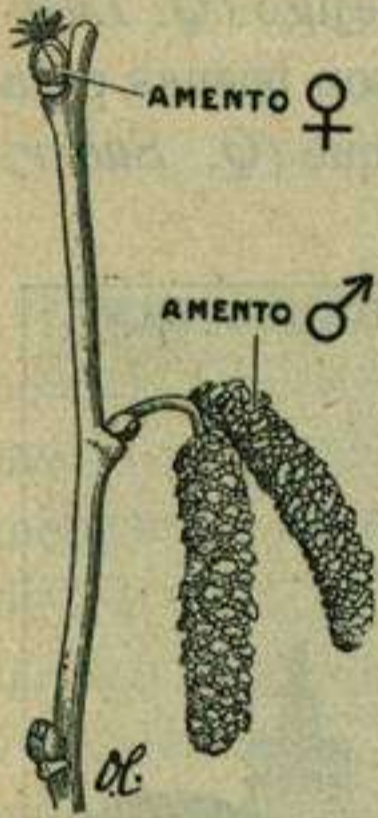


Fig. 590.—Avellano.

de pocas flores (figura 590), que en algunos casos (castaño) ocupan la base de amentos mixtos. Las flores masculinas tienen (6 S) y 6 E; a veces (avellano) carecen de S y tienen 4 E. Las flores femeninas poseen (6 S) con

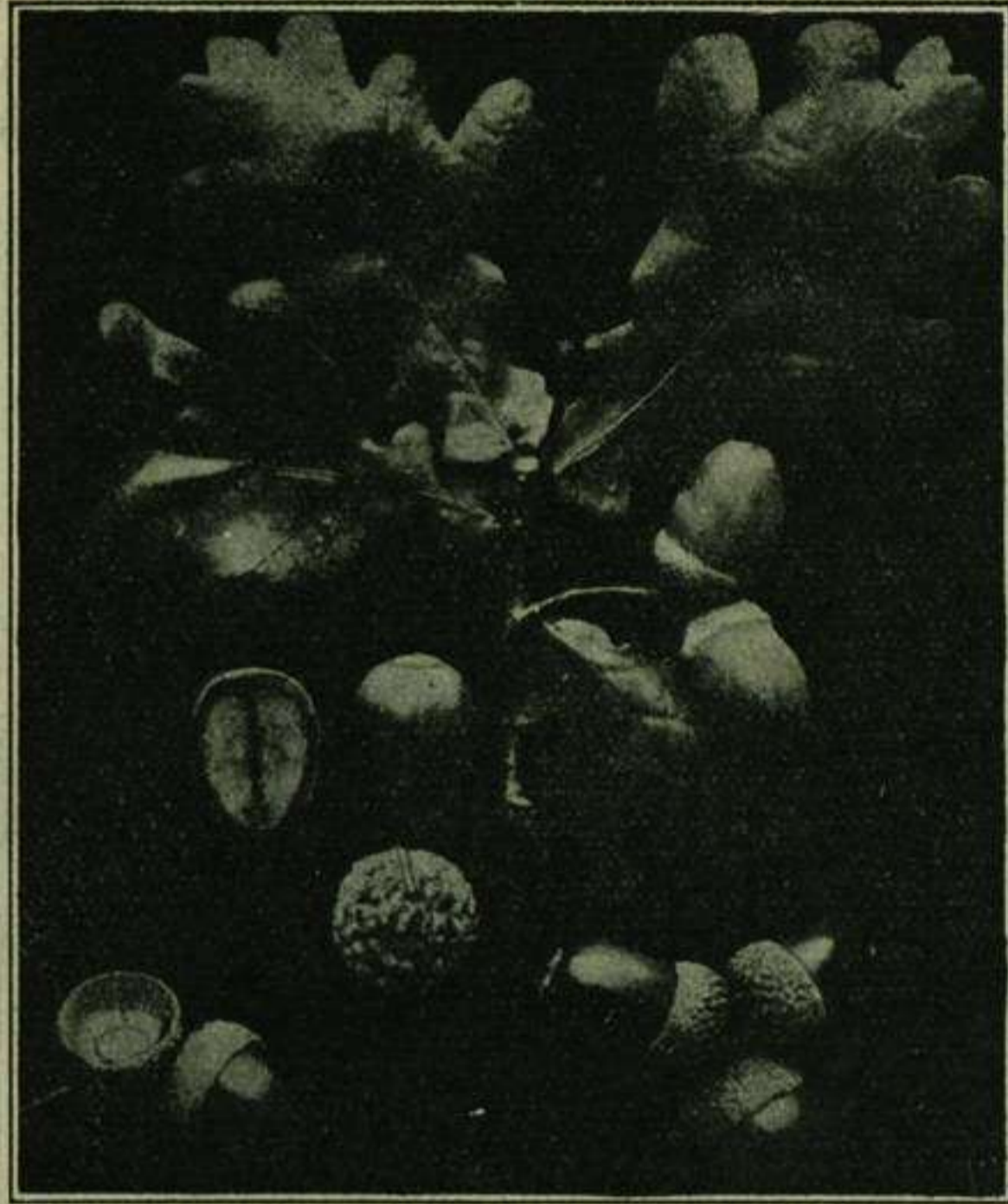


Fig. 591.—Rama y frutos de *Quercus Robur*: en el centro izquierda, fruto cortado para mostrar los cotiledones. (Fotografía O. Cendrero).



Fig. 592.—Cerdos de montanera en un encinar de la provincia de Salamanca y porquerizo vareando las encinas para tirar las bellotas; los cerdos criados con éstas son los de carne más apreciada. (Fotografía comunicada por el profesor Dr. M. Jerónimo Barroso).

el ovario y éste de 3 ó 6 carpelos cerrados y soldados; el avellano posee (4 S) + (2 C^e). Fruto en cúpula monocárpica o glande (*figuras 467 y 591*), o en cúpula policárpica o cúpula propiamente dicha (*fig. 486*).

Encierra especies muy úti-

les y conocidas que el Dr. Lázaro agrupa de la siguiente manera. *Con cúpulas monocárpicas.* Comprende el género *Quercus* con sus especies encina (*Quercus Ílex*), el roble (*Q. Róbur*) (figura 591), también llamado en Santander cajigo y que no debe confundirse con el verdadero quejigo (*Q. Lusitánica*), que es de menor tamaño; las bellotas de todos ellos son buenas para montanera (fig. 592) y su madera muy apreciada: el alcornoque (*Q. Súber*) es utilizado por sus bellotas y, sobre todo, porque de él se obtiene el corcho (figura 593): para esto, cada 8 ó 10 años, se da a su tronco un corte longitudinal y dos circulares (uno en la parte superior y otro en la inferior del tronco) que no lleguen a herir la capa felógena (página 91 y fig. 187), porque destruída ésta ya no se produce más corcho; después se arranca fácilmente éste con una barra, etc.

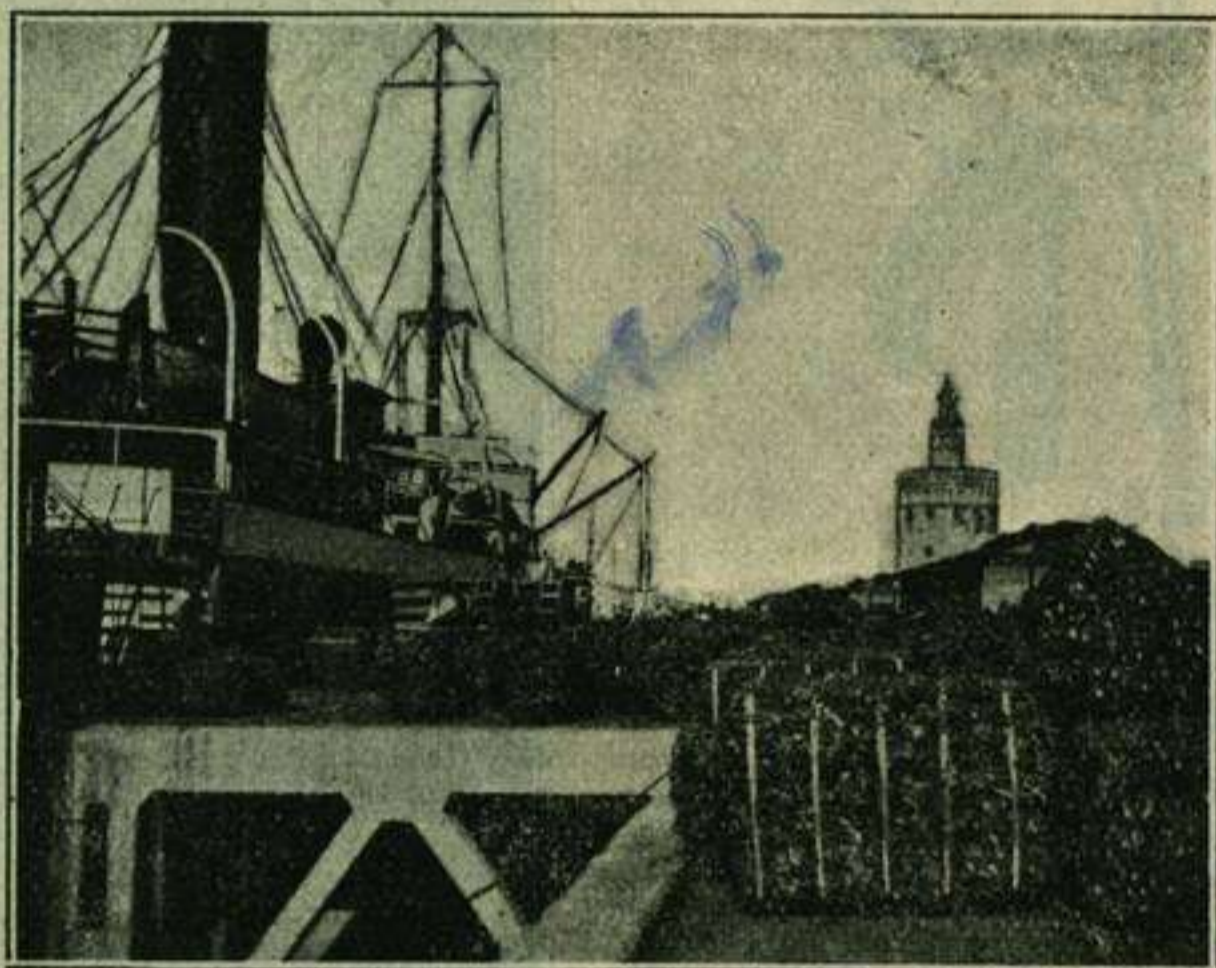


Fig. 593.—El cultivo del alcornoque es de grandes rendimientos en varias regiones españolas, entre otras Extremadura y Andalucía. La fot. representa los grandes fardos de corcho que esperan el embarque en el puerto de Sevilla; al fondo, la Torre del Oro. (Fotografía comunicada por el profesor Eduardo Albórs).

El avellano (*Corylus Avellána*) tiene sus semillas comestibles y oleaginosas.

Con cúpulas policárpicas.—Pertenece a este grupo el castaño (*Castanea vulgaris*) y el haya (*Fagus sylvática*), ambos maderables y de frutos comestibles; los del haya se llaman hayucos, fabucos, oves y ovicos, y son oleaginosos.



Fig. 594.—Amento masculino del nogal.

Yuglandáceas.—La especie principal es el nogal (*Juglans régia*), cuyas hojas son compuestas imparipinadas; flores unisexuales monoicas en amentos (fig. 594); fruto nuculanio con el mesocarpio verde y no comestible que se desprende en la madurez, endocarpio leñoso y semilla oleaginosa dividida en cuatro lóbulos. La madera es muy apreciada, las hojas antiescrofulosas y el mesocarpio tintorial y antihelmíntico.

Begoniáceas.—Comprende numerosas especies del género *Begonia*, oriundas de los climas cálidos y que en el nuestro se ha-

llan cultivadas por la vistosidad de sus hojas y de sus *sépalos coloreados*. Las *flores* son *unisexuales monoicas* y el fruto en caja. 5

Lee 40 (14)
12
SUBCLASE DIALIPÉTALAS SUPEROVARIEAS
29. (26)

Ampelidáceas.—La especie principal es la vid o parra (*Vitis vinifera*) con sus numerosas variedades, todas las cuales son arbustos trepadores por medio de *zarcillos rameales* opuestos a las hojas (*fig. 54*), y éstas son palmíneas. *Flores* hermafroditas en racimo de racimos y cáliz de 5 S, corola de 5 P verdosos, *soldados por el ápice* y que al abrirse la flor se separan por la base y caen todos juntos formando una especie de estrella: 5 E + (2 C^c). *Fruto* en baya. Conocidas son las aplicaciones de sus frutos o uvas, que son comestibles y se utilizan para la fabricación del vino; de sus frutos verdes o

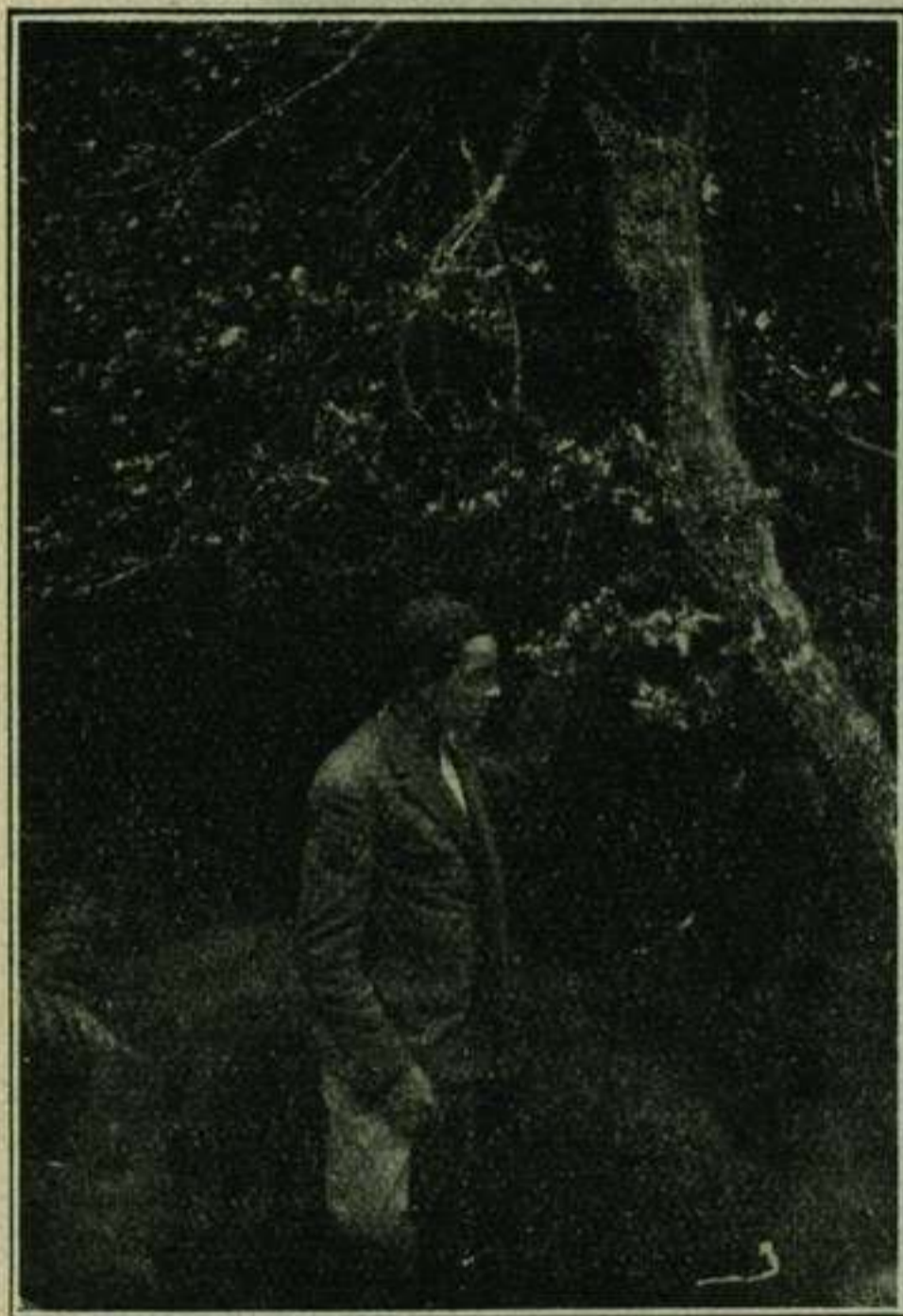


Fig. 595.—Hermoso ejemplar de acebo (*Ilex aquifolium*) de Picos de Europa. (Fot. O. Cendrero).

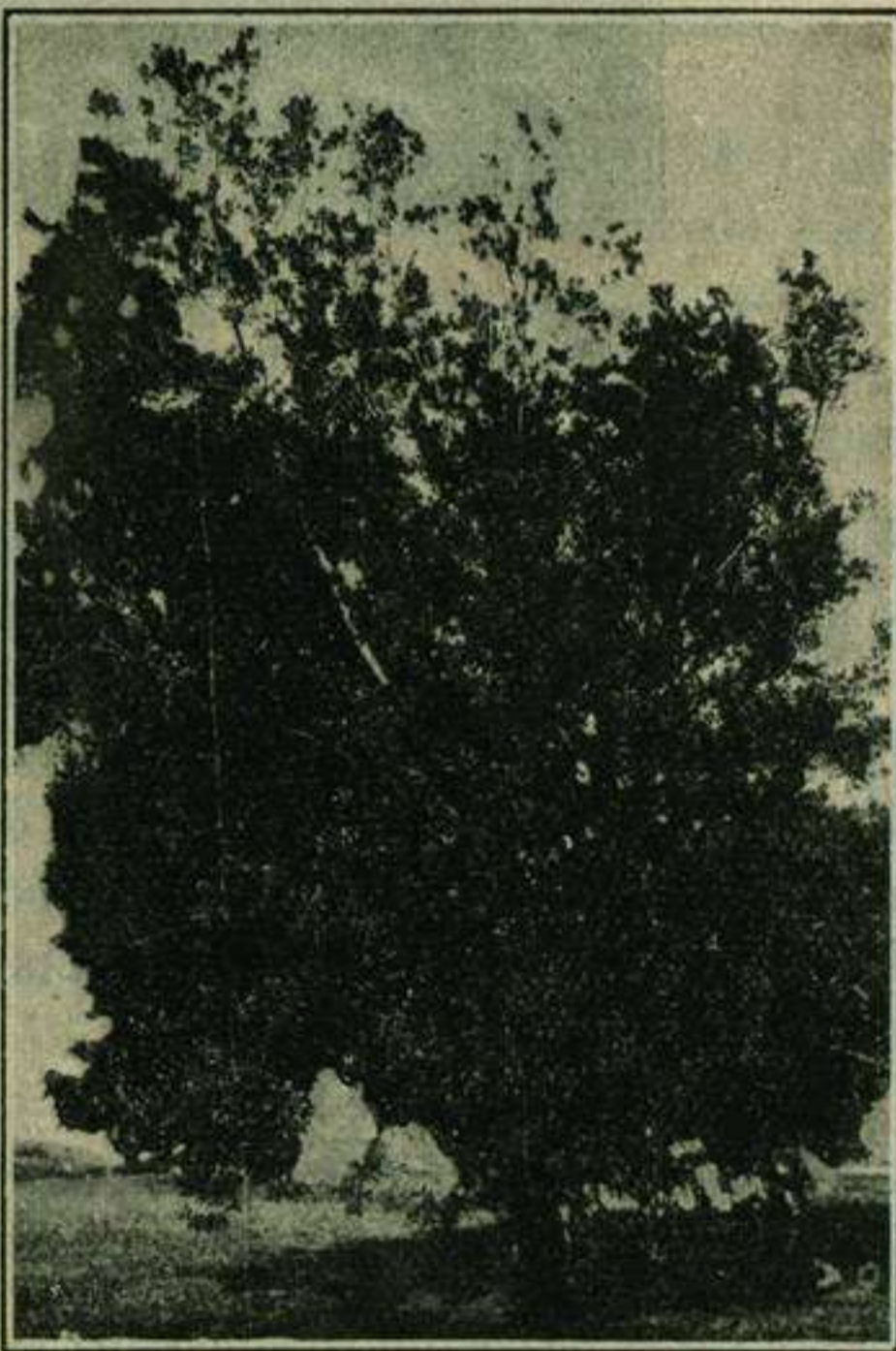


Fig. 596.—Planta joven de 7 m. de altura, de hierba-mate (*Ilex paraguayensis*) del Parque Caballero, en Asunción (Paraguay). (Fot. com. por el prof. paraguayo ingeniero Leopoldo A. Benítez).

agraces se extrae un zumo usado como refrescante y de sus frutos secos o *pasas* los llamados vinos de Málaga, etc., siendo además pectorales.

Ilicáceas.—En ella se encuentran el acebo (*Ílex Aquifólium*), arbusto, rara vez árbol (*fig. 595*), de hojas espinosas (*fig. 243*), de cuya corteza se saca liga para cazar pájaros, y el mate, hierba-mate o árbol de la hierba (*Ílex paraguayensis*), árbol del Paraguay y países próximos (*figs. 596 y 597*), cu-



Fig. 597.—Plantación de hierba-mate o *yerbal* en los alrededores de Posadas (Misiones-Argentina). (Fotografía comunicada por el profesor argentino Dr. Augusto Scala).

yas hojas contienen teína y se usan en infusión, de gusto agradable, cuyo consumo es grande en América del Sur.

Violáceas.—El género principal es el *Viola*, que comprende plantas herbáceas, cuyas flores hermafroditas constan de $5 S + 5 P + 5 E + (3 C^a)$. Uno de los *pétalos posee un espolón* donde se alojan los apéndices nectaríferos de dos estambres: la *corola* es anómala y el *fruto* en cápsula loculicida. Las especies principales son la violeta (*Viola odoráta*) y el pensamiento (*V. tricolor*).

Nepentáceas y Droseráceas.—A la primera corresponde el género *Nepénthes*, de la Malasia, notable por sus ascidias (*fig. 262*), y a la segunda, los *Drósera*, *Dionœa* y *Aldrovándia*, ya citados (páginas. 14 y 118, *figuras 7, 8 y 276*).

Euforbiáceas.—Plantas *generalmente* herbáceas y con látex. *Flores unisexuales monoicas reunidas en la misma inflorescencia*. No se puede dar una fórmula general porque las flores varían mucho de unos géneros a otros. Fruto cápsula. Comprende el género *Euphórbia*, cuyas especies son llamadas lecheruelas, lecherinas y lechetreznas, por el látex lechoso que contienen; el ricino, crémor, higuera infernal, higuera o palmacristi (*Ricinus commu-*

nis), arbusto originario de África tropical, pero que crece subespontáneo en el mediodía de España; sus semillas (*fig. 491*) son venenosas y de ellas se extrae el *aceite* purgante de su nombre, muy utilizado hoy también como lubricante

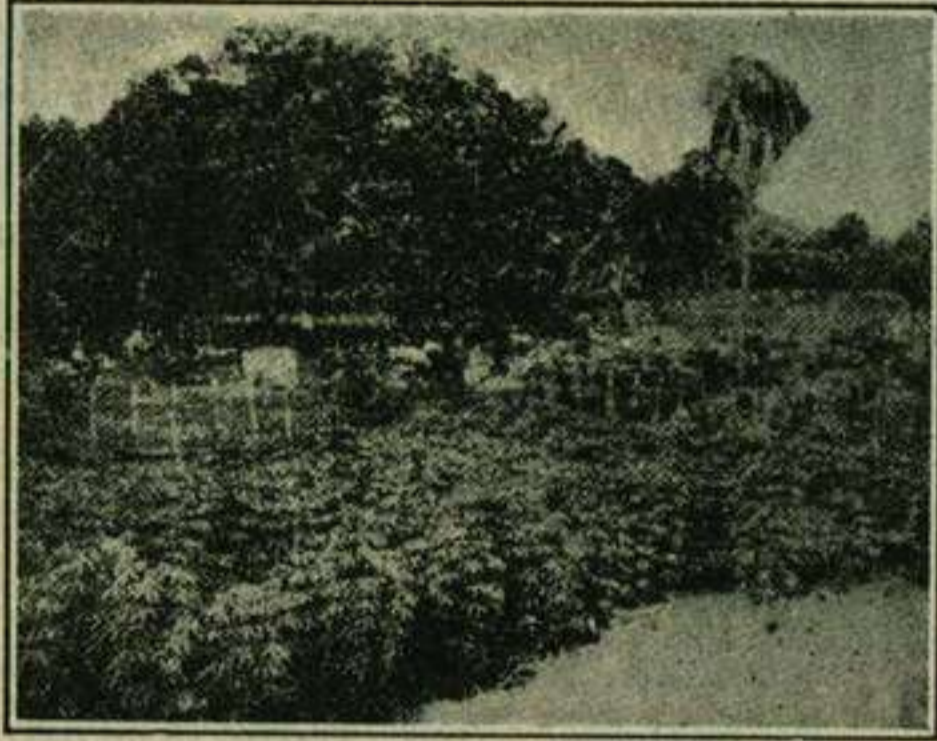


Fig. 598.—Plantación de mandioca (*Manihot utilissima*) en Ecuador. (Fotografía comunicada por el prof. ecuatoriano Dr. Clodoveo Carrión).

de los motores de los aeroplanos y dirigibles; la *Crozóphora tinctória*, de España, sirve para fabricar *tornasol*; el manioc, mandioca o yuca (*Manihot utilissima*), de América



Fig. 599.—Raíces de *Manihot utilissima*.

tropical (*fig. 590*), produce raíces adventicias tuberculosas (*fig. 599*), que

contienen gran cantidad de almidón mezclado a una sustancia venenosa que desaparece por el calor; dicho almidón, preparado en forma especial, constituye la *tapioca*. La *Hevéa brasilensis* es un árbol de las regiones montañosas del Brasil y países vecinos, del cual se extrae casi todo el caucho del comercio (*figura 600*). Finalmente, el manzanillo, de América (*Hippómane Mancenilla*), tiene látex y frutos venenosos, pero no es exacto que su sombra sea perjudicial.

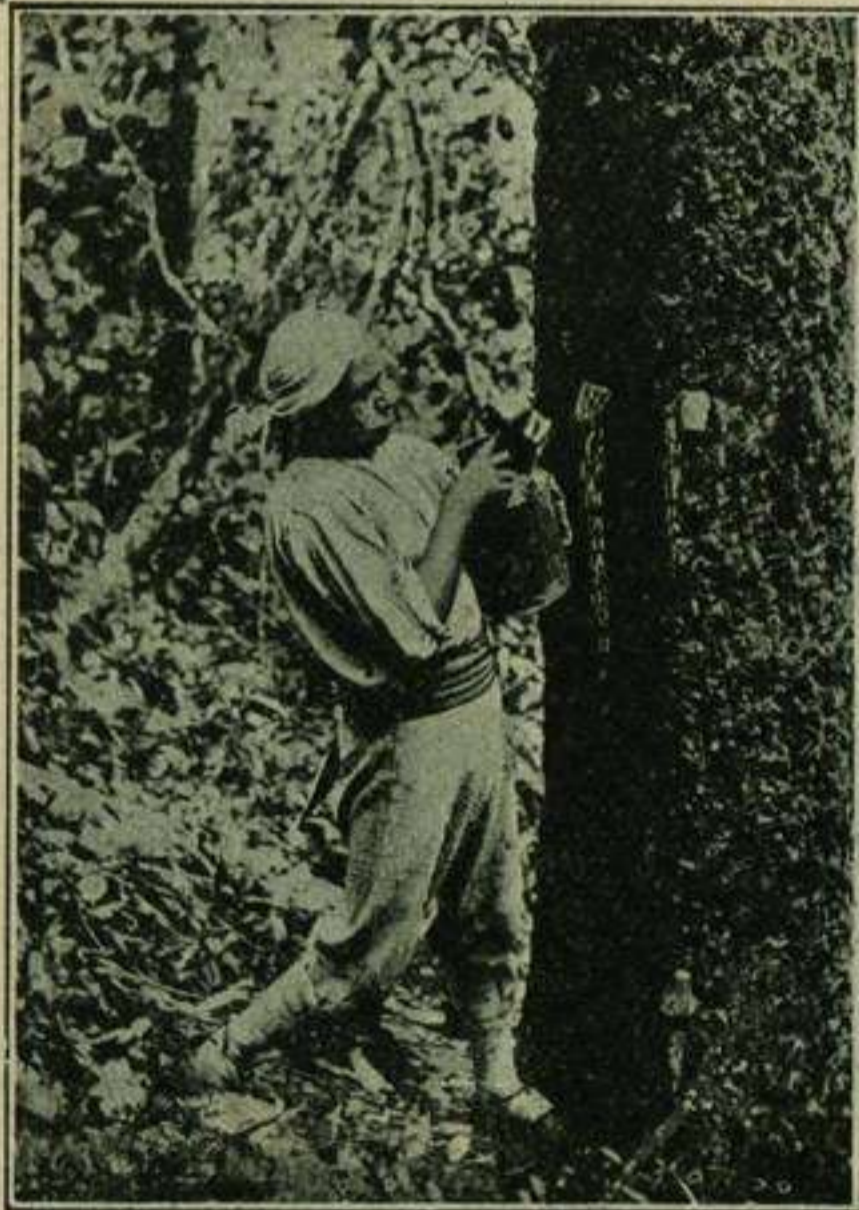


Fig. 600.—Cauchero de las montañas de Perú, recogiendo el látex que sale por incisiones hechas en el tronco de un *Hevéa brasilensis*. (Fot. com. por el prof. C. Gornáls C. M.)

Malváceas.— Plantas generalmente *herbáceas*; a veces *arbustos* (algodonero arbóreo) o *árboles* (baobab). *Flores hermafroditas* con (5 S) + 5 P + 5 E ramificados y monadelfos (*fig. 410*); ovario con 5 a ∞ C^e. *Fruto* ordinariamente poliaquenio o caja.

Comprende numerosas especies, como la malva común (*Malva sylvestris*),

cuyas hojas son emolientes y las flores pectorales y sudoríficas; el malvavisco



Fig. 601.—Flores y frutos maduros del algodón herbáceo (*Gossipium herbáceum*). (Fotografía comunicada por el profesor Cástor Ordóñez C. M.)

(*Althæa officinális*), de raíz emoliente y pectoral; los algodoneros herbáceo (*Gossipium herbáceum*) (fig. 601) y arbóreo (*G. arbóreo*) originarios de Asia, y cuyas semillas (fig. 492) están envueltas en largos pelos, dependientes de la testa, que constituyen el algodón: son plantas cuyo cultivo podía hacerse en España en gran escala, principalmente en Baleares y Andalucía: en esta última región se cultivó con tal intensidad en otra época el algodone-ro herbáceo, que, según algunos autores, se creyó que era oriundo de España. Dicho cultivo ha vuelto a restablecerse en Andalucía, con gran éxito (figs. 601 y 602) (*).

Finalmente, el baobab (*Adansonia digitata*) (fig. 197), del África tropical,



Fig. 602.—Recolección del algodón en un campo de la Colonia Agrícola de San Pedro de Alcántara (Málaga-España). Véase el pie de la fig. 535. (Fot. com. por H. Sanmiguel).

(*) La Comisaría Algodonera del Estado ha editado en 1925 un folleto titulado *Instrucciones para el cultivo del algodón*, en el cual da a los agricultores, en lenguaje muy claro y sencillo, los principales consejos y reglas que deben tener en cuenta para el mejor éxito en este cultivo, que cada día se extiende más en el mediodía de España. Dicho folleto se remite gratuitamente a los agricultores españoles que lo soliciten de las oficinas de la referida Comisaría, situadas en el Palacio del Senado, Madrid.

es un árbol cuyo tronco puede alcanzar 30 metros de circunferencia, como las *Sequóia*, si bien su altura no llega ni con mucho a la de éstas.

Esterculiáceas.—

Pertenece a esta familia el cacao, cacauat o cacaotero (*Theobroma cacao*) (fig. 604), árbol americano cuyas bayas (fig. 605) encierran las semillas que sirven de base pa-



Fig. 603.—Colonia Agrícola de San Pedro de Alcántara (Málaga).—Algodón colocado en zarzos en el secadero para que una vez seco y limpio pase a las máquinas desmotadoras. (Comunicada por Hilario Sanmiguel).



Fig. 604.—*Theobroma cacao* o cacaotero de 5 años, que es la edad en que este árbol fructifica por primera vez: los frutos penden del tronco y ramas. (Comunicada por el profesor ecuatoriano doctor Clodoveo Carrión).

ra la fabricación del chocolate; la República del Ecuador es el país que actualmente produce mayor cantidad de cacao: España podía producir lo suficiente para su consumo, si se atendiera debidamente a dicho cultivo en las posesiones del Golfo de Guinea, donde actualmente se produce en bastante cantidad. Las semillas de *Kóla acuminata*, del África Oriental, denominadas *nuez de kola* o *nuez de gouro*, contienen cafeína y con ellas se fabrican diversos productos excitantes, como el vino de kola, etc.

Tiliáceas.—Las especies principales son: los tilos (*Tilia platyphylloides*, *ulmifolia*, etc.), árboles cuyas flores (*tila*) (figura 253) se usan como antiespasmódicas, y el yute, que son las fibras de una planta herbácea y

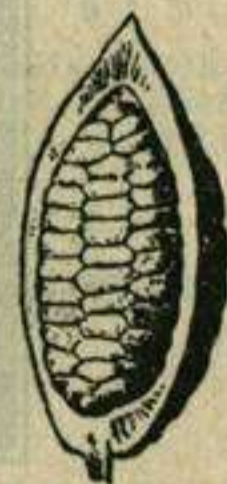


Fig. 605. Baya de *Theobroma cacao*.

anual (*Córchorus capsularis*), oriunda de la India, pero que se cultiva ya en

América, Argelia, etc., pudiendo cultivarse también en el E. y S. de España, pues sus aplicaciones son cada vez mayores para la fabricación de cuerdas, sacos, etc.

Ternstremiáceas.—A ellas corresponden el te (*Théa chinénsis*) (figura 606), que es un pequeño *arbusto* de unos 2 metros de altura y cuyas hojas, que contienen teína, se usan tanto en infusión, y la camelia (*Camélia japónica*), tan apreciada por sus flores.



Fig. 606.—Rama y flores de *Théa chinénsis* o té.

Auranciáceas.—*Árboles* o *arbustos* de hojas lampiñas persistentes y con peciolo generalmente alado (fig. 607). Flores con (5 S) + 5 P + 5 E ramificados (fig. 414) + (10 Cc). Fruto hesperidio (figura 483).



Fig. 607.—Rama y flores de *Citrus Aurantium* o naranjo dulce.

Comprende el género *Citrus*, cuyas es-

pecies son originarias de Asia y se cultivan en gran escala en las regiones E. y S. de la Península (fig. 608); las principales son: el naranjo agrio (*Ci-*



Fig. 608.—Recolección de naranjas en la huerta de Valencia. (Fot. comunicada por el profesor P. G. Palacios de Borao, S. J.)

trus vulgáris), cuyos frutos o naranjas no son comestibles por su excesiva acidez; en cambio, se utilizan los pétalos para obtener la *esencia de azahar*

y el epicarpio para aromatizar el Curasao; el naranjo dulce (*C. Aurantium*) (fig. 607), cuyos frutos son las naranjas ordinarias; los pétalos se utilizan como los anteriores; las naranjas mandarinas son los frutos del *C. deliciosa*; el limonero (*C. limonum*), la bergamota (*C. Bergamia*), etc.; del epicarpio de todos ellos se extraen las esencias respectivas.

Crucíferas.—Plantas generalmente herbáceas, con flores hermafroditas (fig. 609) de 4 S + 4 P en cruz (fig. 610) + 6 E tetradinamos (fig. 409) + (2 C^a). Fruto en silicua o en silícula (figuras 479 y 480).



Fig. 609. Diagrama de Crucífera.

Comprende numerosas especies; las más conocidas son: el rábano (*Raphanus sativus*), originario de Asia y que se cultiva por sus raíces comestibles; la berza (*Brassica oleracea*), con sus variedades coliflor o brócoli (*Br. botrytis*), repollo y lombarda (*Br. capitata*), etcétera; el nabo (*Br. Napus*), con su variedad denominada colza (*var. oleifera*), de cuyas semillas se extrae el aceite de su nombre, muy usado para el alumbrado y para fabricar jabones, etcétera; la mostaza negra (*Br. nigra*), cuyas semillas se utilizan para sinapismos; el berro (*Nasturtium officinale*); el alheli amarillo (*Cheirantus Chéiri*); la bolsa o zurrón de pastor (*Capsella Bursa-pastoris*) (figura 611), muy abundante en el campo y cuyo nombre alude a la forma de su silícula; etcétera.

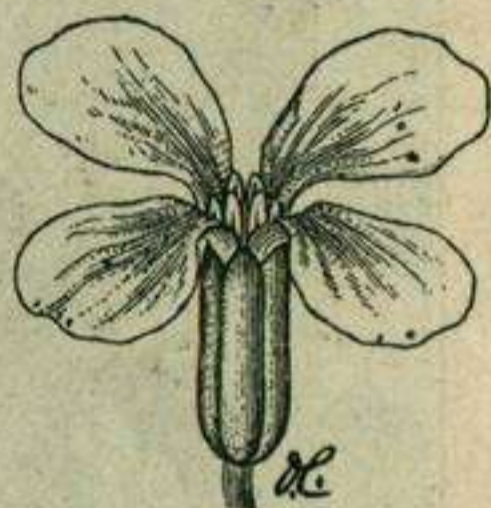


Fig. 610.—Corola cruciforme.



Fig. 611.—Planta completa de *Capsella Bursa-pastoris* o bolsa de pastor.



Fig. 612. Diagrama de Papaverácea.



Fig. 613.—Rama con flores y frutos de *Chelidonium majus* o celidonia.

Papaveráceas.—Plantas herbáceas con látex; flores hermafroditas (figura 612) con el cáliz caduco (fig. 385) de 2 S + 4 P + ∞ E + (2 a 15 C^a). Fruto en caja con dehiscencia poricida.

Especies principales: la celidonia o hierba de la golondrina (*Chelidonium majus*) (fig. 613), que tiene el látex amarillo y cáustico y se utiliza para quitar las verrugas; su caja semeja una silicua y se abre como éstas; las amapolas son varias especies del género *Papáver* (figs. 385 y 614); de la adormidera (*P. somniferum*) se extrae el opio, que es el látex que sale por

las incisiones que se hacen en sus cápsulas; el opio es una sustancia narcótica y venenosa que contiene numerosos alcaloides, entre ellos la *morfina*, *codeína*, etcétera.

Papayáceas.—A ella corresponde el papayero (*Carica Papaya*) (figura 614), planta arbórea de origen americano que se cultiva también en otros



Fig. 614.—Extremo terminal del papayero (*Carica Papaya*). (Fotografía comunicada por el profesor filipino doctor J. Quevedo).

países (Filipinas, etc.) por sus bayas comestibles y por el fermento digestivo de su látex.

Rutáceas.—Pertenece a ella la ruda (*Rúta graveolens*) (figuras 314 y 616), de olor fuerte y usada como sudorífica y antihelmíntica.

El Orden de las Leguminosas comprende tres Familias, todas las cuales se caracterizan por poseer *fruto en legumbre*: estas tres Familias se distinguen muy fácilmente entre sí por los siguientes caracteres: corola actinomorfa *Mimosáceas*: corola cigomorfa, *Cesalpináceas* y *Papilionáceas*: las primeras tienen prefloración *carenal*, es decir, que *la quilla* abraza a las restantes piezas (lat. *carina*, quilla), mientras que en las segundas es *vexilar*, es decir, que es *el estandarte* el que rodea a las demás (latín *vexillum*, estandarte pequeño).



Fig. 615.—Flores de *Papáver*.



Fig. 616.—Rama con flores de *Rúta graveolens*.

Mimosáceas.—*Matas, arbustos o árboles* de hojas compuestas y flores $\text{\textcircled{f}}$ *regulares* con $(5 S) + 5 P + 10 E$ ramificados. Comprende: la sensitiva (*Mimosa pudica*) (figs. 307 y 308), de América tropical, que es planta anual, y otras muchas especies de *Mimosa*, que son arbóreas y se cultivan como ornamentales (*M. floribunda*, etcétera); las acacias propiamente tales (*Acacia Melanóxylon*) (fig. 264), etc., de algunas de las cuales (*A. Arábica*, etc.) se obtiene la goma arábica, y el huabo o pacay (*Inga Bonplandiana*, etc.) (figura 617), de América, cuyos frutos o huabas son comestibles y muy apreciados.



Fig. 617.—Rama con flores de huabo o pacay (*Inga Bonplandiana*). (Fotografía comunicada por el profesor ecuatoriano Dr. Clodoveo Carrión).

Cesalpináceas.— Generalmente *árboles o arbustos con flores* $\text{\textcircled{f}}$ *cigomorfas* de $(5 S) + 5 P + 10 E$ libres. Especies principales: el algarrobo o garrofero (*Ceratonia Silicua*), cuyas legumbres son muy usadas para alimento del ganado; la acacia de tres espinas (*Gledischia Triacanthos*) (fig. 249), cultivada como ornamental; la pulpa de tamarindo es purgante y se obtiene de las legumbres del *Tamarindus Índica*.

Papilionáceas.—Son plantas *herbáceas o arbóreas* de flores $\text{\textcircled{f}}$ con $(5 S) + 5 P$ formando una *corola amariposada* (figuras 618 y 619) + $10 E$ *diadelfos*, de los cuales



Fig. 618. Corola amariposada. Fig. 619.



Fig. 620.—Parte inferior de una planta de *Arachis hipogea* o cacahuete.

nueve están soldados y uno libre (figura 411); rara vez los $10 E$ libres (*Sóphora*). Comprende numerosas especies muy conocidas por ser sus semillas co-

mestibles, como el garbanzo (*Cicer arietinum*), la judía, alubia, habichuela, frijol o poroto (*Phaseolus vulgaris*), la lenteja (*Léns esculénta*), el guisante (*Pisum sativum*), el haba (*Fába vulgaris*); las almortas, titos, guijas o muelas (*Láthyrus sativus*); el cacahuete o mani (*Árachis hipogéa*) (figs. 620 y



Fig. 621.-Planta completa de *Árachis hipogéa* o cacahuete, arrancada después de la madurez de sus legumbres. (Fot. O. Cendrero).

621) es originario de América meridional y es curioso porque en cuanto sus flores están fecundadas se introducen en la tierra y en ella se desarrollan y maduran los frutos; de sus semillas se extrae aceite: las semillas de la *Sója hispida* sirven para fabricar el pan de soja, que por no tener almidón es usado por los diabéticos; otras

se utilizan por sus raíces, como el regaliz, palo dulce u orozuz (*Glycyrrhiza glabra*), que las tiene pectorales; otras por ser ornamentales y como árboles de sombra, como la llamada vulgarmente acacia, que es la falsa acacia (*Robinia-Pseudo-Acacia*), de América del Norte (figuras

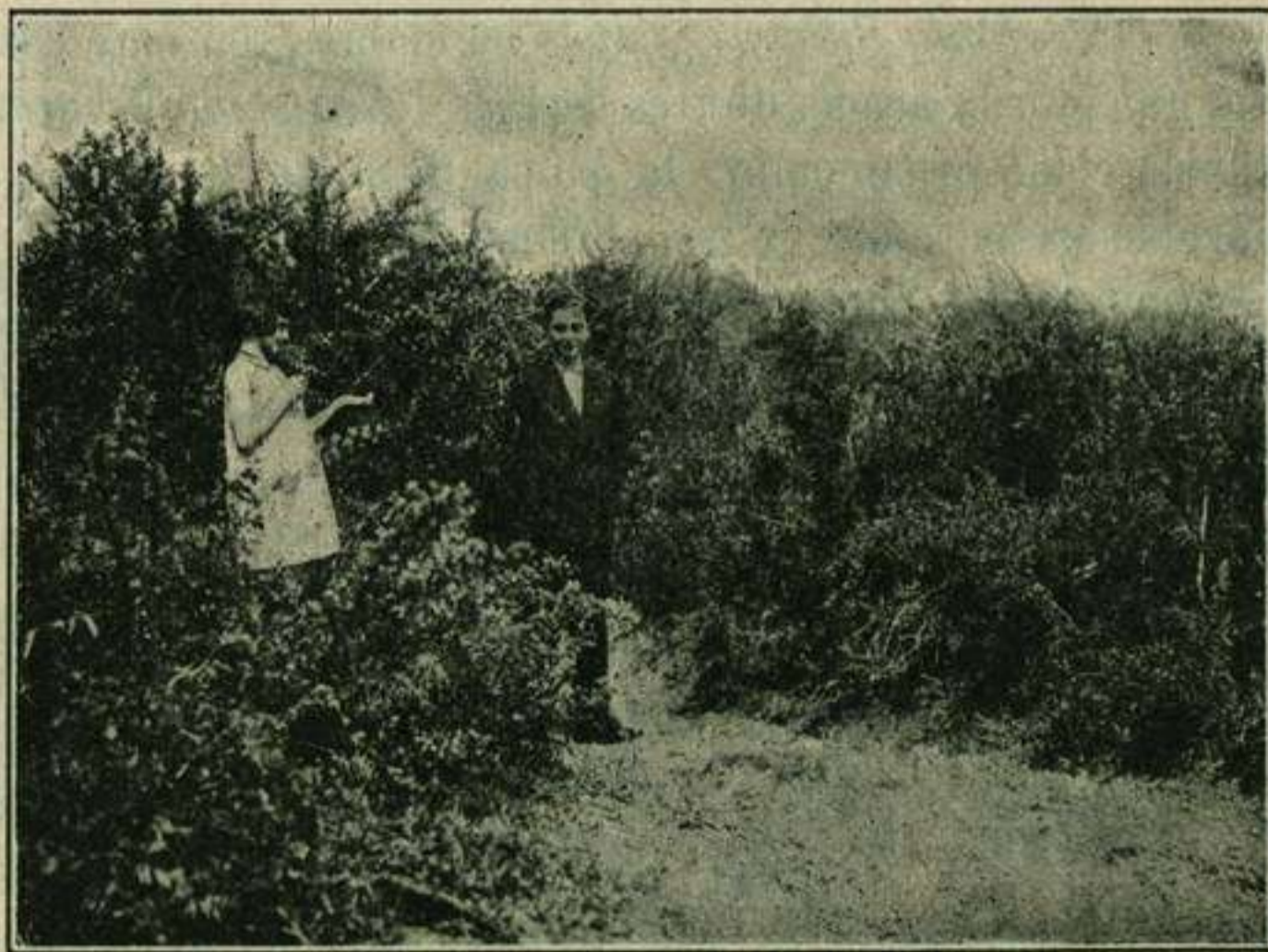


Fig. 622.—El tojo (*Ulex europæa*) Es muy común en el N. y NO. de España. La figura representa un tojal de la provincia de Santander. (Fot. O. Cendrero).

Figuras 623 y 624) (Fot. O. Cendrero).

248, 305 y 306), de flores blancas y olorosas, y la acacia del Japón (*Sóphora Japónica*), de flores amarillentas; otras como forrajeras, como la alfalfa



Fig. 623.—Planta joven de *Mangifera indica* con frutos (Rep. de Cuba). (Fot. comunicada por el ingeniero M. Diaz de Villegas).

(*Medicágo sativa*), el trébol (*Trifólium pratense*, etc.); y tantas otras especies comunísimas; como el tojo, árgoma o escajo (*Úlex europæus*) (fig. 622), la aliaga o aulaga (*Genista scórpius*), la retama común (*Retama sphaerocarpa*), la retama negra o retama de escobas (*Sarothamnus scoparius*), que contiene



Fig. 624.—Flor y fruto de lino.

el alcaloide llamado esparteína; etcétera, etcétera.

Terebintáceas.—A esta familia pertenece el mango (*Mangifera indica*) (fig. 623), tan cultivado en los países tropicales por sus exquisitos frutos.

Lináceas.—Plantas generalmente *herbáceas*, de hojas esparcidas y *sin estípulas*,



Fig. 625.—Un cocal en el valle de la Convención (Cuzco-Perú). (Fotografía comunicada por el profesor peruano Dr. Heraclio Garmendia).

con flores ♂ de 5 S + 5 P + 10 E + (5 C^c). *Fruto* caja. La especie más conocida es el lino (*Linum usitatissimum*) (fig. 624), que es textil, y cuyas semillas (linaza) son oleaginosas y emolientes. Corresponde a una familia próxima (*Eritroxeláceas*) la coca del Perú, Bolivia, etc. (*Erythroxylon Cócica*) (figs. 625 y 626), arbusto que tiene el fruto en drupa y cuyas hojas se



Fig. 626.—Recogiendo hojas de coca (*Erythroxylon Cócica*) en una plantación del valle de la Convención (Cuzco-Perú). (Fot. com. por el prof. peruano Dr. H. Garmendia).

toman en cocimiento, pero cuyo abuso puede determinar la locura; de ellas se extrae la *cocaína*, alcaloide muy utilizado como anestésico local.

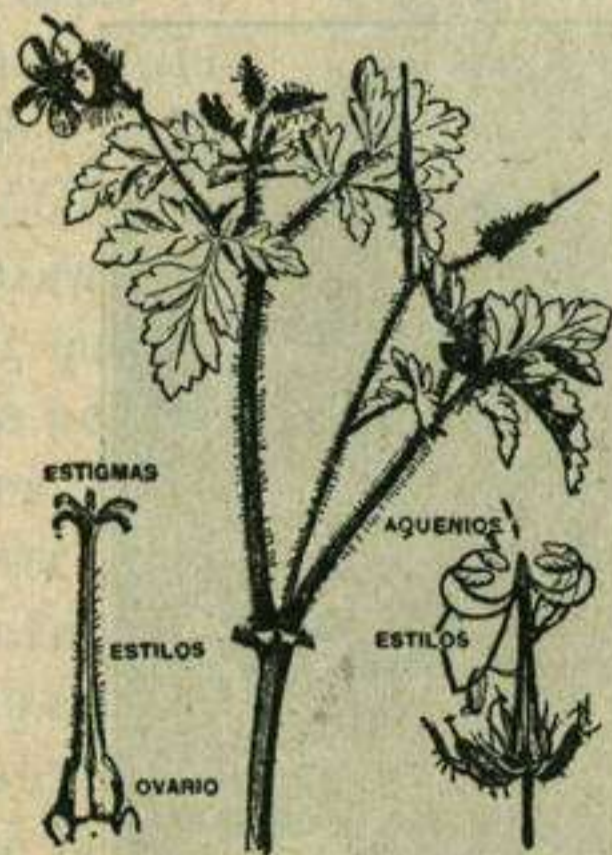


Fig. 627.—Flor y fruto de *Geranium*.

Geraniáceas.—Plantas *herbáceas* de hojas con *estipulas* y flores ♂ con 5 S + 5 P + 10 E + (5 C^c). *Fruto* poliaquenio, terminando cada aquenio por una arista que se enrolla en la madurez (fig. 627). Comprende numerosas especies espontáneas de los géneros *Geranium* (fig. 627) y *Eródium*, llamados vulgarmente alfileres y relojes, y otras cultivadas del género *Pelargónium*, a los que corresponden los llamados geranios rosa, malva, etc.

Cariofiláceas.—Plantas *herbáceas* con hojas opuestas y flores ♂ de 5 S + 5 P + 10 E + (2 á 5 C^c) y con los estilos libres. *Fruto*, ordinariamente, *caja*. Especies principales: los claveles (*Diánthus Caryophyllus*, etc.) de cáliz gamosépalo, así como la colleja (*Silene infláta*), que cuando es joven se come en ensala-

da; la hierba jabonera (*Saponaria officinalis*) tiene también cáliz gamosépalo; toda la planta encierra saponina o saponasa, por lo que se utiliza para limpiar telas, etc.

Lauráceas.—Árboles o arbustos, con flores ♂ de (2 ó 3 S + 2 ó 3 P + 8 á 12 E + C^c). Fruto baya. A ella corresponden: el laurel (*Laurus nobilis*) que es especie europea; el aguacate (*Perséa gratissima*), de América tropical y Canarias; los caneleros (*Cinnamómum Zeylánicum*, etc.) cuyas cortezas constituyen la canela; el alcanforero (*Cámphora officinarum*), indígena de China y Japón, de cuya madera se extrae el alcanfor por destilación.

Anonáceas.—A esta familia pertenece el chirimoyo (*Anóna Cherimólia*), originario del Perú y cuyos frutos o chirimoyas (figura 628) son muy estimados.

Ranunculáceas.—Plantas generalmente herbáceas sin verdaderas estípulas y con flores ♀, regulares o irregulares, cuya fórmula general $5 S + 5 P + \infty E + \infty C^c$ presenta bastantes variaciones y así, los sépalos pueden ser 3 ó 4, los pétalos 5 á 21 y aun faltar totalmente. La corola es, frecuentemente, rosácea. Fruto en poliaquenio (fig. 629) o polifolículo (figuras 630 y 631).



Fig. 628.—Rama y frutos de *Anóna Cherimólia* o chirimoyo. (Fot. comunicada por el prof. ecuatoriano Dr. Clodoveo Carrión).



Fig. 629. Poliaquenio de *Adónis*.



Fig. 630. Dos tipos de polifolículo.



Fig. 631.



Fig. 632.—Flores de *Ranunculus*.



Fig. 633.—Planta de *Heleborus viridis*.

Comprende numerosas especies, como el botón de oro o flor de grillo, nombre que se da a varias especies de *Ranunculus* (fig. 632); el ranúnculo acuático (fig. 251); los eléboros (*Heleborus viridis*, etc.) (fig. 633), de hojas vesicantes y purgantes; los *Adónis flámea*, etc., llamados ojos de perdiz

y cultivados por la belleza de sus flores, así como la peonía (*Paeonia officinalis*); los clérigos o pelicanos (*Aquilégia vulgaris*); la espuela de caballero, también llamada conejito (*Delphinium consolida*), y el acónito (*Acónitum Napéllus*), que se usa en Medicina por la *aconitina* que contienen sus raíces.

Rosáceas.—Plantas *herbáceas* o *arbustosas* (rosal) de hojas *con estípulas* y *flores* ♀ regulares provistas de (5 S) en su base, + 5 P + ∞ E + ∞

C^c (fig. 634); *corola rosácea* (figura 390). *Fruto* en *eterio*, en *polidrupa* o en *cinarrodón* (figuras 635 á 637).

Especies de fruto en cinarrodón todas las del género *Rósa*, como el ro-



Fig. 634.
Diagrama de una Rosácea.



Fig. 635.
Eterio de la fresa.

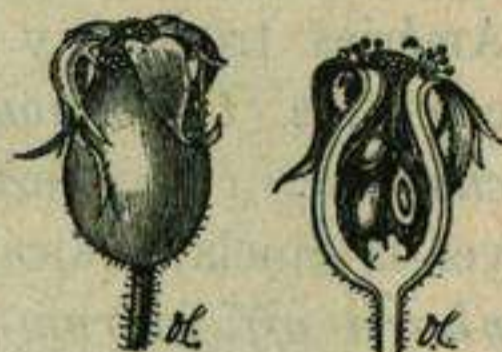


Fig. 636. Fig. 637.
Cinarrodón de rosál silvestre completo (636) y cortado longitudinalmente (637).

sal silvestre o escaramojo (*Rósa canina*), cuyos frutos se llaman también escaramojos o escaramujos, bailarines, etc.; la rosa común (*R. centifolia*), la de te (var. *frágans* de la *R. indica*), etc.; de los pétalos de todas ellas se extrae la esencia de rosa. Especies de fruto en eterio, la fresa (*Fragaria vesca*) (figuras 172 y 635), que es especie española, y el fresón o frutilla (*Fragaria chilensis*), originaria de Chile y que se cultiva mucho por el mayor tamaño de sus frutos. Especies de fruto en polidrupa, la frambuesa (*Rubus idæus*); la zarzamora (*Rubus thyrsóideus*, etc.), cuyos frutos son las moras de zarza; etcétera

Pomáceas.—Generalmente *arbustos* o *árboles* de hojas *con estípulas* y *flores* ♀ regulares con (5 S) + 5 P en *corola rosácea* + unos 20 E + (2 á 5 C^c) (fig. 638) con tantos estilos libres como carpelos. *Fruto* *po-*



Fig. 638.
Diagrama de Pomácea.

mo (figura 481). Especies principales: el peral (*Pirus communis*); el manzano (*Malus communis*), ambos con numerosas variedades; el membrillero (*Cydónia vulgaris*), oriundo de Asia Menor; el majuelo o espino albar (*Cratægus Oxyacantha*) es un arbusto espinoso que se utiliza para formar setos vivos, sus frutos

(majuelas o perojos de manteca) son comestibles; el nispero (*Méspilus Germánica*); etcétera.

Amigdaláceas.—*Arbustos* o *árboles* de hojas *con estípulas* y *flores* regulares ♀ con (5 S) + 5 P en *corola rosácea* + unos 20 E + C^c (fig. 639) con un estilo. *Fruto* en drupa (fig. 454).

Especies principales: el almendro (*Amigdalus communis*); el ciruelo o cirolero (*Prúnus doméstica*); el endrino, andrino o espino



Fig. 639.
Diagrama de Amigdalácea.

negro (*Pr. spinosa*); el albaricoquero (*Armentaca vulgaris*); el melocotonero (*Pérsica vulgaris*), cuyos frutos lampiños se llaman *pavias* y los tomentosos *melocotones*; el cerezo (*Cérasus Juliana*); el guindo (*C. Caproniána*); etc.

Ninfeáceas.—Plantas acuáticas cuyas especies principales son: el nenúfar blanco (*Nymphæa álba*) y el amarillo (*Núphar lúteum*), que son españolas, y la *Victória régia* o maruru (*fig. 640*) de los grandes ríos de América meridional, en cuyos remansos y lagunas vive; sus hojas son peltadas y su limbo circular tiene de 4 á 5 metros de circunferencia y sus flores más de 75 cm. de circunferencia.



Fig. 640—Hojas de *Victória régia* o maruru. (Fot. com. por el profesor brasileño Dr. J. Acevedo).

SUBCLASE DIALIPÉTALAS INFEROVARIEAS

Umbelíferas.—Plantas generalmente *herbáceas* con *tallo* ordinariamente fistuloso y *hojas* comúnmente pinado-partidas con la vaina muy desarrollada. *Flores* ♀, regulares generalmente, constituidas por (5 S + 5 P + 5 E + 2 C^c). *Fruto* diaquenio (*fig. 641*). Inflorescencia en umbela o en umbelã de umbelas (*fig. 382*).

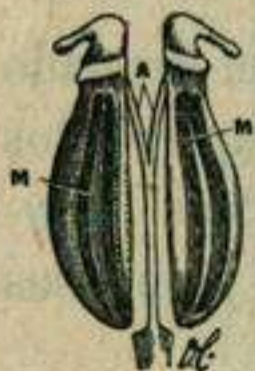


Fig. 641.
Diaquenio de una *Umbellifera*.

Comprende numerosas especies: se utilizan los frutos del anís (*Pimpinella Anisum*) y los del comino (*Cuminum Cuminum*), así como las raíces de la zanahoria (*Daucus carotta*), los tallos jóvenes del apio (*Apium graveolens*); las hojas y frutos del hinojo (*Foeniculum vulgare*), cuyas raíces son aperitivas, así como las del cardo corredor (*Eryngium campéstre*) (*figura 642*), que tiene la inflorescencia en cabezuela; las hojas del perejil (*Petroselinum sativum*), etc.; son pareci-

das a estas últimas las hojas de la cicuta mayor (*Cónium maculátum*), que son muy venenosas y que se distinguen fácilmente de las del perejil por su olor desagradable.



Fig. 642.—Rama con cabezuelas de *Eryngium campéstre* o cardo corredor. (Fotografía O. Cendrero).



Fig. 643.—Rama y frutos de *Psidium pomiferum* o guayabo, de Cuba. (Fot. com. por el profesor P. J. Alonso, S. J.)

Araliáceas y Grosulariáceas.—A la primera corresponde la hiedra (*Hædera Hélix*) (fig. 173), y a la segunda, los groselleros (*Ribes*), cuyas bayas o grosellas son refrescantes y de sabor agrisado muy agradable.

Mirtáceas.—Arbustos o árboles muy conocidos, como el arrayán o mirto (*Myrtus comúnis*), cuyos frutos o *murtones* son comestibles; los eucaliptos (*Eucalyptus Glóbulus*, etc.), originarios de Australia, pero que se desarrollan perfectamente en España, si bien no llegan a alcanzar las dimensiones colosales que en su país (145 m. de altura por 12 á 28 m. de circunferencia) (fig. 198): los capullos del *Caryophyllus aromático* son los llamados clavos de especia; finalmente los guayabos (*Psidium pomiferum*, etc.), de América, cuyas bayas son las *guayabas* (fig. 643).

Granatáceas y Saxifragáceas.—A la primera corresponde el granado (*Púnica granátum*), cuyos frutos o granadas (fig. 478) son muy apreciados por sus semillas comestibles; a las segundas pertenecen las hortensias (*Hydránga Horténsia*), cultivada por la vistosidad de sus *sépalos* y por sus hojas persistentes.

Cactáceas.—Plantas de *tallo craso*, de forma y aspecto variables (página 98) y provisto de espinas; las hojas están *reducidas a escamitas caedizas*. Flores ♂ regulares y grandes con $[(\infty S + \infty P + \infty E + (\infty C^c)]$. *Fruto* en baya. Comprende numerosas especies, la mayor parte de América,

como la higuera chumba, de pala o nopal (*Opuntia vulgaris*) (fig. 204), naturalizada desde hace largo tiempo en el N. de Africa (fig. 644) y en el S. y



Fig. 644.—La chumbera es muy abundante en el N. de África. (Fotografía O. Cendrero).

E. de España, donde vive subespontánea; sirve para formar vallados o setos



Fig. 645.—Las grandes chumberas no son raras en el S. y E. de España. (Fot. O. Cendrero).

vivos (figs. 555 y 645) y para la cría de la cochinilla (o insecto que sirve

para fabricar el carmín), que vive parásita sobre sus anchos tallos; sus frutos o *higos chumbos* son comestibles. Se cultiva la pluma de Santa Teresa, nombre que suele darse a varias especies de *Epyphyllum* (fig. 203). También corresponden a esta familia los géneros ya citados, *Echinocactus* (págs. 95 y 99 y figs. 193 y 208), *Cereus* (pág. 99 y fig. 206), *Echinocereus* (fig. 205) y *Mamillaria* (fig. 194) (véanse también las figs. 703 y 704). 7

2ec 42 (19)
8

SUBCLASE GAMOPÉTALAS SUPEROVARIEAS
19

Oleáceas.—Árboles o arbustos. Flores ♂ con (4 S) + (4 P + 2 E) + (2 C^c) (fig. 645 bis). Fruto drupa.



Fig. 645 bis.
Diagrama de
Oleácea.

La especie principal es el olivo (*Olea europæa*), originario de Oriente y muy cultivado en España (figs. 646 y 646 bis) porque de sus frutos, aceitunas u olivas, se extrae aceite, y además son comestibles, después de preparados: es especie que alcanza gran longevidad (pág. 94) (fig. 195). El olivo silvestre o acebuche (var. *oleáster*) es espontáneo en el mediodía de España (fig. 647) y suele tener las ramas espinosas: se le utiliza como patrón (o sea para injertar sobre él)

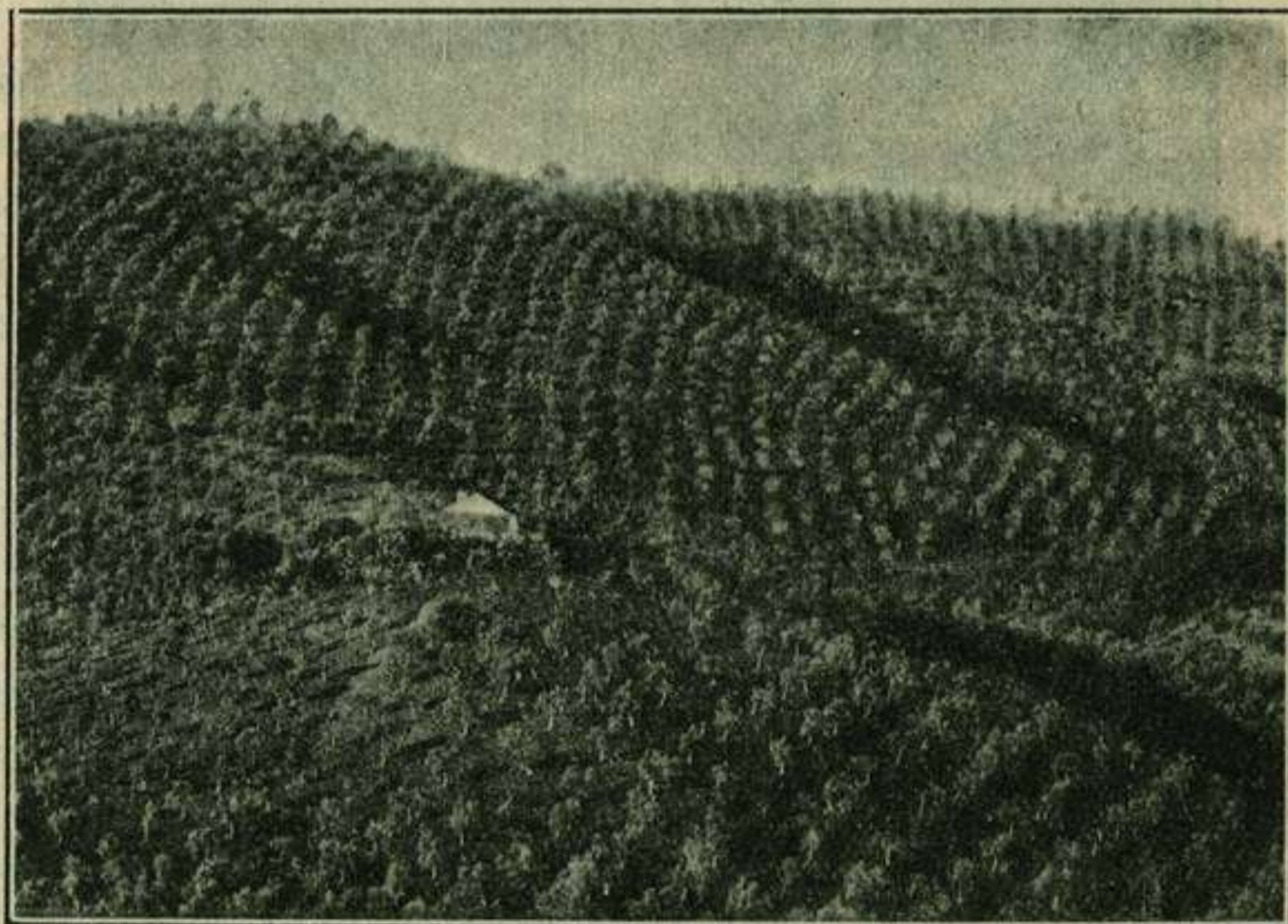


Fig. 646.—En varias regiones de España, pero principalmente en Andalucía, hay millones de hectáreas dedicadas al cultivo del olivo. La figura representa uno de los extensos olivares de la provincia de Córdoba. (Fotografía comunicada por el profesor Dr. J. Carandell).

de la variedad cultivada. Los aligustres (*Ligustrum vulgare* y *japonicum*), son arbustos que se emplean para formar setos vivos en los jardines.



Fig. 646 bis.—Vista parcial de un olivar en Mallorca. Obsérvese el aspecto retorcido y deforme de los troncos, muy frecuente en los olivos. (Fotografía comunicada por el profesor Dr. E. Rodríguez y López Neyra).

Fraxináceas.—*Árboles o arbustos.* Flores ♂ con (4 S) + (4 P + 2 E) + (2 C^o). *Fruto* en *sámara* (fresno) o *caja* (lila). Comprende los fresnos



Fig. 647.—Un acebuchal en Vejar (Cádiz). (Fot. com. por el ing. L. Ceballos).

(*Fraxinus*); la lila (*Syringa vulgaris*, fig. 402), originaria de Persia y cultivada por sus flores vistosas y olorosas; etc.

Loganiáceas.—La semilla del *Strychnos Nux-vómica*, del Asia tropical, es la *nuez vómica*, de la cual se extrae la *estricnina*; del *Str. toxifera*, de América meridional, se extrae el *curare*.

Convolvuláceas.—Plantas generalmente *herbáceas* con flores ♂ de 5 S + (5 P + 5 E) + (2 C^c). *Fruto* caja. Especies principales: la corregüela (*Convólulus arvensis*) (figs. 192 y 399); la batata, boniato ó camote (*Batátas edúlis*), originaria de América, y cultivada en España por sus raíces tuberculosas de sabor azucarado.

Cuscutáceas.—Plantas *herbáceas* parásitas sin clorofila; comprende diversas especies pertenecientes al género *Cuscuta* y llamadas cabellos de Venus y barbas de capuchino, que viven sobre el lino y otras plantas (fig. 180).

Borragináceas.—Plantas generalmente *herbáceas* con hojas y tallos pe-



Fig. 648.
Diagrama de
Borragi-
nácea.

losos y ásperos. *Flores* ♂ con (5 S) en su base (5 P + 5 E) + (2 C^c) (figura 648). La corola puede tener *escamas* en la garganta. *Fruto* 4 *aquenios* (figuras 649 y 650) en el fondo del cáliz. Inflorescencia en cima escorpioidea.

Comprende numerosas especies, como la borraja (*Borrágo officinális*) (figura 403); el heliotropo (*Heliotrópium Peruviánum*), arbusto de flores olorosas; los *Myosótis*, llamados en algunos sitios *no me olvides*; la viperina o viborera (*Échium vulgáre*), de flores irregulares; la orcaneta o ancusa de tintes (*Alkánna tinctória*), cuya raíz se usa en tintorería para teñir de rojo.

Solanáceas.—Plantas generalmente *herbáceas* con flores ♂ de (5 S) (figura 652) o casi libres + (5 P + 5 E) + (2 C^c) (fig. 651). *Fruto* baya (figura 482), *caja* o *pixidio*.

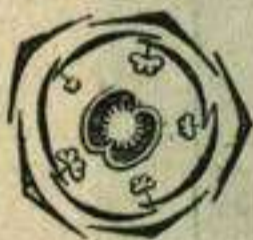


Fig. 651.
Diagrama de
Solanácea.

Especies principales: la patata o papa (*Solánium tuberósum*), originaria de América meridional, es cultivada por sus tubérculos comestibles, que no deben tomarse cuando comienzan a originar tallos de sus yemas, o, como se dice vulgarmente, cuando están *nacidas*, porque entonces se desarrolla en ellos una sustancia venenosa denominada *solanina*; los frutos de la berenjena (*S. melongéna*), originaria de Asia, son comestibles; también lo son los del tomate o tomatara (*Lycopérsicum esculéntum*), y los del pimiento y guindilla (*Cápsicum ánnuum*): ambas especies son oriundas de América, así como el tabaco (*Nicotiána Tabácum, gláuca, etc.*) (figs. 652 á 654); la *N. gláuca* es subespontánea en Andalucía y el cultivo



Figs. 649 y 650.
Dos tetraquenios,



Fig. 652.—Flor del
tabaco,

de las diversas especies de tabaco puede hacerse en todas las regiones de España, donde hace unos años que está autorizado su cultivo, si bien con al-



Fig. 653.—Una plantación de tabaco en la Isla de Cuba. (Fotografía comunicada por el ingeniero M. Díaz de Villegas).



Fig. 654.—Recogiendo las hojas del tabaco en una plantación de la Isla de Cuba. (Fotografía comunicada por el profesor P. J. Alonso, S. J.)

gunas restricciones y siempre bajo la fiscalización del Estado (*): toda la planta, pero preferentemente sus grandes hojas, contiene el alcaloide llamado nicotina, de propiedades narcóticas (**). Son también narcóticas por los diversos alcaloides que contienen, el estramonio (*Datura Stramónium*) (fig. 458) y el beleño (*Hyosciamus niger*, etcétera), especies españolas usadas en medicina.

Escrofulariáceas.—Plantas generalmente *herbáceas*, de flores ♂ *irregulares*, con $5 S + (5 P + 4 E) + (2 C^c)$;



Fig. 655.—Corola personada de *Antirrhinum*.

el cáliz es a veces gamosépalo; la corola es, generalmente, *personada* (fig. 655) o *digitaliforme* (fig. 656), pero también puede ser *labiada*; los estambres son *didinamos* (fig. 408). *Fruto caja*.

Especies principales: la *Scrophularia canina*, que se usó para curar la sarna de los perros y se halla en toda la Península; la boca de dragón o conejitos (*Antirrhinum május*) (fig. 655), espontánea,

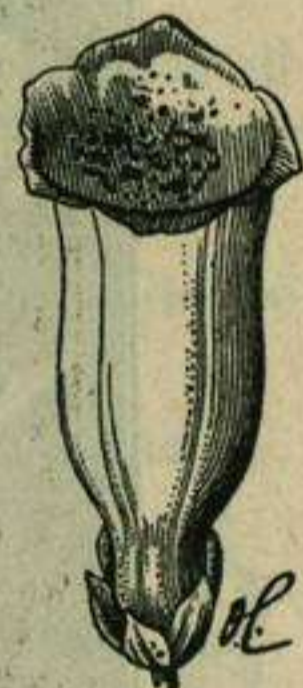


Fig. 656.—Corola digitaliforme de *Digitalis*.

pero que se cultiva como planta de adorno, así como la *Linnaria Cymbalaria*; la digital o dedalera (*Digitalis purpurea*, etc.) (fig. 656) es especie española cuyas hojas contienen *digitalina*, que ejerce influencia sobre la actividad circulatoria, regularizándola. Finalmente, merece citarse la cresta de gallo (*Rhinanthus májor*), que posee clorofila y vive parásita sobre las raíces de diversas plantas.

Labiadas.—Plantas *herbáceas*, alguna vez arbustos (romero), de *hojas opuestas*, *tallos tetraedros*, y ambos con pelos secretores de esencias. Flores ♂ *irregulares*, con $(5 S) + (5 P + 4 \text{ ó } 2 E) + (2 C^c)$. Corola *labiada* (fig. 657); cuando tienen 4 E, son *didinamos* (fig. 408). *Fruto cuatro aquenios en el fondo del cáliz* (figs. 649 y 650).



Fig. 657.—Flor de una Labiada (*Lamium*).

Comprende numerosas especies: la menta (*Méntha Piperita*), de Europa media; la Hierbabuena (*M. viridis*) y el mastranzo o póleo (*M. rotundifolia*) son especies españolas y tienen 4 E casi iguales: la primera se usa como condimento y la segunda como insecticida, echándola en los establos, etc.;

esta última tiene también pronunciado olor a menta; la salvia (*Sálvia officinalis*), usada como tónica, estomacal, etc.; la *Sálvia glutinosa* (fig. 442); el

(*) Quien desee enterarse de más detalles, debe consultar los siguientes datos: Decreto de 30 de diciembre 1919 (*Gaceta* 17 enero 1920), que contiene la disposición fundamental, o sea el «*Reglamento por el que han de regirse los ensayos del cultivo del tabaco en España*», y las siguientes disposiciones complementarias: R. O. 26 febrero 1925; R. D. 3 noviembre 1925 y R. O. 4 diciembre 1925: en esta última se indica el precio a que se pagará al agricultor cada kgmo. de hoja seca.

(**) Para su acción en nuestro organismo, véase mi obra *ELEMENTOS DE HIGIENE*, 8.^a edición, páginas 119, etcétera.

romero (*Rosmarinus officinális*); estas dos últimas especies tienen 2 E; el



Fig. 658. — *Lámium purpúreum* u ortiga muerta.

cantueso (*Lavándula Stæchas*), y el espliego (*L. véra*), se usan para sahumar; la albahaca (*Ócymum Basilicum*), de la India, se cultiva por el olor agradable de sus hojas; el tomillo (*Thymus vulgáris*) y el orégano (*Origanum vulgare*) se usan como condimento; son especies comunísimas la ortiga muerta (*Lámium purpúreum*, etc.) (figura 658); etc.

Verbenáceas y Plantagináceas. — A la primera corresponden la verbena (*Verbéno officinális*) (fig. 659), considerada en la antigüedad como planta sagrada, y la hierba Luisa (*Aloisia citriodóra*),

oriunda de Chile, cuyas hojas tienen un olor muy agradable y se usan en infusión. A las *Plantagináceas* pertenece el llantén (*Plantágo májor*, etc.) (fig. 660): el cocimiento de sus hojas se usa en gargarismos; etc.



Fig. 659. Espiga de verbena.



Fig. 660. Planta completa de *Plantágo* o llantén.



Fig. 661. — Planta de *Primula officinális* o flor de San José.

Primuláceas y Gencianáceas. — Ambas son plantas *herbáceas*, con flores ♀ *regulares*: las primeras con (5 S)_a + (5 P + 5 E) + (5 C^a) y *fruto* en *cápsula* o en *pixidio*: comprenden la primavera o flor de San José (*Primula officinális*) (figuras 440, 441 y 661); el *murajes* (*Anagállis arvénsis*) (figs. 413, 462 y 662); etc. Las segundas tienen, generalmente, (5 S) +



Fig. 662. — Rama con flores de *Anagállis arvénsis* o murajes.

(5 P + 5 E) + (2 C^a) y *fruto* en *caja*; la especie principal es la genciana mayor o amarilla (*Gentiána lútea*), cuya raíz es muy amarga y se usa como tónica y febrífuga.

Sesamáceas, Orobancáceas y Utriculariáceas.—La primera comprende el sésamo o ajonjolí (*Sésamum Índicum*) (fig. 663), de cuyas peque-



Fig. 663.—Una plantación de *Sésamum Índicum* o sésamo, en Méjico. También se cultiva en España, si bien con poca intensidad. (Fot. com. por J. Nebreda).

ñas semillas se extrae aceite muy utilizado para conservas, etc. Las segundas son plantas parásitas *sin clorofila* de fórmula (4 ó 5 S) + (5 P + 4 E) +



Fig. 664.—Rama con flores de *Orobánche*.

(2 C^c), corola *labiada*, estambres *didínamos* y *fruto* en *caja*: causan muchos daños en las plantas cultivadas (habas, guisantes, etc.), sobre cuyas raíces viven parásitas, como ocurre con los cirineos o florones (*Orobánche crenata*, etc.) (fig. 664). Las *Utriculariáceas* comprenden la *Utriculária vulgaris* (página 118 y fig. 277), que vive en las aguas estancadas de España.



Fig. 665.—Rama con flores de *Erica* o brezo.

Ericáceas.—*Matas* o *arbus-tos* de flores ♂ *regulares* con 4 ó 5 S + (4 ó 5 P) + 8 ó 10 E + (4 ó 5 C^c) y *fruto* en cápsula o en *baya* (madroñero): comprende los *brezos* (*Erica vagans*, *scopária*, etc.) (fig. 665); el

madroñero, alborto o borrubiete (*Árbutus Unédo*) (fig. 666), cuyas bayas, llamadas madroños, borrachines, etcétera, son comestibles; la azalea (*Azálea Índica*); etcétera.

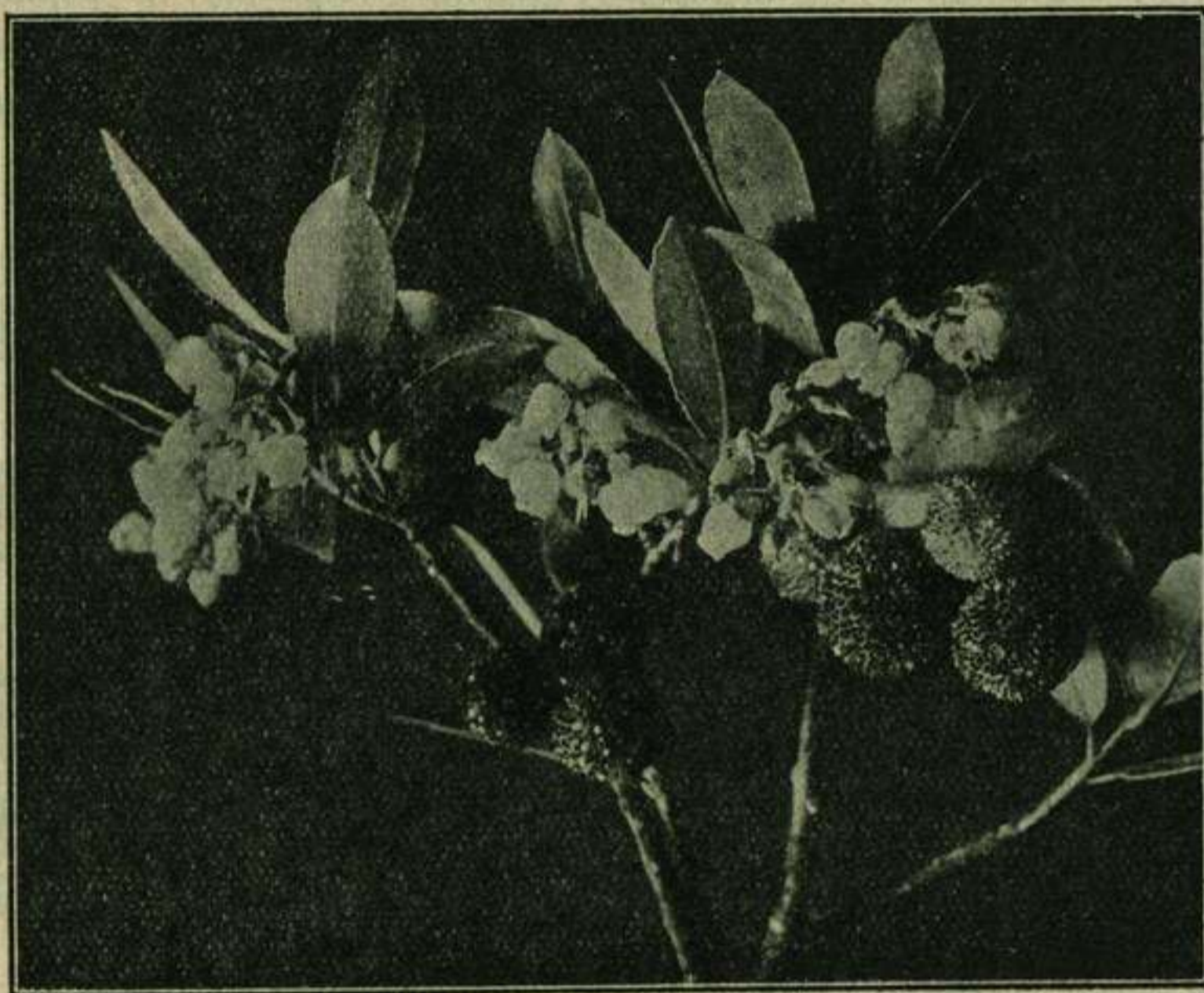


Fig. 666.-Flores y frutos de madroñero (*Arbutus Unédo*). (Fotografía O. Cendrero).

Ebenáceas y Sapotáceas.—Ambas son árboles o arbustos de climas tropicales; las primeras comprenden el ébano (*Dióspyros Ébenus*), de la India, cuyo duramen constituye el ébano negro tan apreciado; la albura es de color claro, y el *Dióspyros Káki*, originario del Japón y cuyos frutos o kakis son comestibles. A las segundas corresponde la *Isonándra Gütta*, de Borneo, de cuyo látex se extrae la gutapercha, y el caimito (*Crysophyllum Caimito*), de América, cuyo fruto es comestible y muy apreciado. 19

200 43 (20)
SUBCLASE GAMOPÉTALAS INFEROVARIEAS
3

Cucurbitáceas.—Plantas herbáceas y trepadoras por medio de zarcillos foliares (fig. 261). Flores unisexuales monoicas.

F ♂ = (5 S) + (5 P) + (2 E) + (2 E) + E, es decir, estambres triadelfos (fig. 667), y sinfisandrios. F ♀ = (5 S) + (5 P) + (3 Cc) (fig. 668). Fruto pepónide.

Comprende especies tan conocidas como la cala-



Fig. 667. Fig. 668.
Diagrama de la flor masculina (667) y femenina (668) de una Cucurbitácea.

baza (*Cucúrbita Pépo*); la calabaza vinatera o de San Roque (*Lagenária vulgaris*), cuyo fruto vacío se utiliza como envase; el pepino (*Cúcumis sativus*), cuyos frutos jóvenes se llaman *pepinillos* y se utilizan mucho encurtidos; el melón (*Cúcumis Mélo*) y la sandía (*Citrúllus vulgaris*); el pepinillo del diablo (*Echallium Elathérium*), curioso por su dehiscencia (pág. 184); etc.

Rubiáceas.—Hierbas, arbolillos y aun árboles con *hojas opuestas* y *estípulas tan desarrolladas como las hojas*, en las especies indígenas (figu-

ra 257). Flores ♀ regulares con (4 ó 5 S) + (4, ó 5 P + 4 ó 5 E) + (2 C^c). Fruto en *diaquenio* en las especies indígenas; *drupa* (cafeto) (figura 669); *baya* (rubia), o *caja* (quinos).

Especies indígenas: los cuajaleche (*Gálium vérum*, etc.); la rubia (*Rúbia tinctorum*) es originaria de Oriente, pero se encuentra subspontánea en casi toda la Península; sus raíces y tallos subterráneos se usan en tintorería, por la sustancia roja (*alizarina*) que contienen;



Fig. 669.—Drupas de cafeto. (Fotografía com. por el ing. M. Díaz de Villegas).



Fig. 670.—Rama de *Coffea Arábica* o cafeto.



Fig. 671.—Recolectando café en la Isla de Cuba. (Fot. com. por el prof. P. J. Alonso).

hoy se obtiene esta sustancia por síntesis de algunos derivados de la hulla, por lo que el cultivo está casi abandonado. Especies exóticas: el cafeto (*Coffea Arábica*) (fig. 670), arbusto que en realidad es originario de Abisinia, de donde fué introducido en Arabia en el siglo XV, y de aquí se extendió su cultivo a América, principalmente, donde se cultiva con gran intensidad (figuras 671 y 672): también se cultiva en nuestras posesiones del Golfo de

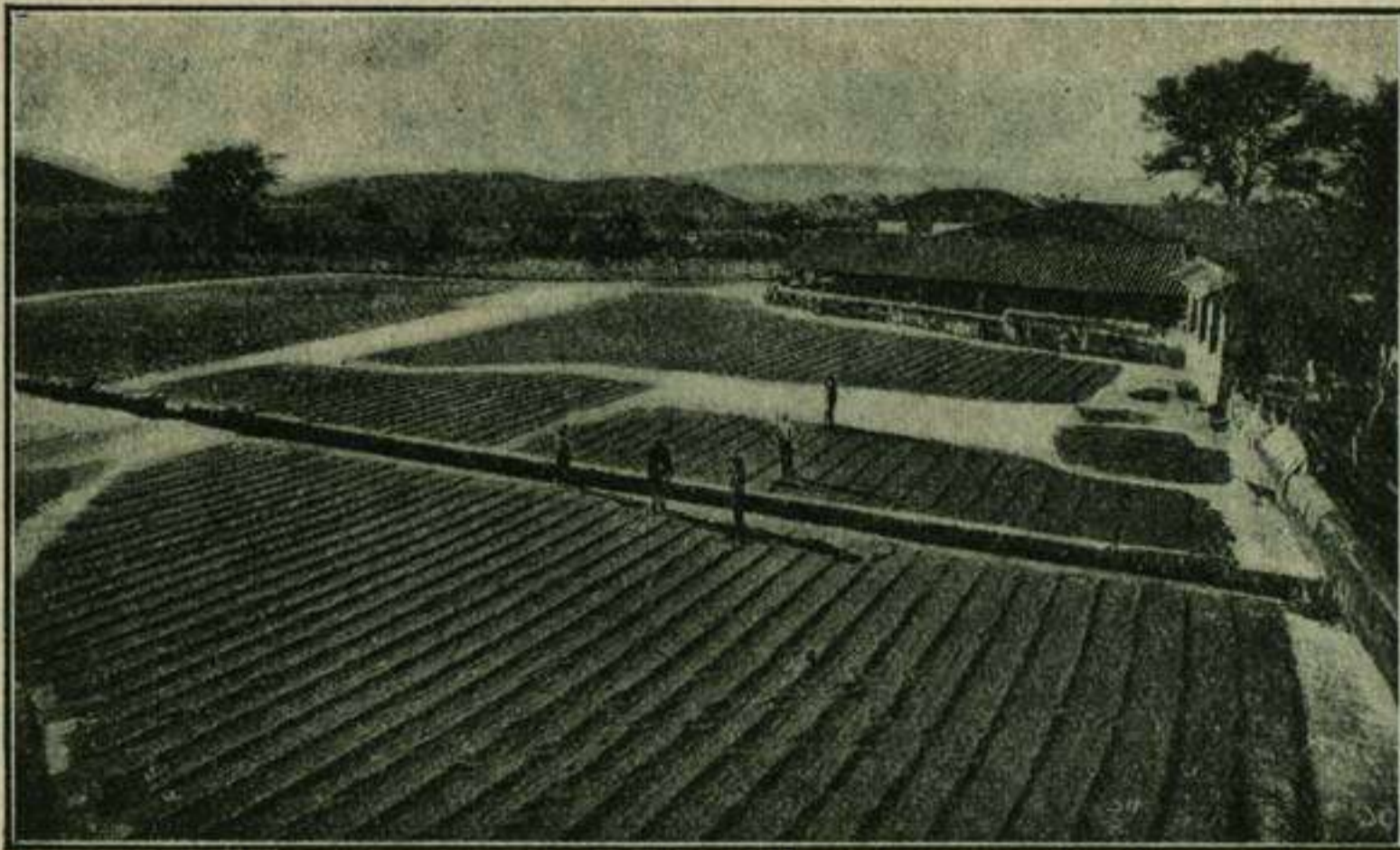
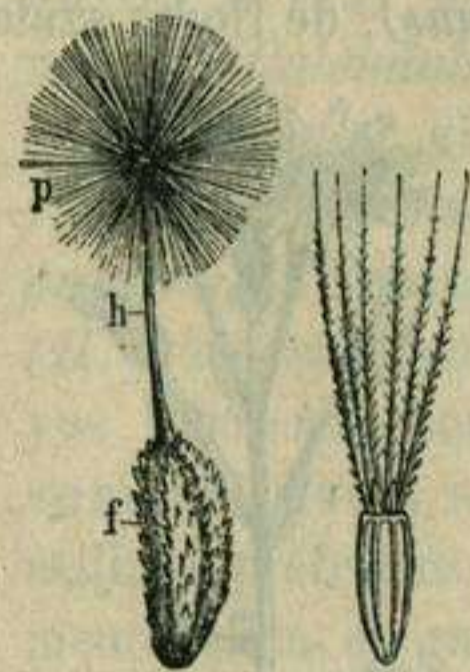


Fig. 672.—Secando café en Guatemala. (Fot. com. por el Dr. Mariano Zeceña M.)

Guinea, principalmente en Fernando Poó: sus semillas tostadas son las que constituyen el café, siendo apreciado el moka o de Arabia, etc. (*); las cortezas de los quinos (*Cinchóna officinalis*, etcétera), que crecen desde Venezuela al sur del Perú, son las *quinas* tan utilizadas porque los alcaloides que contienen (quinina, cinchonina, etc.) tienen propiedades febrífugas; la quinina, sobre todo, se utiliza con éxito para combatir y prevenir el paludismo y la gripe (**); las ipecacuanas (*Cephaelys*, *Psychotria*, etc.) son pequeñas plantas de América tropical, cuyas raíces contienen *emetina*, por lo que se utilizan como vomitivo, etc. Finalmente, la gardenia (*Gardenia flórida*), de China y Japón, se cultiva como ornamental por sus hojas y flores.



Figs. 673 y 674.—Dos aqueños de Compuesta.

Compuestas.—Plantas casi siempre *herbáceas*, de *hojas sin estípulas* y *flores* ♀, o unisexuales o neutras por aborto normal; estas flores constan

(*) Para acción del café y demás bebidas aromáticas en el organismo, véanse mis *ELEMENTOS DE ANATOMÍA Y FISIOLÓGIA HUMANAS*, octava edición, página 244, y *ELEMENTOS DE HIGIENE*, sexta edición, página 128.

(**) Véase *ELEMENTOS DE HIGIENE*, octava edición, páginas 63 y 95.

de (5 S) + (5 P) + (5 E) + (2 C^a), la *corola* puede ser *flosculosa* (fig. 400) o *ligulada* (fig. 404); los E son *singenésicos* (fig. 412) y el *fruto aquenio* (figs. 673 y 674). *Inflorescencia en cabezuela* (figs. 675 à 677).

Comprende tres tribus principales:

TUBULIFLORAS, cuyas cabezuelas están constituidas sólo por *flósculos* (figura 676). Comprende: la alcachofa o alcaucil (*Cynara Scólymus*); el cardo



Fig 675.—Una cabezuela vista exteriormente.

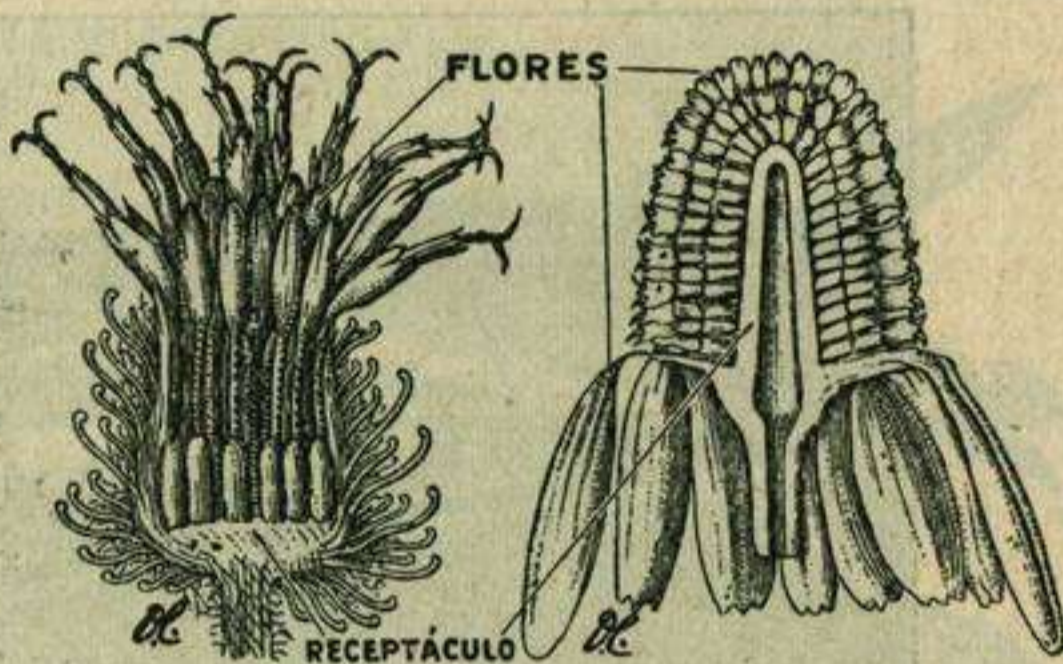


Fig. 676

Fig. 677.

Dos tipos de cabezuela cortadas longitudinalmente.

de comer (*Cyn. Cardúnculus*); los cardos corrientes (*Cárdus cripus*, etc.); el *lampazo* o *bardana* (*Láppa májor*, etc.), cuyas cabezuelas (*pegas*, *lapas* o *amores*) se adhieren a la ropa, etc., por tener las brácteas ganchudas (figura 676); el cártamo o alazor (*Cárthamus tinctórius*), cuyas flores tiñen de amarillo y se utilizan para adulterar el azafrán; el azulejo (*Centaurea Cyanus*), de flores azules y comunísima en los sembrados; el ajenjo (*Artemisia Absinthium*), de intenso sabor amargo y utilizado para preparar el licor de su nombre y el *vermut* (*). Las cabezuelas pulverizadas de otras varias especies del género *Artemisia*, pero principalmente las de la *A. pauciflóra*, que vive en las regiones esteparias del Turquestán y de Siberia, constituyen el vermífugo llamado *santónico*, conocido con el nombre vulgar de *semen-contra*; el principio activo de todas estas especies es la *santonina*.



Fig. 678.—Rama con flores de *Sénecio Jacobæa* o hierba de Santiago.

RADIADAS.—Cabezuelas constituidas por flósculos en el disco y semiflósculos de 3 dientes en la periferia (figs. 675, 677 y 678); las especies principales son: la margarita; chirivita o bellorita (*Béllis perénnis*); la hierba cana (*Senécio vulgáris*); la hierba de Santiago (*S. Jacobæa*) (fig. 678); el árnica (*Árnica montána*), de usos tan conocidos;

(*) Véase ELEMENTOS DE HIGIENE, octava edición, página 130.

las cabezuelas pulverizadas del *Pyréthrum cynerariæfolium* (figura 680) y otras se utilizan como insecticidas con el nombre de polvo de piretrum o polvos insecticidas (*): actualmente se extraen de dichas cabezuelas varias sustancias químicas denominadas *piretrinas*, que son más activas que el polvo y que se emplean con gran éxito en disoluciones pulverizadas para los mismos fines que el polvo, para evitar que se apolillen las pieles y vestidos, etc. y contra numerosas enfermedades parasitarias de los vegetales: el cultivo (figura 681) puede hacerse en muchas regiones de España actualmente improductivas, como los páramos de Burgos, etcétera, pues es planta que resiste bien las bajas temperaturas y no es exigente en suelo. Son también Ra-



Fig. 679.
Hoja y flores
de *Taraxacum dens-*
Leónis.

diadas la manzanilla común (*Matricaria Chamomilla*); la caléndula, flamen-

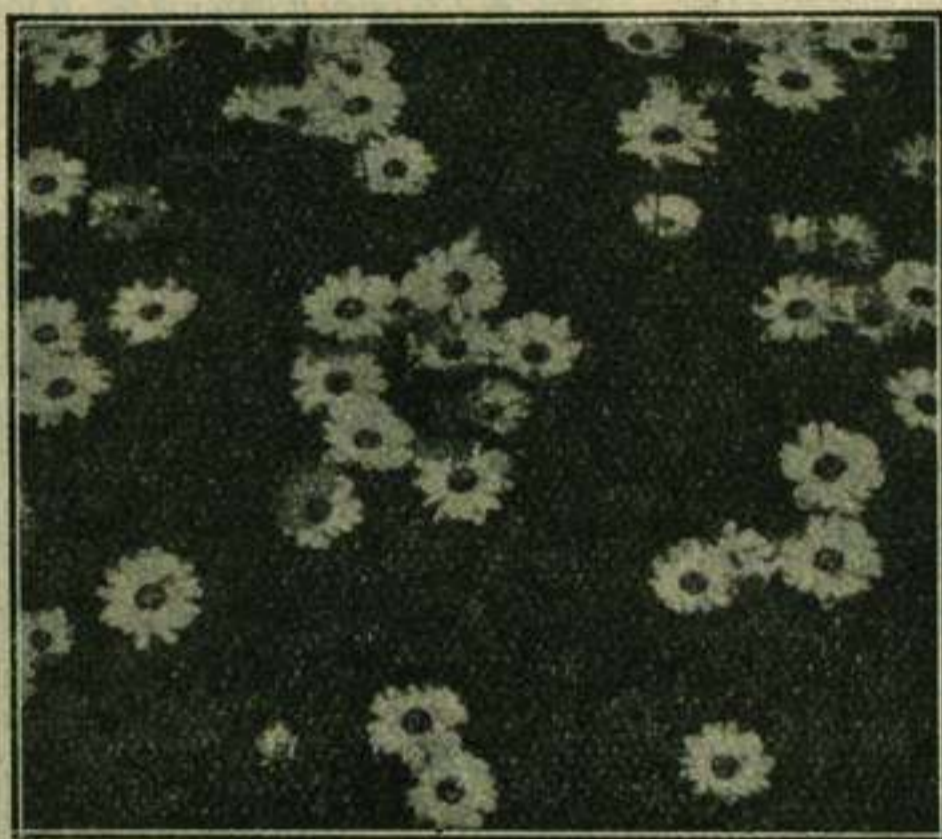


Fig. 680.—Cabezuelas de *Pyréthrum cynerariæ-*
folium.

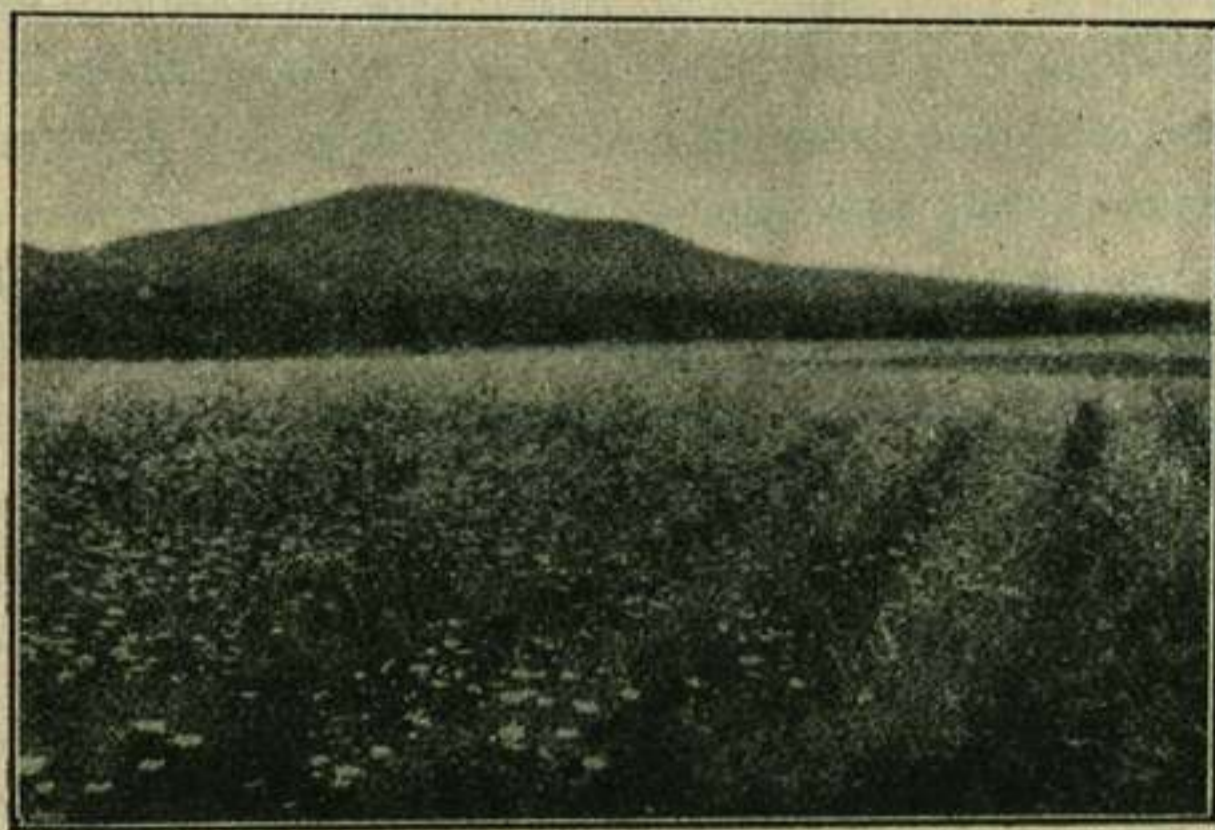


Fig. 681.—Una plantación de *Pyréthrum* en Dalmacia.

variabilis), originaria de Méjico, tiene raíces tuberosas (fig. 177) con gran cantidad de inulina (pág. 36); etc.

quilla o flor de muerto (*Caléndula officinális*); el girasol (*Heliánthus ánnuus*); la pataca (*H. tuberósus*), cuyos tubérculos son comestibles y se utilizan preferentemente para el ganado; ambas especies son de América y se desarrollan muy bien en España; la dalia (*Dáhlia*

(*) Véase ELEMENTOS DE HIGIENE, octava edición, página 44.

LIGULIFLORAS.—Cabezuelas formadas exclusivamente por ligulas de cinco dientes (*fig. 679*). Comprenden: el cardillo (*Scólymus Hispánicus*), especie espontánea en casi toda España, y cuyas hojas jóvenes, principalmente el nervio medio, se comen cocidas en ensalada; el amargón o diente de león (*Taráxacum Dens-Leónis*) (*fig. 679*), es también especie espontánea y muy común en toda España; la achicoria (*Cichórium Íntybus*) (*fig. 682*), cuya raíz tostada sirve para falsificar el café; la lechuga (*Lactuca sativa*) y la escarola (*L. Scariola*), etc., tienen hojas rizadas que, cuando son jóvenes, se comen crudas en ensalada: haciendo incisiones en los tallos de la *L. sativa* y de otras varias especies de *Lactuca*, se obtiene un látex que, después de seco, se conoce en el comercio con el nombre de *lactucario*, que tiene propiedades calmantes y narcóticas.



Fig. 682.—Flores de achicoria (*Cichórium Íntybus*). (Fotografía O. Cendrero).

3

Lee 44 (21)
27

FITOGEOGRAFÍA

Según indica la etimología de la palabra (de *fyton* y *Geografía*, es decir, geografía de los vegetales), la *Fitogeografía* es la parte de la Botánica que tiene por objeto el estudio de la distribución de los vegetales en la superficie de la Tierra. Por esto se la denomina también *Geografía Botánica* o *Geobotánica*.

Centro de origen y área de dispersión.—Se admite corrientemente que las diversas especies vegetales han tenido su origen en un primer individuo y que los descendientes que éste ha ido originando, se han repartido cada vez más lejos del lugar donde se originaron, pues de haber vivido muy cerca unos de otros, el alimento hubiera sido insuficiente para todos. El punto donde se supone que tiene su origen la especie se denomina *centro de origen* o *centro de dispersión* de la especie, y se llama *área de dispersión* o de *distribución geográfica* de la misma, la superficie de terreno limitada por una línea que se traza uniendo todos los puntos extremos donde fué encontrada la especie. Ordinariamente se considera que el centro de origen de una especie se encuentra donde ésta se presenta con los caracteres más típicos o puros y porque hay mayor número de individuos de la misma.

Factores que limitan la dispersión.—Aunque hay algunas especies que no tienen el área de dispersión limitada, es decir, *que se encuentran en todo el mundo* o son *cosmopolitas*, la mayor parte, sin embargo, tienen un *área de dispersión limitada*: entre las especies cosmopolitas pueden citarse algunas *Spirogyra*, *Chara*, la *Úsnea barbata*, la *Capsella bursa-pastoris*, etcétera. Las causas de la limitación de las especies, son varias; pero la principal es la existencia de *barreras naturales* que los vegetales no pueden franquear a causa de las desfavorables condiciones que para su vida reinan en ellas.

Las grandes barreras naturales son: *el mar*, para la mayor parte de los vegetales terrestres; *la tierra*, para los vegetales marinos. Dentro de cada uno de estos medios biológicos, existen otras barreras que pudiéramos llamar

secundarias comparativamente con las citadas, pero que son también infranqueables. Estas barreras secundarias son: en el mar, los grandes fondos marinos, que no pueden ser habitados por seres neríticos, (*) y a la inversa; y en tierra firme, las montañas, el suelo y el clima, que son, en unión de la distribución de los vegetales en otras Eras Geológicas, los factores que regulan las grandes líneas de la repartición de los vegetales.

No es posible hacer el estudio de todos estos factores, por lo cual me limitaré a decir unas palabras sobre los más importantes que, circunscribiéndome a tierra firme, son: los *factores geológicos*, los *geográficos*, los *climáticos* y los *edáficos*.

FACTORES GEOLÓGICOS.—Se comprende fácilmente que la distribución de los vegetales en las épocas geológicas anteriores a la actual tiene que influir enormemente en la distribución de los vegetales que hoy viven, puesto que éstos derivan o proceden de aquéllos. Por otra parte, todas las vicisitudes por que hayan pasado los continentes e islas a través de las distintas épocas geológicas, tienen que haberse reflejado en la distribución de los vegetales. Pondré algunos ejemplos concretos para aclarar este punto. Según Wegener (**) los actuales continentes estuvieron unidos en un continente único hasta el Período Carbonífero (***), correspondiente a la Era Primaria. En Eras sucesivas, las tierras firmes fueron separándose por este orden: América, Antártida y Australia, que forman hoy unidades geográficas independientes: por último, la India se unió a Asia, de la que estaba antes separada por un mar poco profundo. Pues bien, estos diversos cambios geológicos, tienen que traducirse en cambios de la vegetación y así tenemos que Australia, por ejemplo, que se separó del resto de los continentes al final de la Era Secundaria (en el Período Cretácico) tiene una flora típica (es decir, propia de ella) y que ya no se encuentra en el resto del globo: conserva, digámoslo así, la flora que había en el Cretácico, con las naturales variaciones debidas a la evolución y a la influencia del hombre.

FACTORES GEOGRÁFICOS.—Las barreras citadas antes, tales como los mares, las montañas, especialmente las grandes montañas, y también otras barreras, como los desiertos, etc., constituyen obstáculos que ordinariamente son infranqueables para las especies vegetales. Se exceptúan aquellas especies cuyos frutos o semillas tienen medios propios de diseminación, como los vilanos, por ejemplo, los cuales permiten que el viento los lleve a enormes distancias. También se exceptúan los que flotan en el agua y resisten bien en ésta a la alteración: así son transportados por los ríos al mar y en éste, por medio de las corrientes marinas, son trasladados a grandes distancias: re-

(*) Véase mi GEOLOGÍA, 6.^a edic., pág. 36.

(**) A. Wegener.—Geólogo y Geógrafo alemán contemporáneo, fallecido en 1931.

(***) Para la mejor comprensión de la teoría de Wegener, el significado preciso de estos términos y otros que enseguida se dirán, conviene que el alumno vea mi obra GEOLOGÍA, 6.^a edic., pág. 289.

cuérdese a este efecto que los atolls (*) se pueblan de abundante vegetación.

Entre los factores geográficos más importantes se encuentran la *latitud* y la *altitud*.

Latitud.—Es sabido que en Geografía se conoce con este nombre la distancia que hay desde un punto de la superficie de la Tierra hasta el Ecuador, contada en grados de su meridiano. Los factores climáticos de que luego se hablará, dependen en gran parte de la latitud, pues todo el mundo sabe que el calor, por ejemplo, va disminuyendo desde el Ecuador a los Polos.

Altitud.—Los factores climáticos dependen también en gran parte de ésta. El mismo calor de que acaba de hablarse, va decreciendo, en una misma región, desde el nivel del mar hasta las altas montañas.

FACTORES CLIMÁTICOS.—De los diversos elementos que caracterizan los climas, merecen destacarse el *calor* y la *humedad*.

Calor.—Es del dominio vulgar que cada planta necesita una temperatura determinada para vegetar vigorosamente: esta temperatura, que varía de unas plantas a otras, se llama temperatura *óptima*: en la calabaza y en el maíz, por ejemplo, dicha temperatura es de 33°C, mientras que en el trigo es de 28°C. Si la temperatura aumenta o disminuye, llega un límite pasado el cual la planta no puede resistir el exceso de calor o de frío, y muere si se prolonga mucho tiempo dicha temperatura: a estas temperaturas extremas se las denomina en conjunto *temperaturas cardinales* o *puntos críticos*, soliendo llamarse *cero específico* o *minimum* al límite inferior de resistencia, y *máximo* o *máximum*, al límite superior. En la calabaza el mínimo está a los 13° y el máximo, a los 46°; en el maíz a los 9° y 46°, respectivamente, y en el trigo a los 5° y 37°.

Esto explica por qué los dos primeros son *vegetales de verano*, mientras que el último es *vegetal de invierno*. Y esto explica también la distribución de las plantas en función de la temperatura: el trigo no podrá cultivarse en un clima o en una época cuya temperatura media sea superior a 37°: inversamente, el maíz no se desarrollará en un país o en una época cuya temperatura descienda con frecuencia de 9°.

Muchas plantas de los climas templados se adaptan a los fríos invernales porque en dicha época pasan a una especie de *letargo* o de *vida latente*, lo cual se reconoce en que las hojas caen durante este período invernal: estas plantas se denominan *tropófilas* (gr. *tropé*, cambio; *phyllon*, hoja).

Humedad.—La humedad de la atmósfera, y especialmente el régimen de lluvias, es de una importancia enorme en la vida de las plantas y en su distribución. Las lluvias abundantes y constantes, dan origen a grandes masas de vegetación, mientras que las lluvias escasas, originan zonas de vegetación muy pobre. Si la lluvia falta, la vegetación falta también, como ocurre en los desiertos.

(*) Véase mi GEOLOGÍA, 6.ª edición página 245.

Algunos vegetales de los climas cálidos se defienden durante la estación seca de la falta de lluvias, lo mismo que dije se defendían del frío, es decir, por medio de la caída de las hojas: como se ve, también en los climas cálidos hay vegetales *tropófilos*.

FACTORES EDÁFICOS.—Como su nombre indica, son los que dependen del suelo (gr. *édaphos*, suelo). Algunos autores los llaman también factores *pedológicos* (gr. *pédon*, suelo).

Como la mayor parte de los vegetales están íntimamente ligados al suelo, se comprende que las propiedades de éste tienen que influir en la vida de los mismos de un modo decisivo. Las dos propiedades esenciales del suelo son: su *constitución física* y su *composición química*.

Constitución física.—El tamaño de las partículas que forman el suelo es de importancia grande, no por dicho tamaño en sí, sino porque de él depende la humedad que los terrenos retienen. Ya se sabe (pág. 115) que las sustancias que principalmente forman el suelo son: la sílice, la caliza, la arcilla y el humus. De todas ellas, *la arcilla* es la más importante desde el punto de vista físico, puesto que de su mayor o menor abundancia dependen principalmente las propiedades de los suelos, tales como la cohesión y la permeabilidad; a más arcilla más cohesión y menos permeabilidad. Por esto las plantas que viven en terrenos arcillosos son de tipo *higrófilo* (pág. 116) (*fi-*

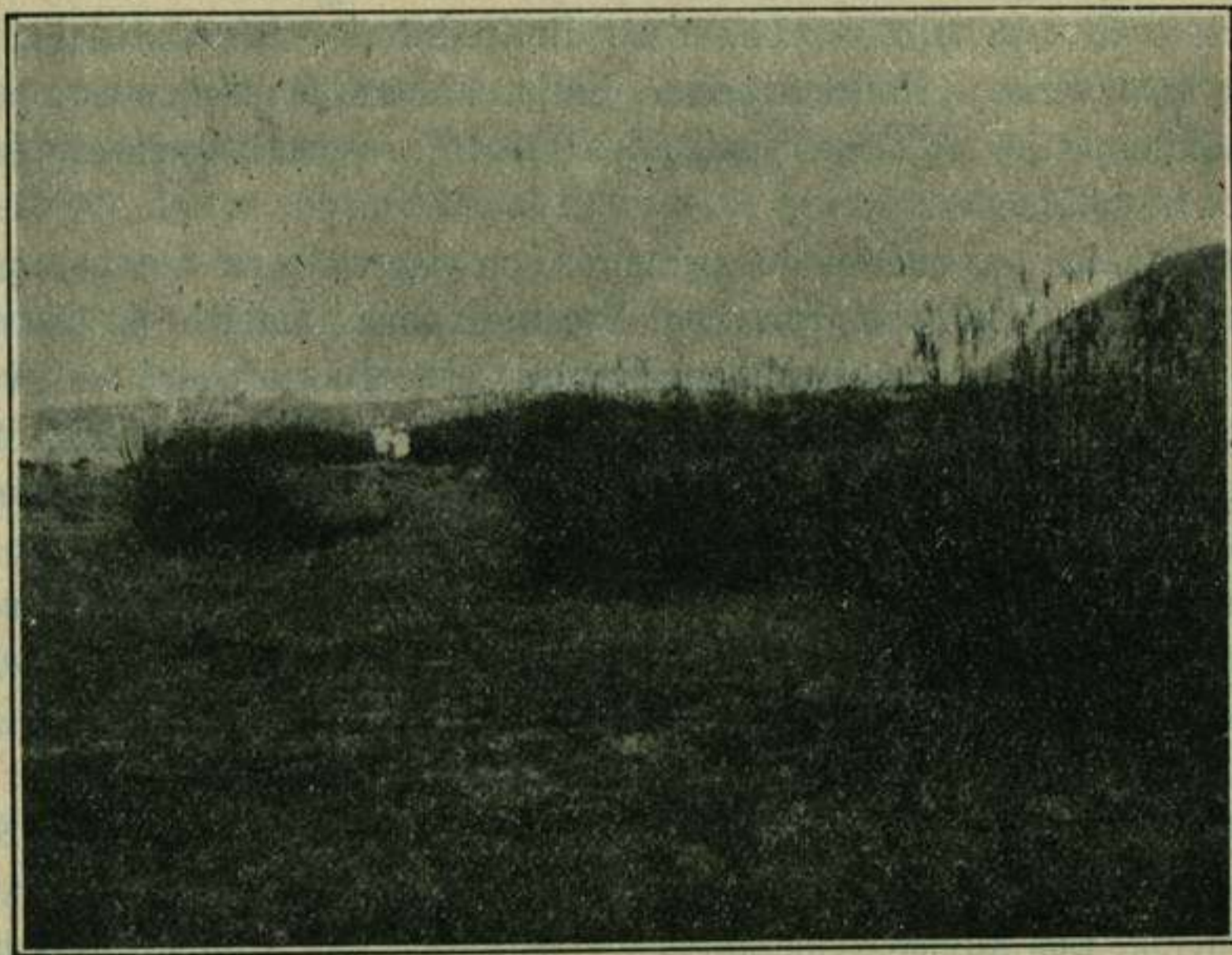


Fig. 683.—Vegetación higrófila, debida a la existencia de una capa de arcilla, en las dunas de la fig. 684. (Fot. O. Cendrero).

gura 683). Inversamente, los suelos arenosos son muy poco coherentes y muy

permeables, por lo cual la vegetación es de tipo *xerófilo* (pág. 116) (*fig. 684*).



Fig. 684.—Vegetación xerófila de las dunas de Berria (Santander). (Fot. O. Cendrero).

Composición química—Tiene también enorme influencia en la vida de las plantas. Ya se indicó (página 116) la importancia que tiene la presencia de

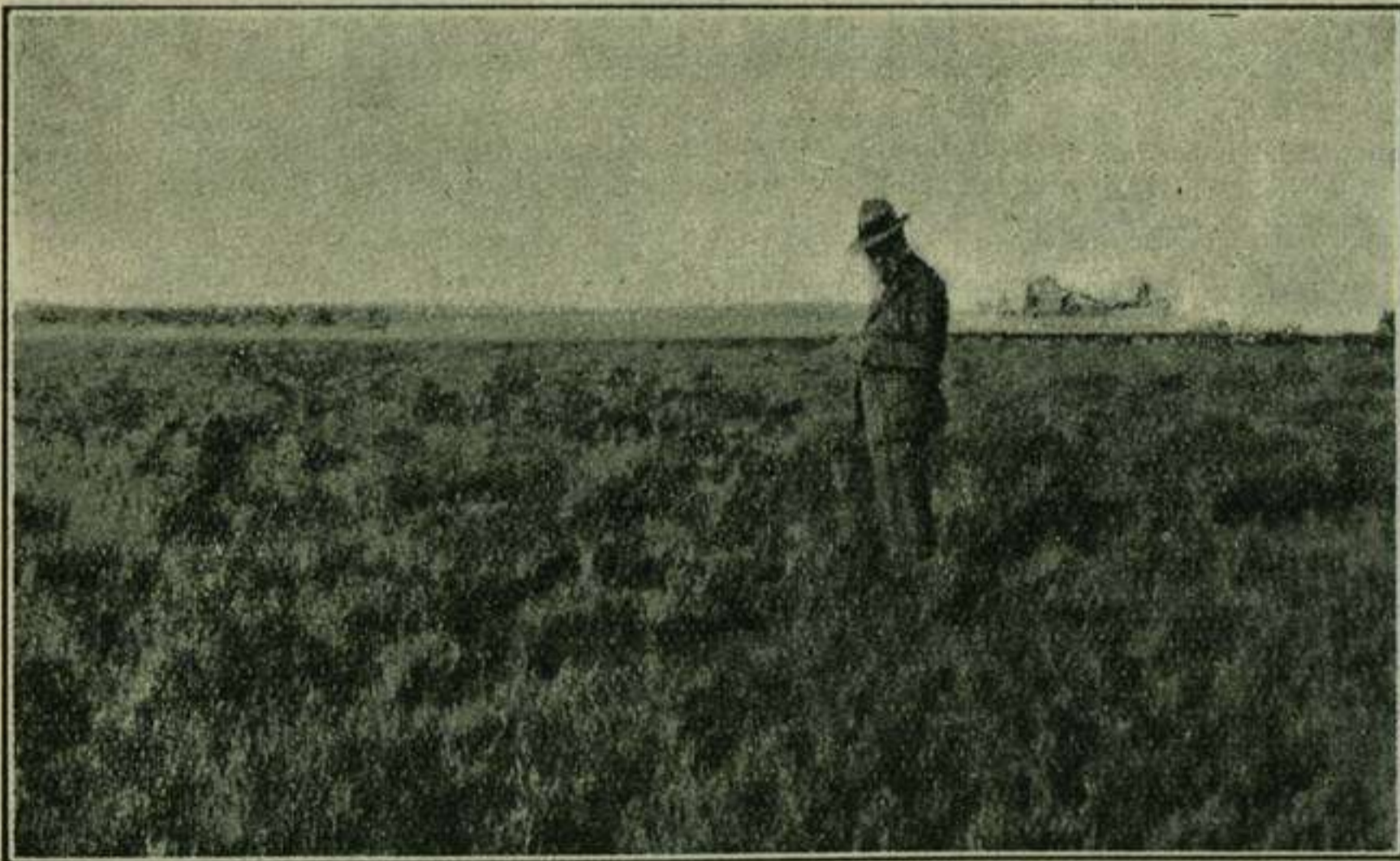


Fig. 685.—Vegetación halófila de las marismas de Bonanza (Cádiz). De «*Estudio sobre la vegetación forestal de la provincia de Cádiz*», por L. Ceballos y M. Martín Bolaños).

la sal. Pero así como hay plantas *halófilas* (*fig. 685*), existen otras que son

calcícolas (fig. 686) (lat. *calcem*, cal; *colére*, habitar; es decir, que viven en terrenos calizos), otras que son *silícícolas* (de *silice* o *cuarzo* y *colére*) (figura 350), otras que son *húmicolas* (hongos, etc.), y otras, por fin, que son *nitratófilas*, es decir, que viven preferentemente en los sitios donde abundan los nitratos, como ocurre, por ejemplo, con las ortigas, y, en general, toda la Familia de las Urticáceas (página 218).

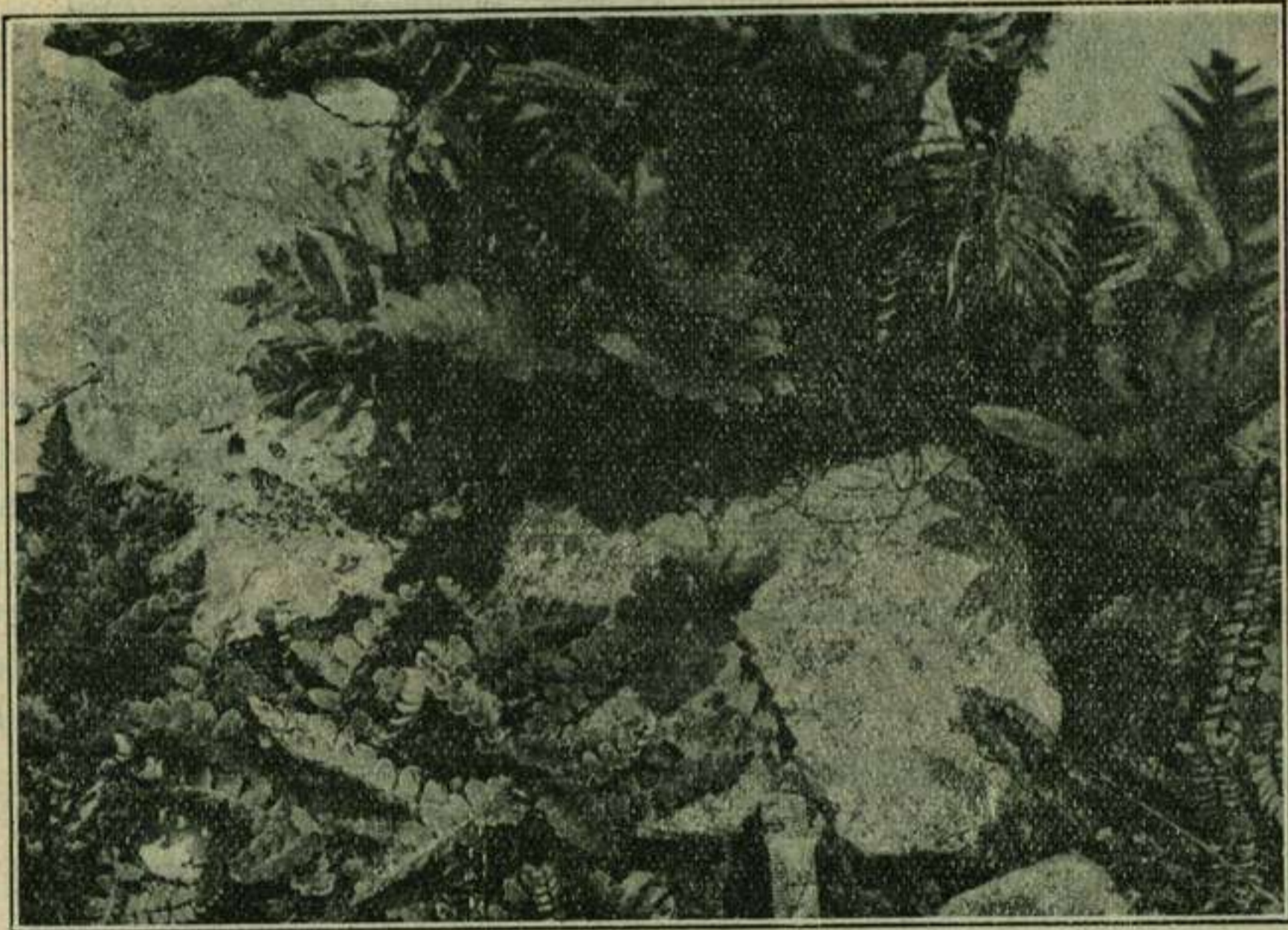


Fig. 686.—Estos helechos (*Geterach*, *Polypodium* y *Asplenium*) son plantas calcícolas porque viven entre las grietas de una roca caliza. (Fotografía O. Cendrero).

Regiones botánicas o formaciones vegetales (*).—A las regiones botánicas clásicas no se las concede hoy tanta importancia como hace unos años, porque los rumbos de la moderna Fitogeografía dan más valor a los factores de que acaba de tratarse que a los elementos florales que constituían las antiguas regiones, los cuales eran los que servían de base para las clasificaciones.

Pero antes de entrar en la moderna clasificación, conviene conocer el significado de algunos de los términos que hoy se emplean.

Con el nombre de *sinecia* se conoce una *agrupación* o *reunión constante* de plantas: este es el significado etimológico de la palabra (**), la cual proviene del griego *sinoikia*, que quiere decir acción de vivir juntamente (grie-

(*) Para más detalles y lo relativo a flora Ibérica, véase ELEMENTOS DE BIOLOGÍA GENERAL Y ESPECIAL, por E. Rioja y O. Cendrero, página 562 y siguientes.

(**) La palabra *sinecia* ha sido empleada por primera vez en Botánica por el ilustre geobotánico español contemporáneo Emilio H. del Villar.



Fig. 687.—Un pinar en la Provincia de Valladolid: obsérvese que no hay vegetación herbácea (pág. 276). (Fot. O. Cendrero).

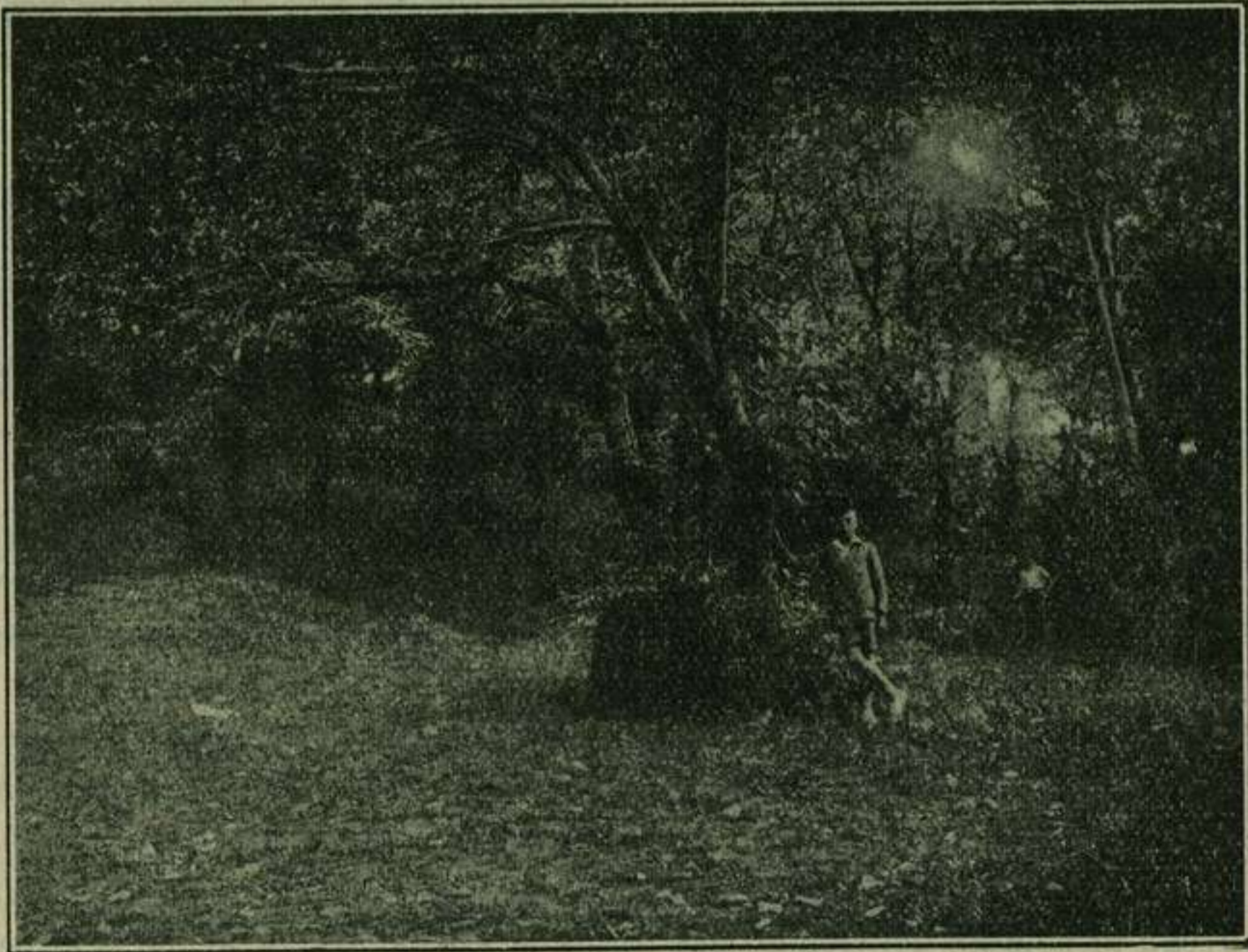


Fig. 688.—Un castañar en la provincia de Santander: obsérvese que al fondo abunda la vegetación herbácea (pág. 276). (Fotografía O. Cendrero).

go *syn*, con; *oikia*, casa). El estudio de las sinecias o *sineciología* constituye hoy uno de los capítulos más interesantes de la Fitogeografía, al cual se le ha denominado también *Sociología vegetal* o *Fitosociología*.

Las sinecias se dividen en dos grandes grupos: las *asociaciones* y las *formaciones*. Se llama *asociación* la reunión de plantas de la *misma especie*, y *formación* la reunión de plantas de *distinta especie*, pero que tienen *las mismas afinidades fisiológicas*, es decir, las mismas exigencias, las cuales se traducen en poseer el mismo o parecido género de vida. Ejemplo de *asociaciones*: el pinar (*figura 687*), el robledal, el castañar (*figura 688*), el tojal (*fig. 622*), el acebuchal (*fig. 647*), el hayedo (*fig. 689*), etc. Ejemplo de *for-*

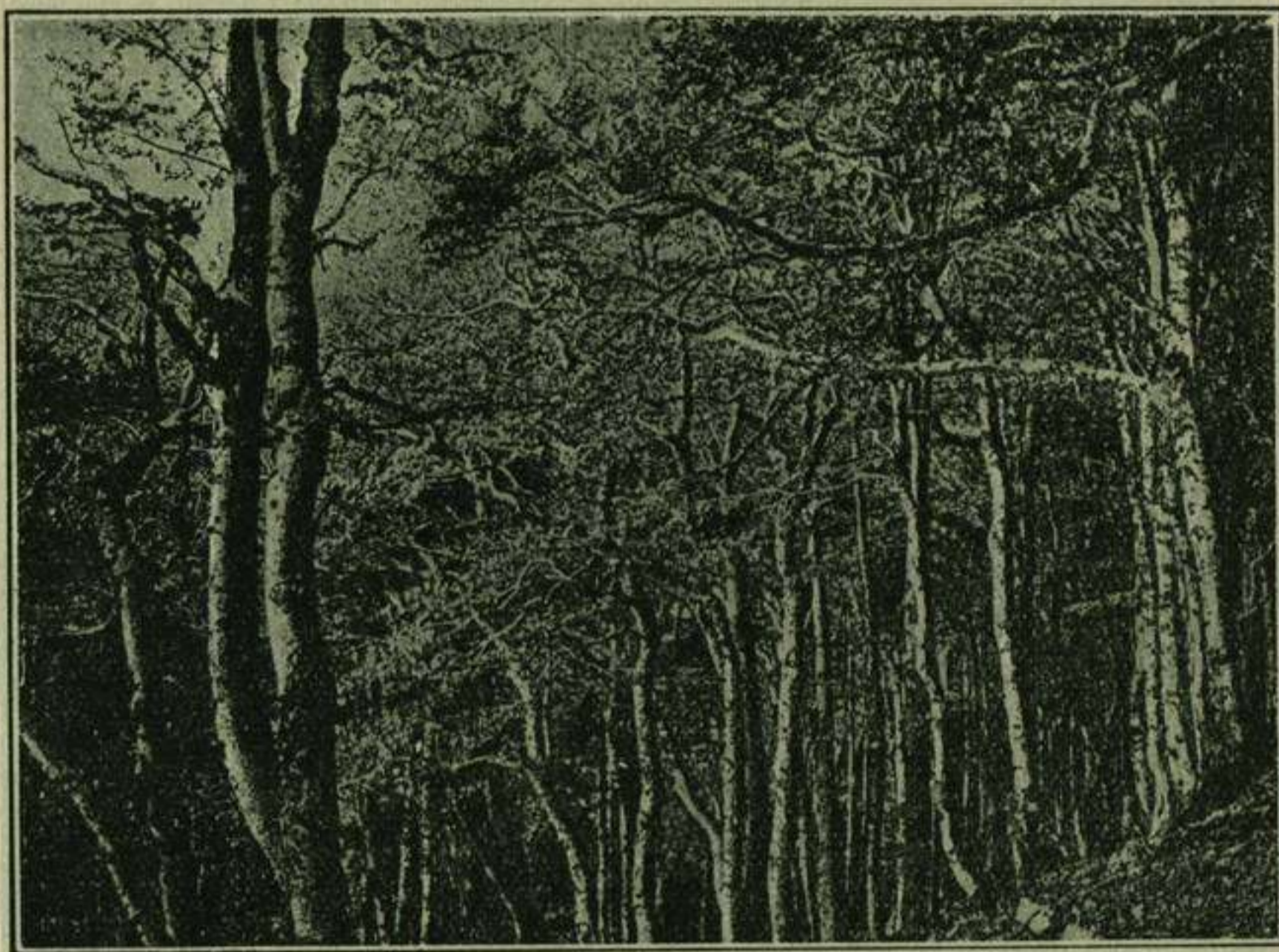


Fig. 689.—Un tupido hayedo en Córcega. (Fotografía Rubel-Uehlinger Vbr.).

maciones: el bosque, el soto, el matorral, el prado, la estepa, la sabana, etc.

Por acuerdos tomados en los modernos congresos Fitogeográficos internacionales, a todas las palabras que expresan sinecias, se las hace terminar en *etum*; pero para las *formaciones* se toma como radical o primera parte de la palabra, el porte o aspecto de las especies reunidas, y así se dice *arboretum* o reunión de árboles (de *árbor*, árbol), *herbetum* o reunión de *hierbas* (de *herba*, hierba), etc., mientras que en las *asociaciones* la desinencia latina *etum* se agrega al nombre del Género que forma la asociación, y el de la especie que la forma, se pone en genitivo: así, para designar una asociación de *Pinus Halepensis* (pág. 193) diremos *pinetum halepensis*, y a la de *Retama*

sphaerocarpa la llamaremos *retametum sphaerocarpæ*; etc., etc. Por la índole elemental de esta obra emplearé las denominaciones vulgares.

Tanto las formaciones como las asociaciones vegetales, son las que imprimen el sello típico a un país o a una región. Especialmente las formaciones por ser mayor su extensión y abundancia. Ellas serán las que servirán de base para la clasificación de que luego se hablará.

Entre dichas formaciones merecen citarse dos grandes grupos: las *formaciones forestales o de bosque* y las *formaciones herbáceas*. Las primeras están constituidas por plantas arbóreas y las segundas por plantas herbáceas. Se comprende, desde luego, que tiene que haber formaciones intermedias y que en muchos casos están asociadas dos o tres formaciones constituyendo lo que se llama *estratos o capas de vegetación*. Así vemos, en efecto, que no es raro que en los bosques se encuentren: 1.º los grandes árboles característicos de los mismos. 2.º los arbustos y matas leñosas. 3.º las plantas herbáceas (*figura 690*).



Fig. 690.—Estratos de vegetación en el Monte de Gamonal (Burgos). (Fot. O. Cendrero).

Dentro de los bosques pueden distinguirse, según los árboles que les constituyen, diversos tipos que no es posible describir, por lo cual citaré sólo aquellos de que se hablará más adelante y que son: 1.º los *higrófilos* de los climas tropicales y cálidos. 2.º los *xerófilos* de los mismos climas. 3.º los *tropófilos* de los climas templados y tropicales.

Los árboles *higrófilos* se caracterizan por su crecimiento continuo y por

sus grandes hojas: de todos ellos los más típicos son las palmeras, con su gran penacho de hojas (*figs. 539, 543 y 545*).

Los árboles *xerófilos* son generalmente gruesos y de menor altura que los anteriores, poseen con frecuencia espinas y agujones y sus hojas son pequeñas (*fig. 691*).

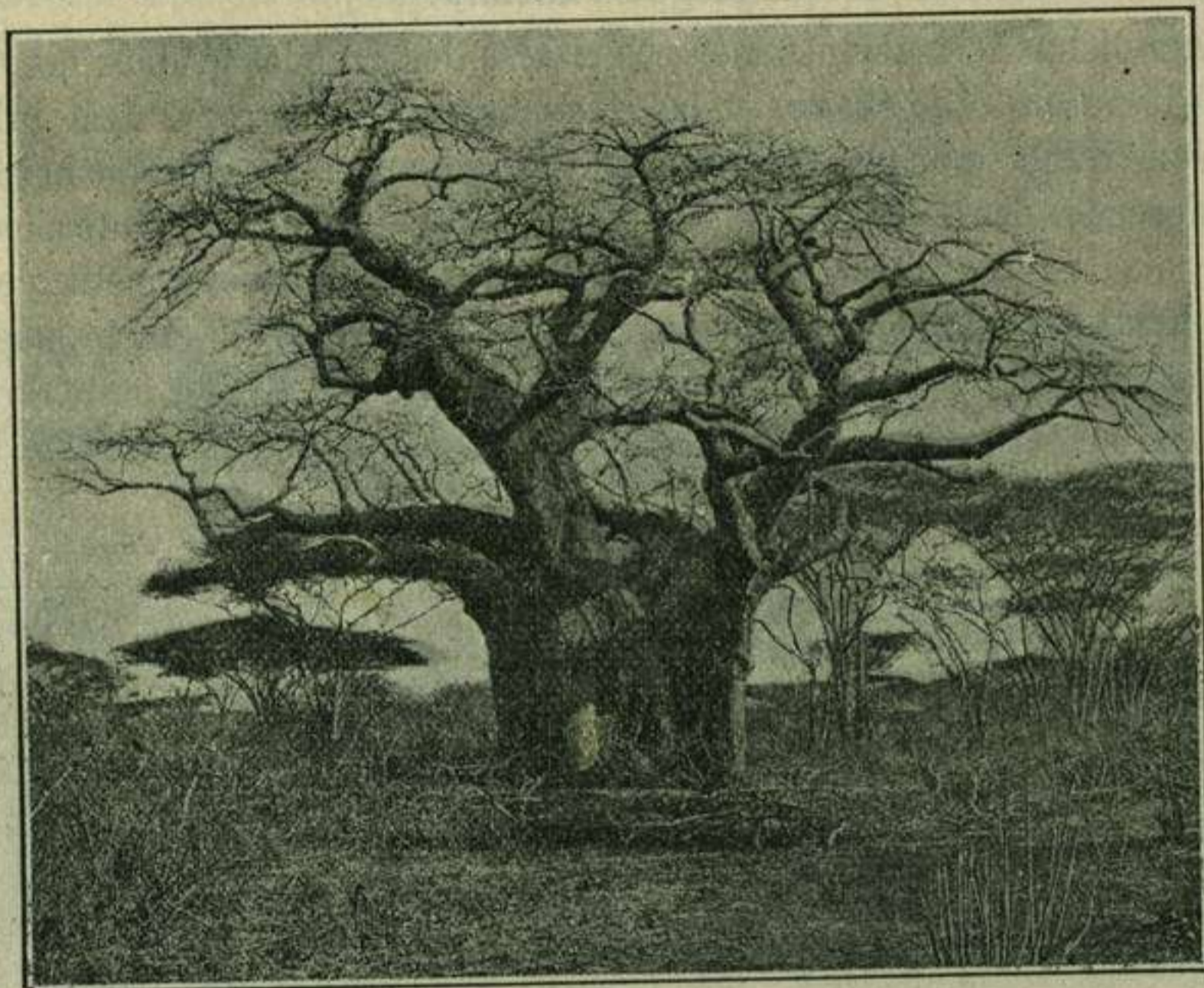


Fig. 691.—Vegetación xerófila y tropófila de Ugogo (África tropical) en la época de la seca. En el centro de la figura, un baobab (página 226) y en el fondo varias acacias aparasoladas. (De *Vegetationsbilder*).

Los árboles *tropófilos* se caracterizan por la caída de sus hojas, según se dijo (pág. 255) (*figs. 691, 694 y 695*).

El *matorral* es una formación muy típica de nuestro país, especialmente de la región mediterránea. Se caracteriza por estar constituida por matas y arbustos siempre verdes a los que se unen diversas plantas herbáceas, y, a veces, algunas arbóreas: en nuestro país suele llamársele también *monte bajo*, en oposición al *monte alto* que es el formado principalmente por árboles. En España es frecuente que coexistan el matorral y el monte alto (*figs. 690 y 692*).

La *pradera* es una formación herbácea uniforme y verde la mayor parte del año: es propia de los climas templados y consecuencia de un suelo o de un ambiente húmedos (*fig. 533*). Casos particulares de pradera son las *sabanas* y las *pampas*, propias de los climas cálidos y templados. Ambas son inmensas praderas de altas yerbas en las cuales predominan las de tipo xerófi-

lo, por lo cual las plantas son duras y con frecuencia el ganado no puede comerlas más que cuando son jóvenes. En la pampa no suele haber árboles (*fi-*

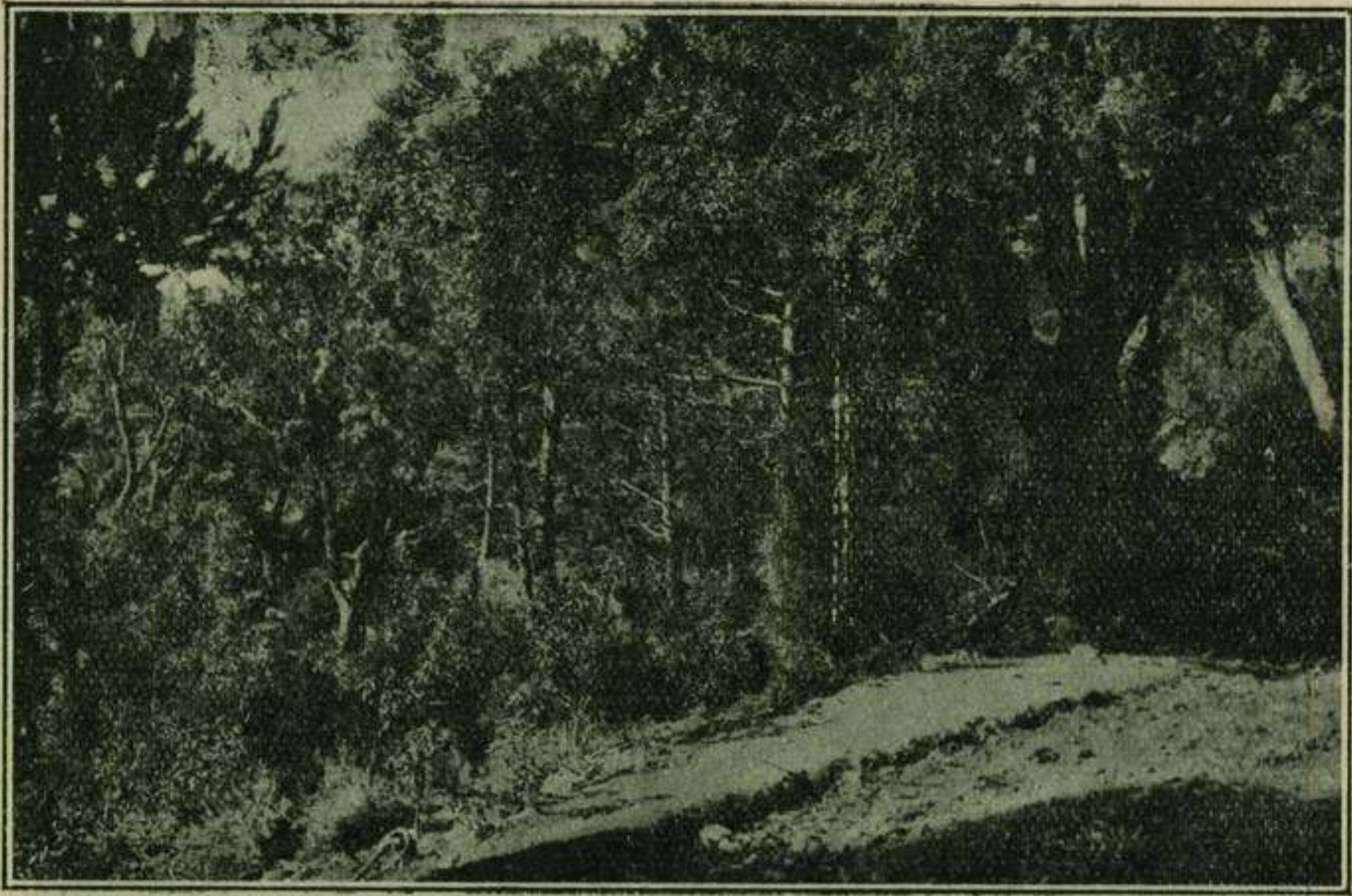


Fig. 692.—Monte alto y monte bajo en Benahavis (Málaga) (Fot. com. por el ing. Luis Ceballos).

gura 693). En la sabana existen con frecuencia algunos de carácter marca-

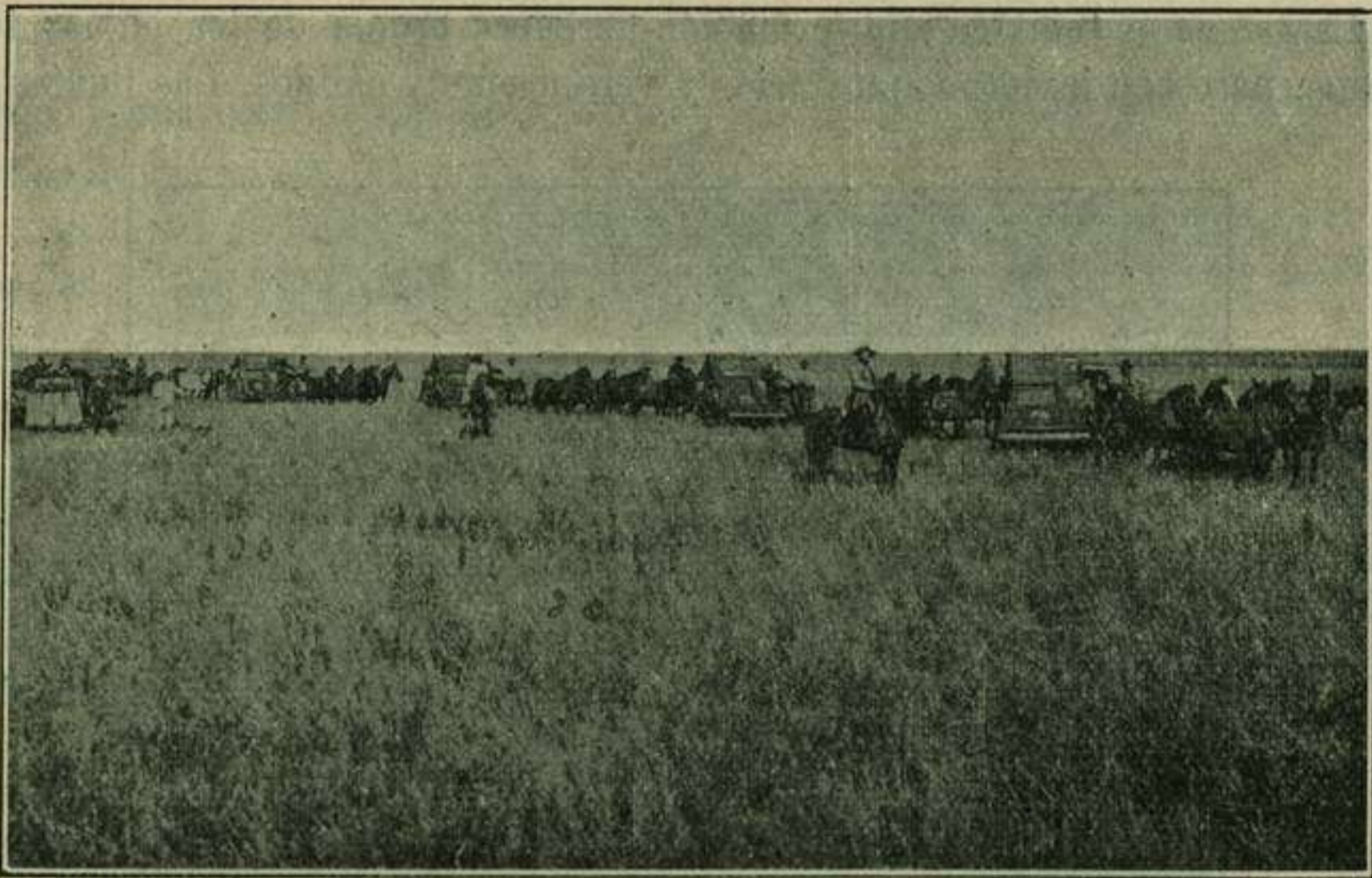


Fig. 693.—La pampa argentina como ejemplo de pradera. (Fotografía comunicada por el profesor argentino Dr. Víctor E. Miguez).

damente xerófilo (*figs. 694 y 695*). En ambas la hierba se marchita y muere en la época de la seca (incendios).

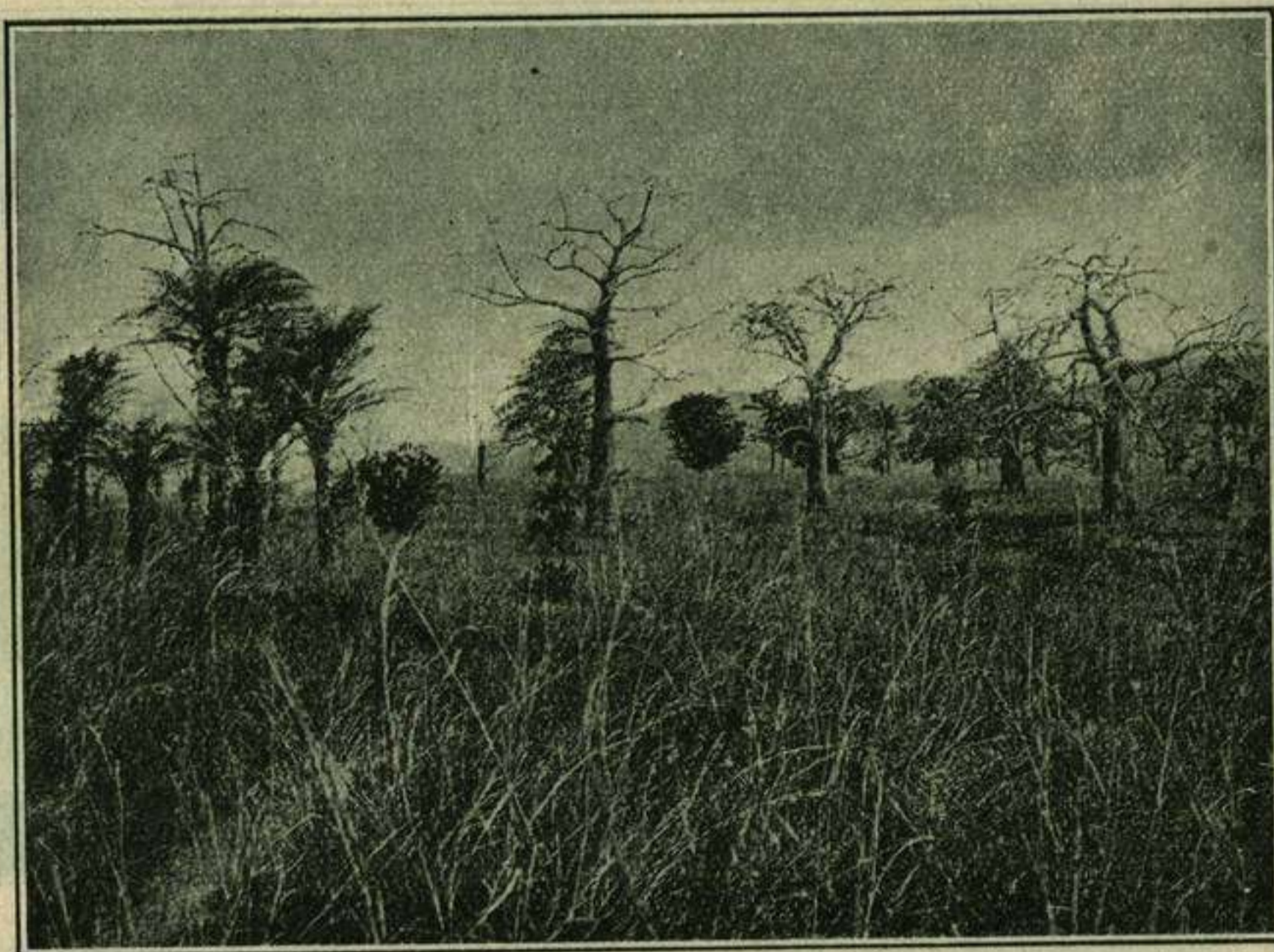


Fig. 694.—Vista general de la sabana arbolada de Boma (Congo) al final de la época de la seca. Los árboles sin hojas son baobab. (Fot. F. Winter Vbr.).

La *estepa* es también una formación herbácea propia de los climas templados, pero con inviernos muy fríos y veranos muy cálidos. Las lluvias son



Fig. 695.—La sabana brasileña o catinga, con un árbol característico en el centro (*Eriodendron Samauma*), de la misma familia que el baobab.

exiguas en ellas y la vegetación se desarrolla exclusivamente durante la primavera; pero siempre escasa. En el resto del año el paisaje es árido y desolado (*fig. 696*).



Fig. 696.— La estepa aragonesa de los Monegros (Zaragoza y Huesca) durante el invierno (Fot. O. Cendrero).

El *páramo* es parecido a la estepa pero se diferencia de ella en que suele haber alguna mata leñosa achaparrada: son propios de las regiones elevadas y frías de los países templados (*fig. 697*).

La *tundra* es una especie de pradera de los países circumpolares; pero las especies que la forman son, casi exclusivamente, los Musgos y los Líquenes (*fig. 698*).

Por último, *los desiertos* tienen aún menos vegetación que las estepas: las lluvias son todavía menores que en éstas, y en algunos no llueve nunca. Hay que distinguir dos tipos de desiertos: los de las *regiones tropicales y subtropicales* y los de las *regiones templadas*. De los primeros el más conocido es el Sahara (*fig. 699*) cuya vegetación es escasísima y de tipo xerófilo (*Euphorbia* cactiformes (*figs. 700 y 701*), etc.). De los segundos, los de Asia Central (Gobi, etc.) en los cuales el invierno es rigurosísimo: las plantas que predominan son algunas Quenopodiáceas de géneros próximos al *Salicornia* (pág. 220), como el saxaoul (*Halóxylon*) (*fig. 702*).

Merecen especial mención los desiertos de América del Norte (Estados Unidos y Méjico) a los que algunos autores modernos denominan también *se-*

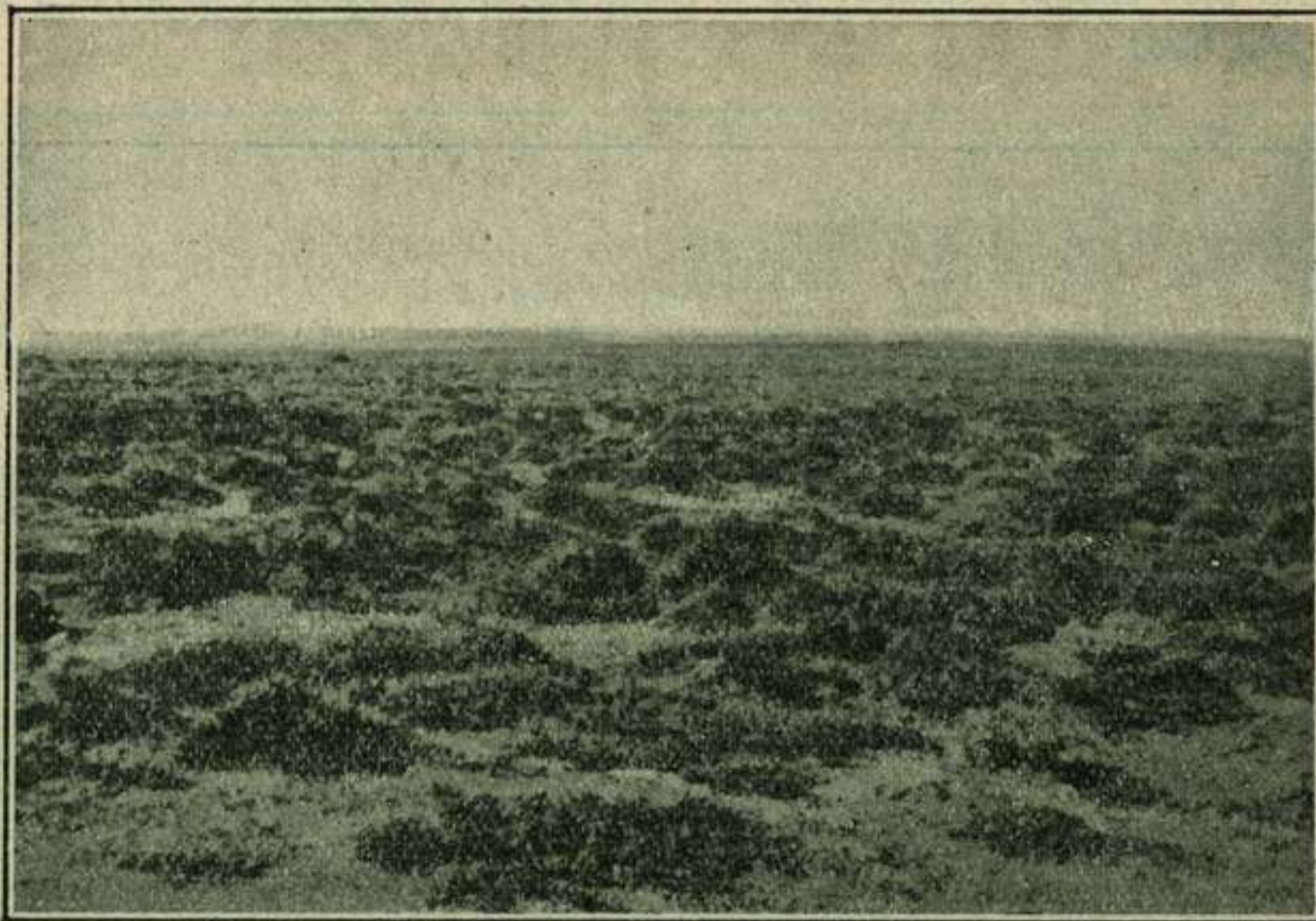


Fig. 697.—El páramo de Masa (Burgos). (Fot. O. Cendrero).

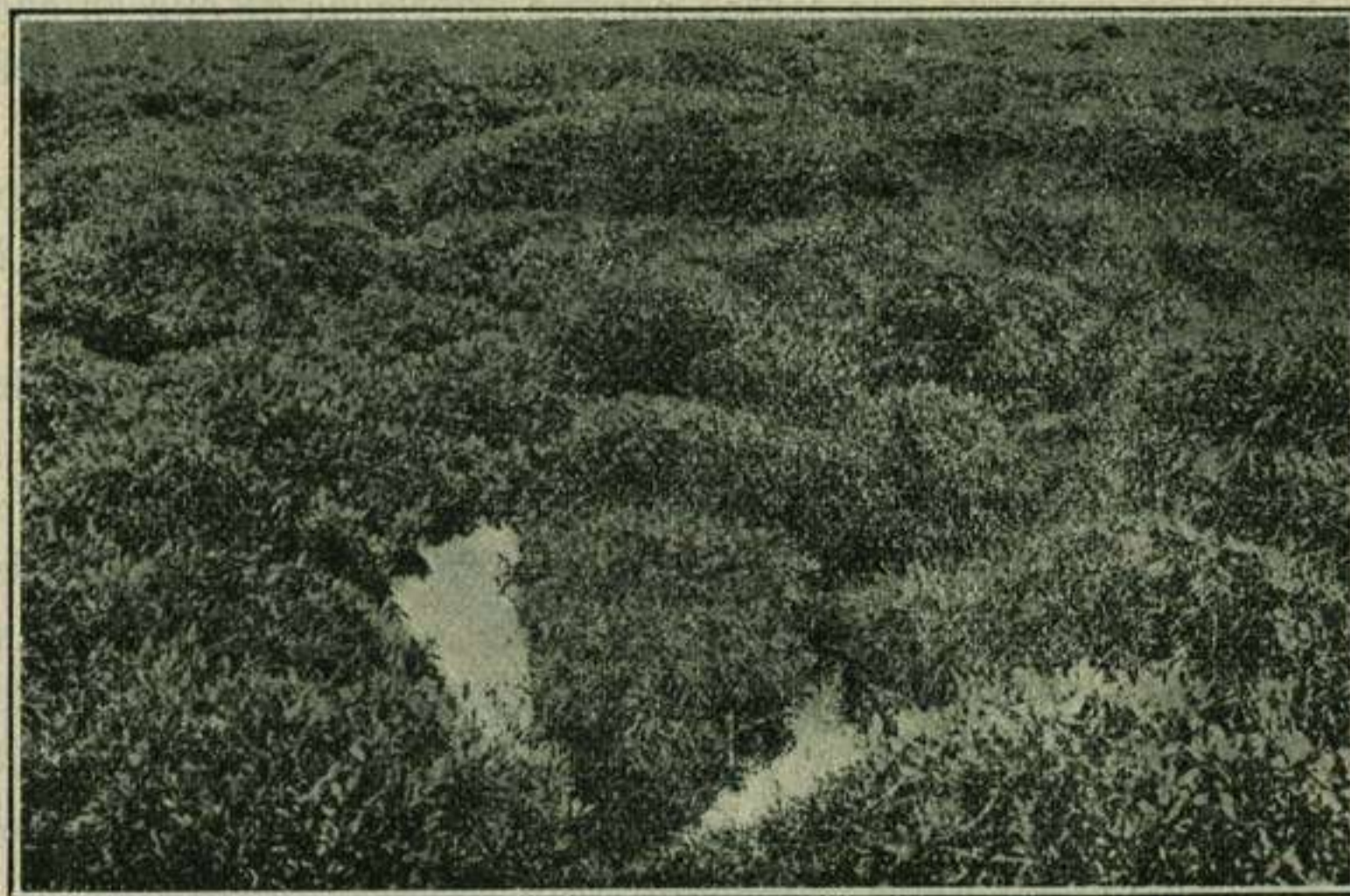


Fig. 698.—Tundra en Groenlandia. (Fot. H. Bachmann Vbr.).

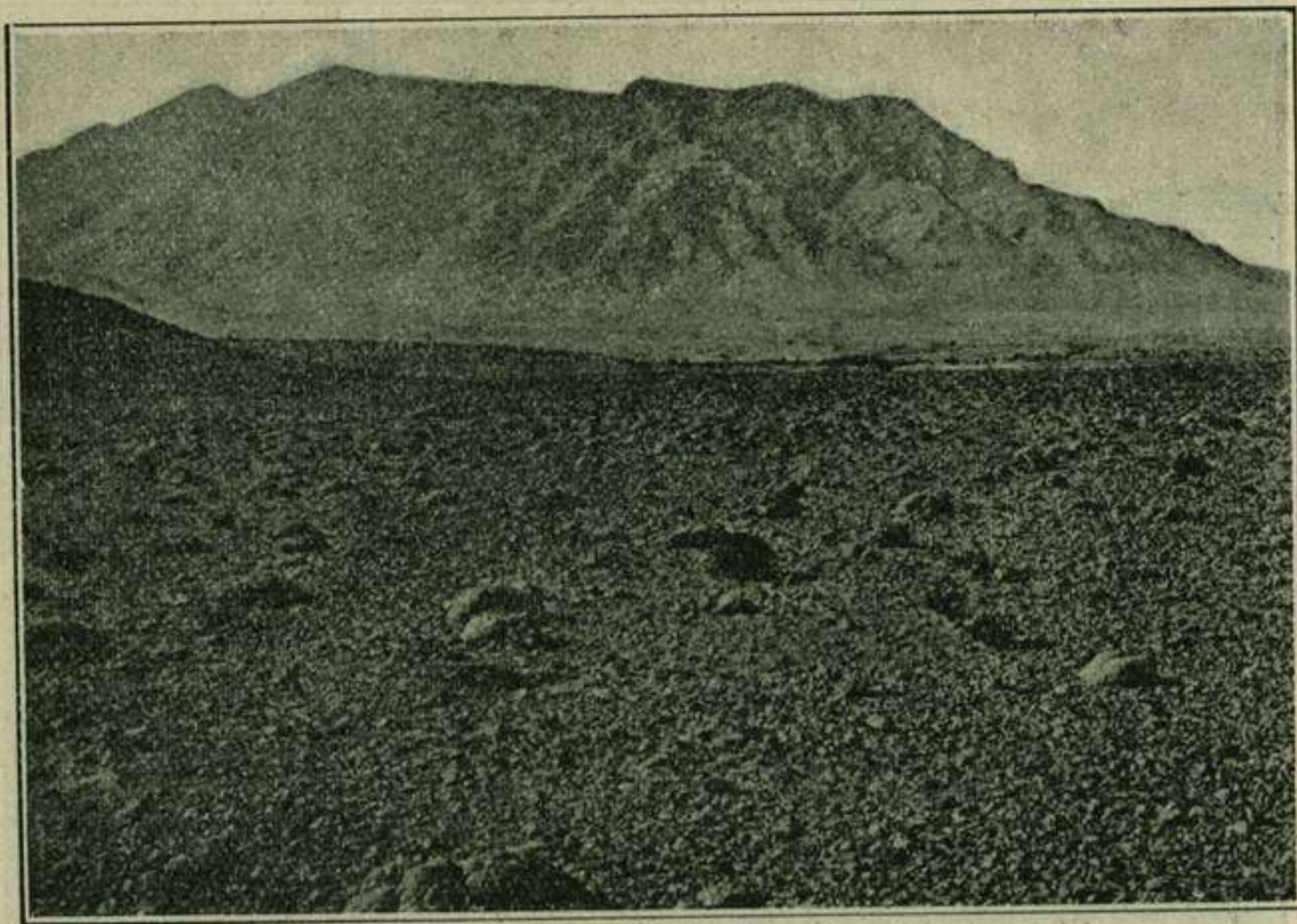


Fig. 699.—El Sahara Pedregoso en Argelia. (Fot. A. Heim Vbr.).

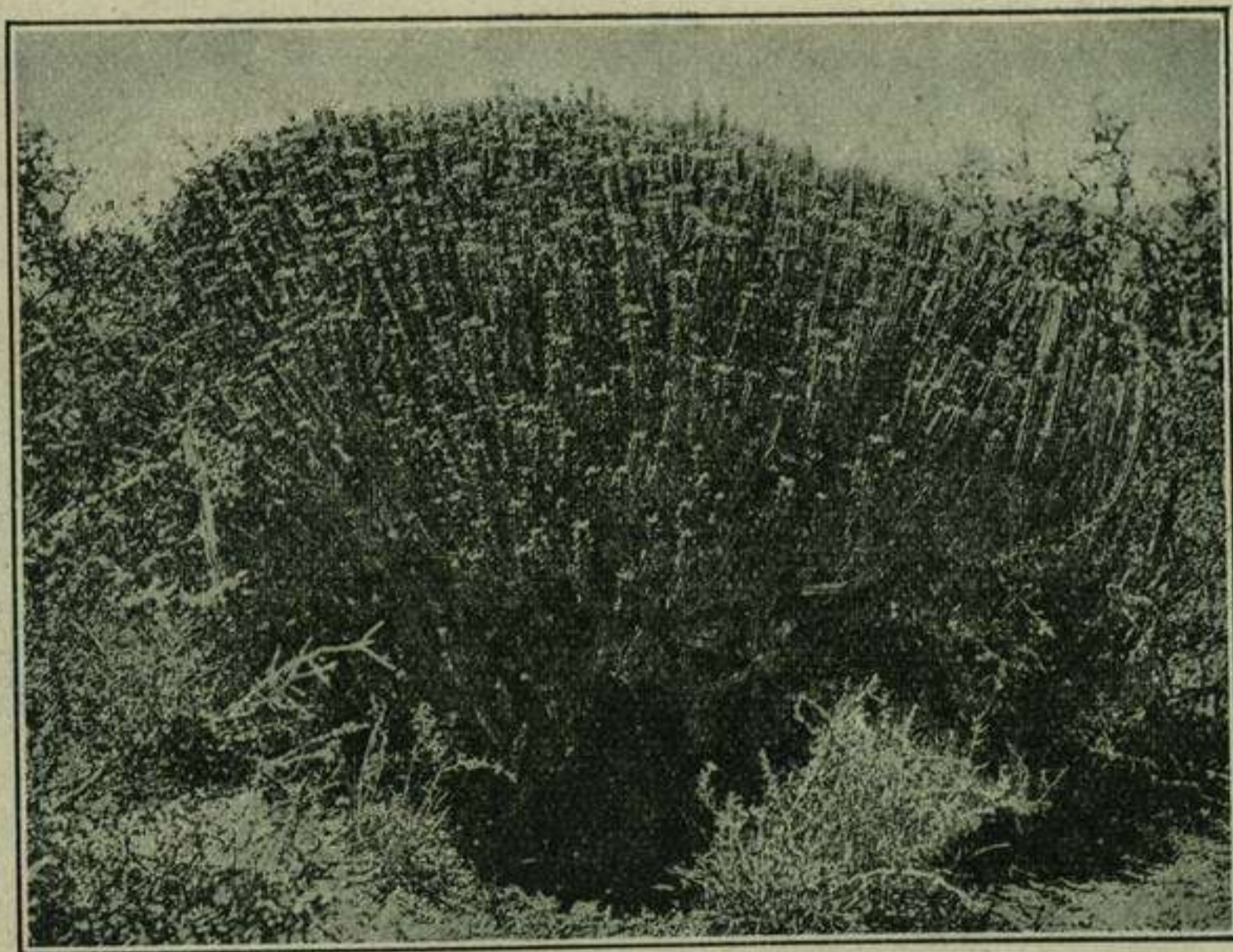


Fig. 700.—*Euphorbia heptagona* de un desierto del S. de África, como ejemplo de *Euphorbia* cactiforme. (Fot. J. Brunthaler Vbr.).

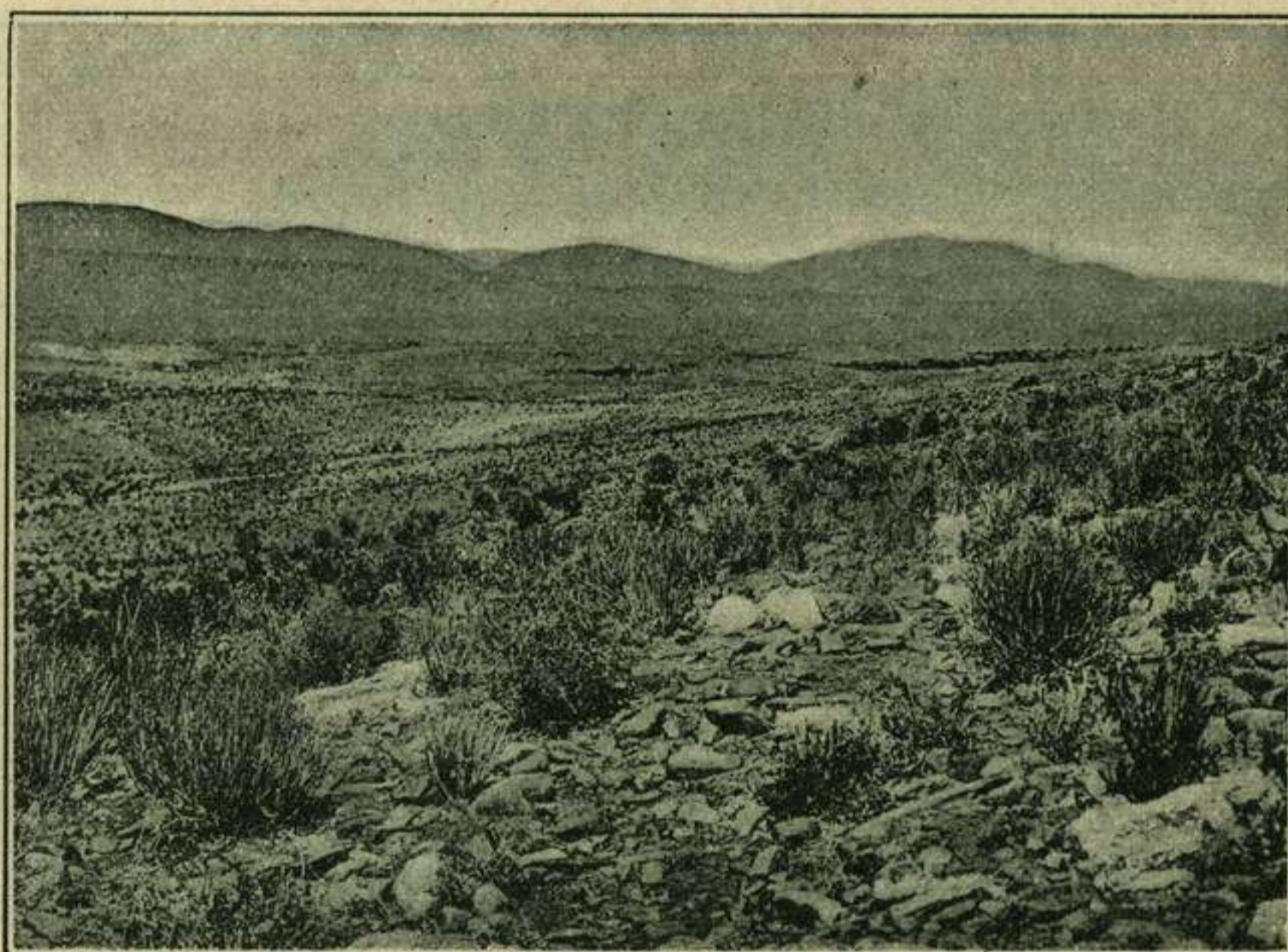


Fig. 701.—Vegetación de pequeñas *Euphórbia* de tipo cactiforme en un desierto pedregoso del S. de África, que ya es tránsito al semidesierto craso por la relativa abundancia de vegetación. (Fot. J. Brunthaler Vbr.).

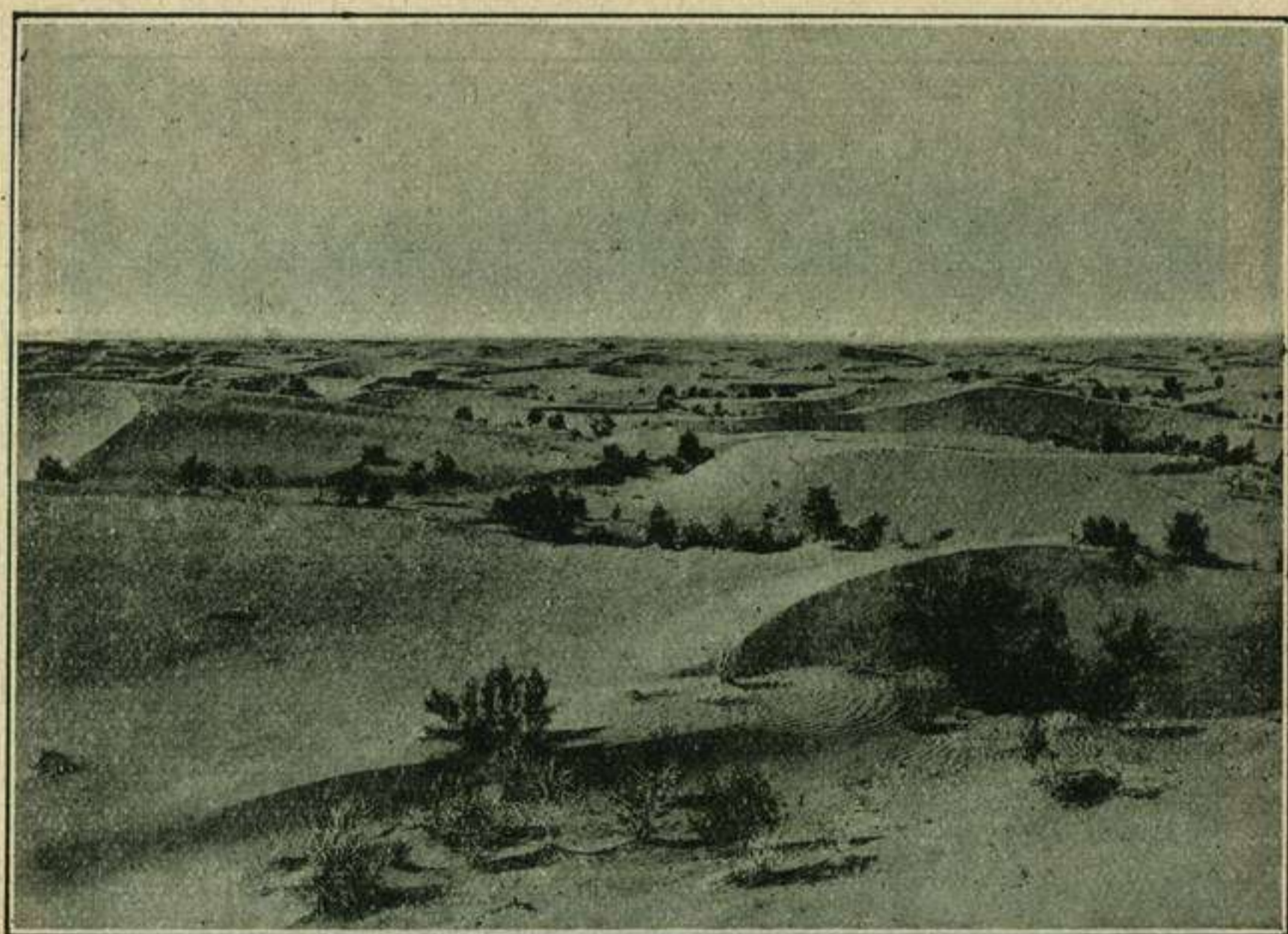


Fig. 702.—Vegetación de *Halóxylon*, etc. entre las dunas móviles de un desierto del Turkestán ruso. (Fot. E. A. Bessey Vbr.).



Fig. 703.—Cactáceas (*Echinocactus ingens*) del semidesierto craso de la cañada de Ixtapam, cerca de Tehuacán (Puebla-Méjico). (Fot. E. Stahl Vbr.).

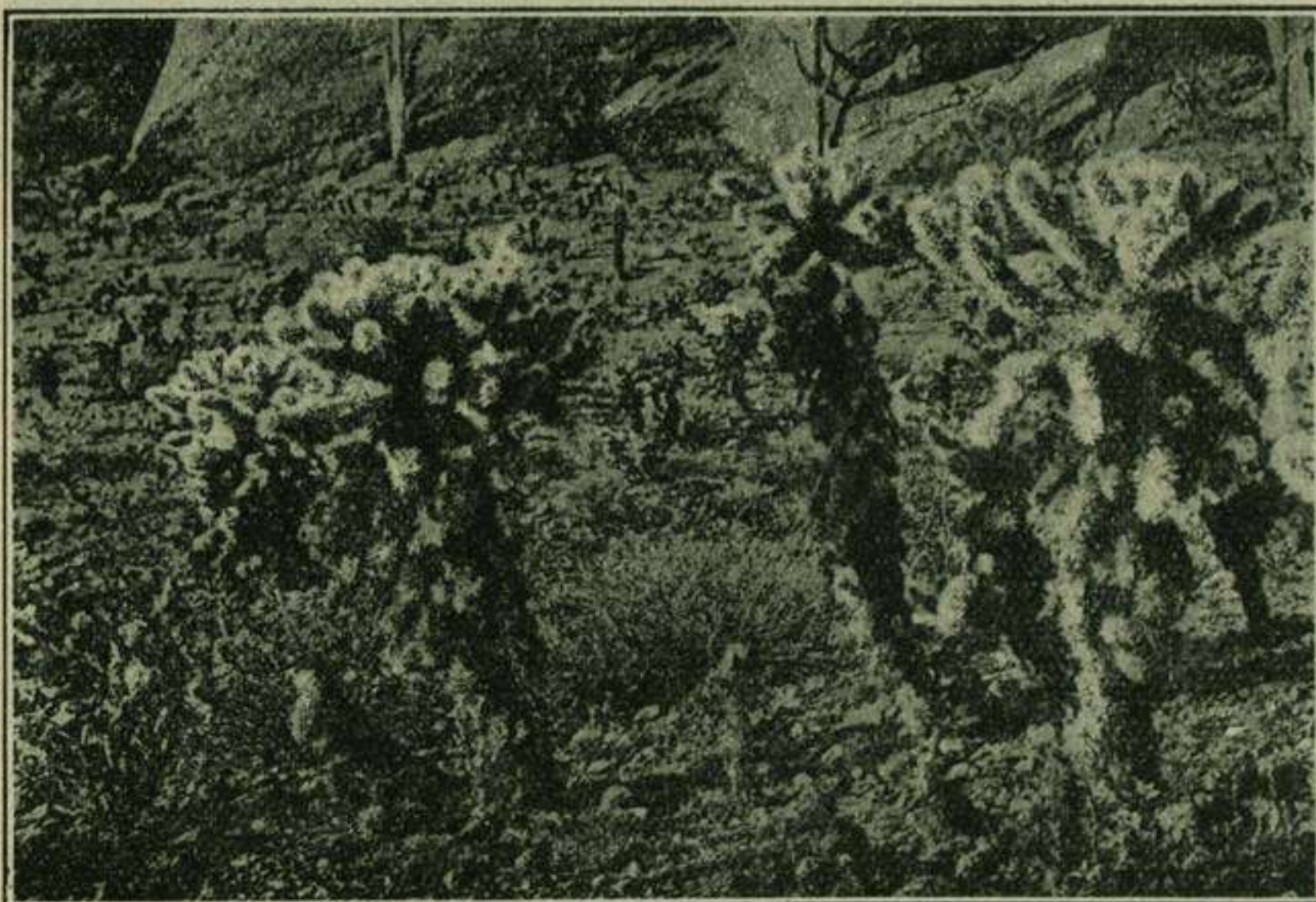


Fig. 704.—Cactáceas *Opuntia Bigelowii*: al fondo, *Cereus giganteus*) del semidesierto de Arizona (EE. UU. de N. A.). (Fot. C. A. Purpus Vbr.).

midesiertos crasos por la abundancia de plantas crasas, tales como las grandes Cactáceas, por ejemplo (*figs. 193, 207, 703 y 704*). El valle de Tehuacán (Puebla-Méjico), y las montañas próximas, puede considerarse como la región de este tipo más característica del mundo.

Todas las formaciones anteriormente citadas se llaman *continuas* o *cerradas* cuando todo el terreno está cubierto de la vegetación propia de la formación de que se trate, como, por ejemplo, la pradera en el Norte de España. Por el contrario, se llaman *discontinuas* o *abiertas* cuando hay zonas sin cubrir de vegetación o *calveros*, como también se dice: la estepa, por ejemplo, es tipo de esta formación (*fig. 696*).

Con las nociones que anteceden, ya se puede comprender bien el breve estudio que se hace a continuación de las principales formaciones, para lo cual agruparé éstas, de acuerdo con los tratadistas más autorizados, en las siguientes: *formaciones de los climas tropicales, formaciones de los climas subtropicales, formaciones de los climas templados y formaciones de los climas fríos* (*).

Formaciones de los climas tropicales.—Merecen citarse las *formaciones forestales* y las *formaciones herbáceas*.

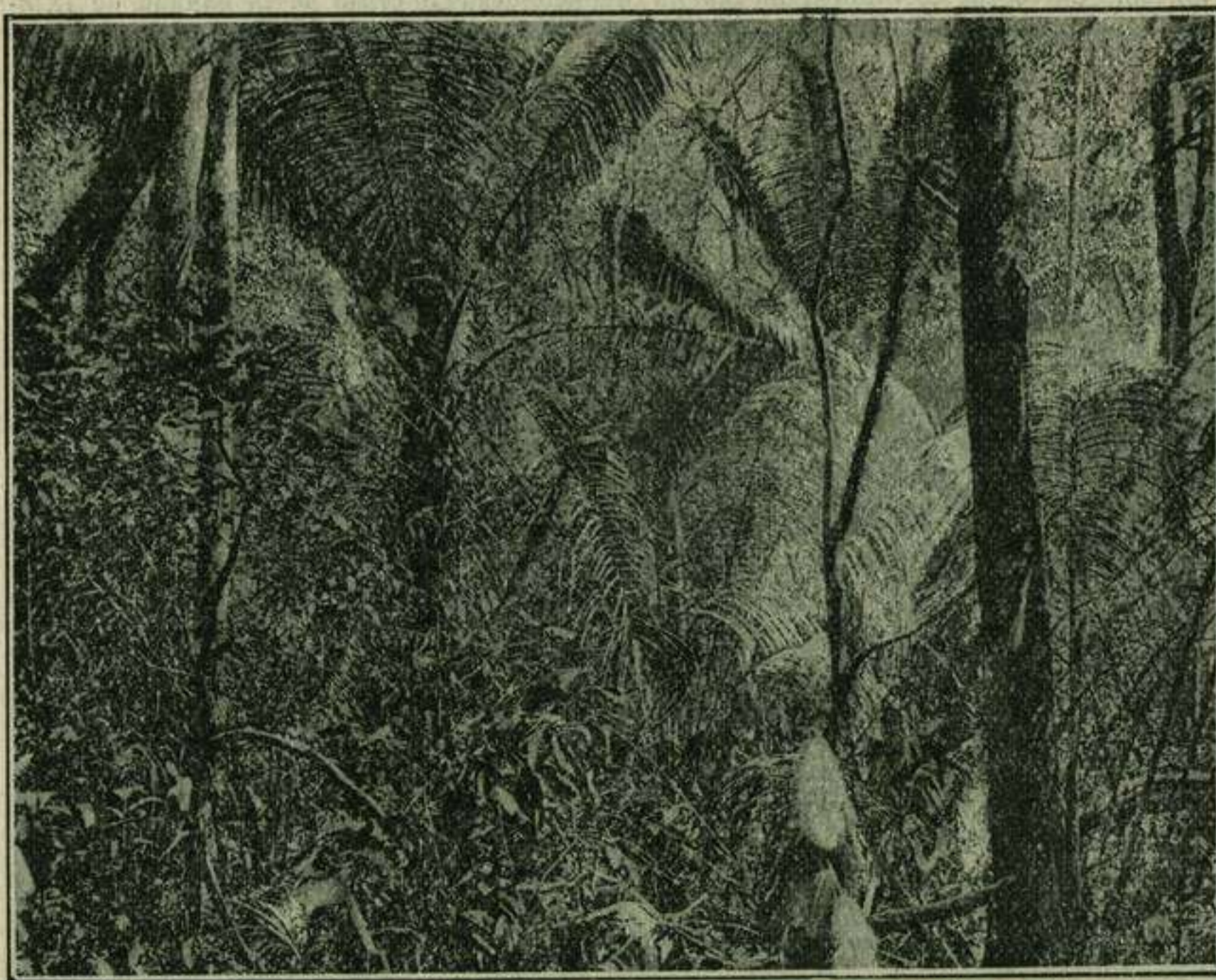


Fig. 705.—Selva virgen en el río Blanco (Bolivia), de la cuenca del Amazonas. (Fotografía Th. Herzog Vbr.).

(*) Para el estudio de los climas, véase mi obra *GEOLOGÍA*, 6.^a edición, *climas*, pág. 58.

FORMACIONES FORESTALES.—Comprenden dos tipos: el de la *selva ecuatorial* y el de la *selva tropical*.

La *selva ecuatorial* se llama también *selva virgen*, *selva o bosque de lluvias* y *selva húmeda*. Es el resultado de estos dos factores: temperatura elevada y lluvias abundantes. Esta selva (*fig. 705*) está siempre verde, es continua, muy densa, impenetrable muchas veces, debido no sólo a los grandes árboles que en ella habitan, sino a los estratos de vegetación formados por árboles menores, helechos arborescentes (*fig. 320*) y plantas herbáceas, unidos a las lianas (pág. 204) que entrelazan unos con otros, y a las plantas epifitas (pág. 84) que abundan extraordinariamente (*fig. 706*). Esta selva

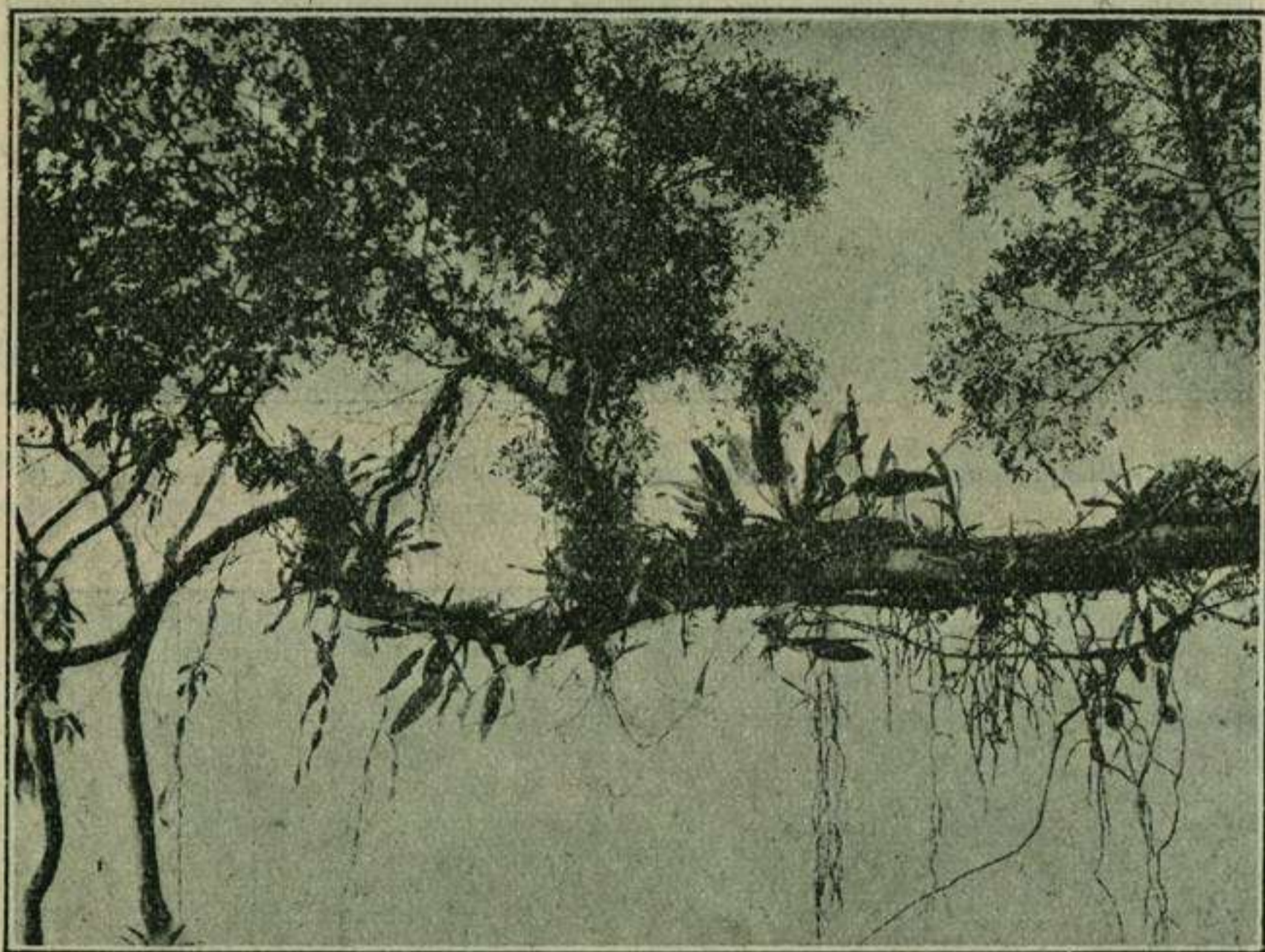


Fig. 706.—Gruesa rama de árbol llena de epifitas. Corresponde a un *bosque tropical* del Estado de Santa Catalina (Sur del Brasil) en la época de lluvias. (Fot. H. Schenck Vbr.).

se extiende por el ecuador (sobre todo el *ecuador térmico*) y sus proximidades, por lo cual comprende la Cuenca del Amazonas y sus afluentes, parte de Ecuador, Colombia, Venezuela, las Guayanas, costas del Mar Caribe, parte de Africa ecuatorial, Islas de la Sonda y varias del Pacífico, Norte de Australia y parte de Indostán, Indochina y Madagascar.

La *selva tropical* o *bosque tropical* se encuentra, en general, en las latitudes más elevadas que la ecuatorial y próximas a los trópicos (*figura 707*). En esta región la temperatura es también muy elevada, pero las lluvias son menores y hay una época seca durante la cual algunos árboles (*fig. 691*), arbustos y matas (*fig. 708*) pierden las hojas: es decir, que éstos son ya de



Fig. 707.—Bosque tropical del Estado de Chiapas (Méjico) en la época de las lluvias. (Fot. G. Karsten Vbr.).



Fig. 708.—Arbustos espinosos de Ugogo (África tropical) durante la época de la seca. (Fotografía W. Busse Vbr.),

carácter tropófilo, por lo cual el bosque presenta durante la seca el aspecto que los nuestros tienen en invierno. Como la época seca es a veces muy prolongada, los vegetales tienen adaptaciones xerófilas, lo que se conoce en su grueso tronco y en sus pocas ramificaciones, con frecuencia espinosas (baobab, acacias, etc.) (figura 691). Existen lianas y epifitas (figura 706), pero menos abundantes que en el anterior. Es curioso que muchas plantas florecen durante la época de la seca (fig. 709). Se extiende principalmente por Africa, centro y oriente de Brasil, Antillas, etc. Merecen especial mención las asociaciones de higuera de las pagodas (*Ficus bengalensis*) de Asia tropical, provistas de gruesas raíces adventicias (fig. 710).

Dentro de la selva tropical se encuentran las llamadas *selvas en galería*, las cuales no son más que sel-

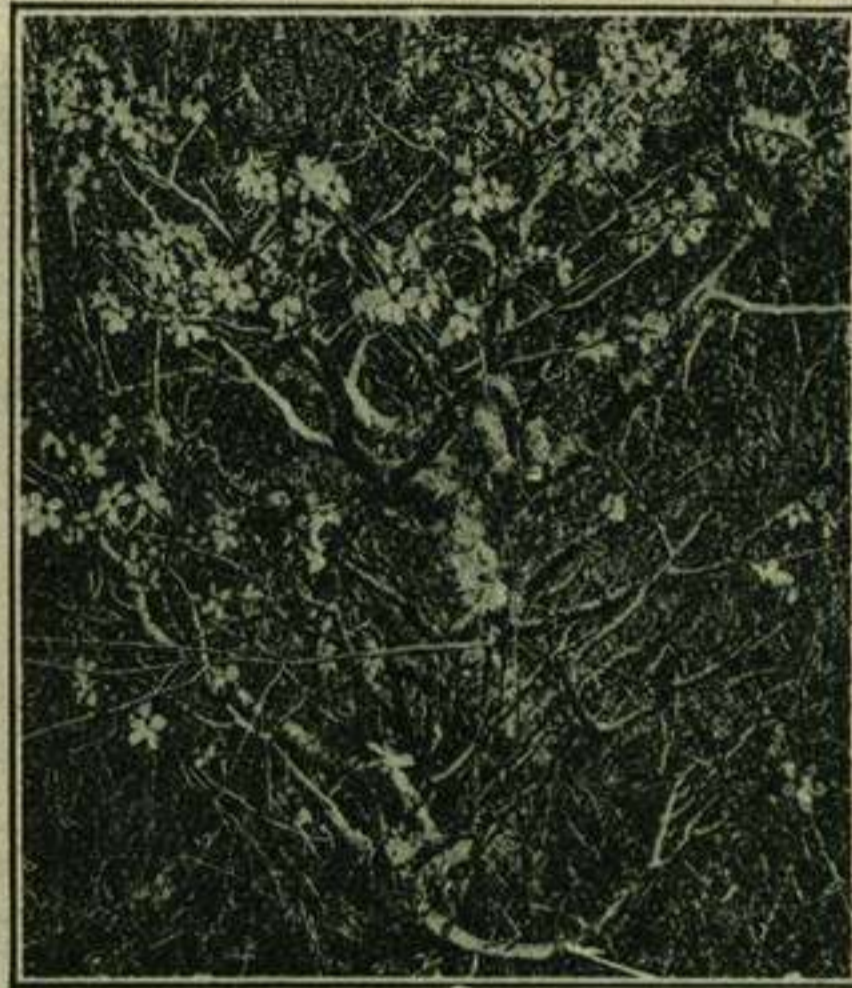


Fig. 709.—Una mata espinosa con flores durante la época de la seca en el Ugogo (Africa) (Fot. W. Busse Vbr.).

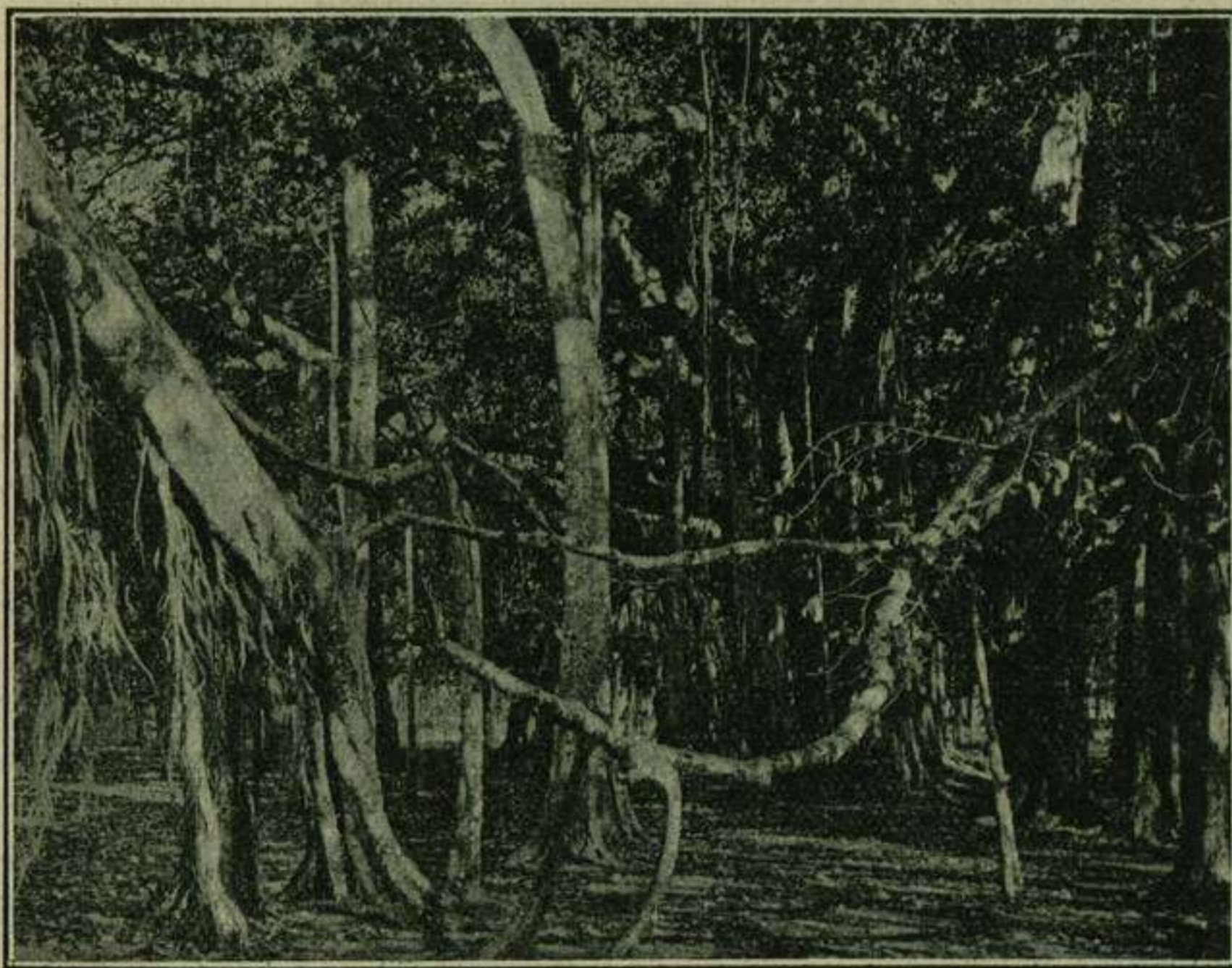


Fig. 710.—Asociación de *Ficus bengalensis* del sur de la India, con sus numerosas raíces adventicias. (Fot. G. Senn Vbr.).

vas formadas a lo largo de los ríos (a los que suelen cubrir formando una especie de galería) las cuales tienen todas las características de las selvas ecuatoriales y forman zonas de unos 100 metros de anchura media, por dentro de las cuales corre el río: son frecuentes en África, etc. (*figura 711*).

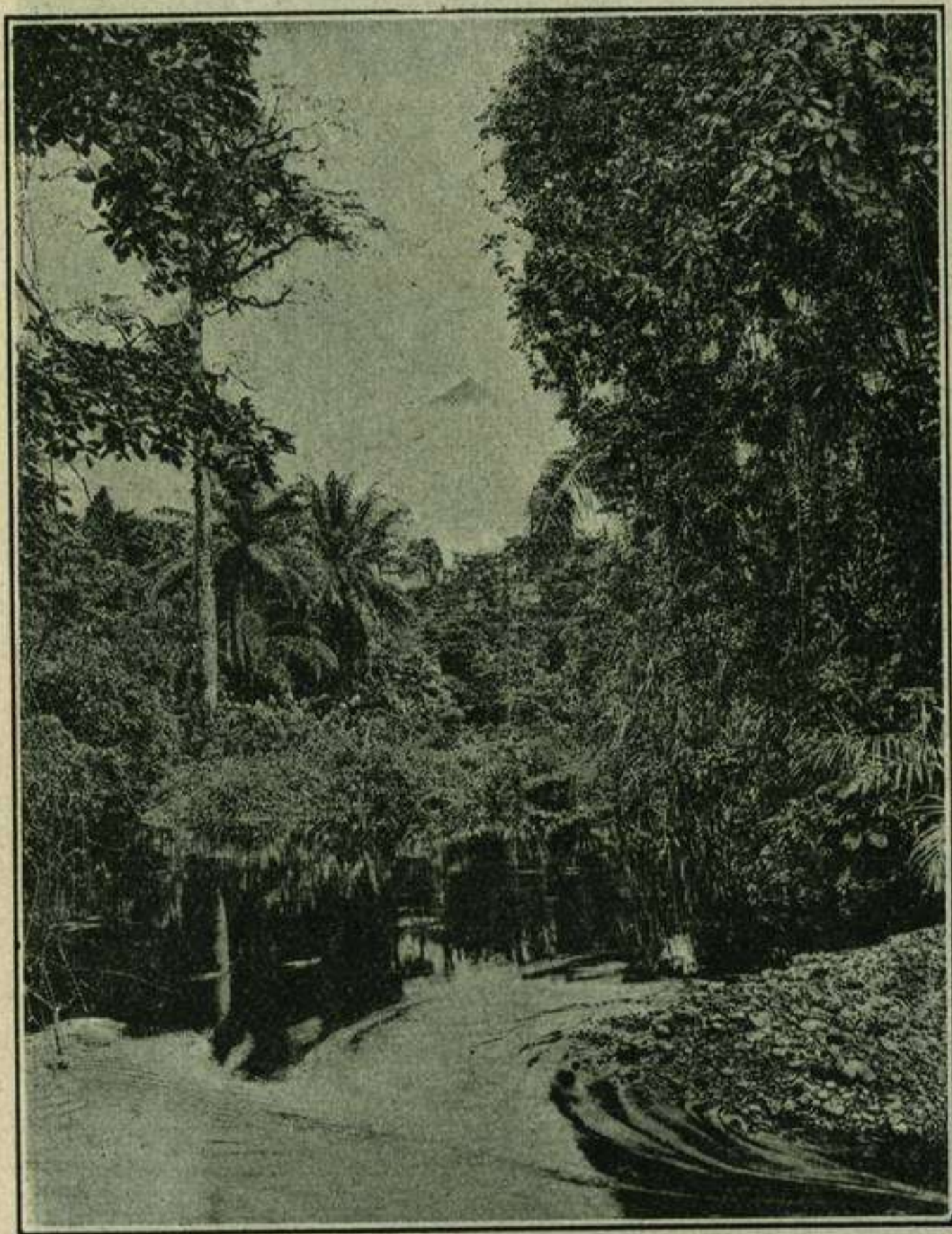


Fig. 711.—Selva en galería en la desembocadura de un río en Kamerun (Africa). (Fot. W. Busse Vbr.).

En el litoral de las regiones tropicales existe una asociación halófila muy interesante que constituye los manglares (*Rhizophora Mangle* o *Avicenia Rhizophoras*: Familia Rizoforáceas) cuyas raíces crecen en el agua.

Las palmeras son los árboles higrófilos más típicos de las regiones ecuatorial y tropical (pág. 262).

FORMACIONES HERBÁCEAS.— La principal es la *sabana*, de la que ya se habló (pág. 262 y *fig. 694*): a veces

reciben nombres particulares, como en el Brasil, por ejemplo, donde las llaman *catingas* (*fig. 695*) y en Venezuela, donde las denominan *llanos*.

Formaciones de los climas subtropicales.—Son propias de las zonas superiores a los trópicos y próximas a ellos. Las lluvias suelen ser abundantes; pero la temperatura es menor que en la zona tropical.

Estas formaciones se extienden por parte de Bolivia, Paraguay, Argentina, (Misiones, etc.), Brasil, Chile, Méjico, Florida, California, Australia, Japón, Africa, etcétera.

La flora de estas formaciones es, acaso, la más rica en especies. En lí-

neas generales puede decirse que persisten aún algunas especies de las formaciones tropicales, especialmente las palmeras y las grandes Liliáceas (*Yucca*, *Aloë*, etc.), pero con ellas se mezclan grandes árboles de hojas persistentes propios de las formaciones de zonas templadas, tales como laureles, robles, Coníferas, etc. (*fig. 712*). Si se considera esta flora en detalle, puede



Fig. 712.—Un bosque de cedros en Argelia.

decirse que cada país la presenta distinta de los restantes. Así tenemos que en Europa predominan el pino piñonero (*fig. 606*) y el de alepo (*figura 607*), etc. En Méjico, etc. abundan los platanares (*fig. 566*), las pitas (*fig. 556*), los *Cereus* (*fig. 202*, etc.): en California, las *Sequoia* (*figs. 199 y 200*); en Chile, las *Araucaria* (*fig. 515*); en África, las *Acacia* (*figs. 691 y 694*), en Australia los *Eucaliptus* (*fig. 198*), las palmeras del Género *Livistonia* (*figura 713*), etcétera, etcétera.

Dentro de esta región merece especial mención la llamada *formación mediterránea*, caracterizada por una primavera con abundantes lluvias, un invierno seco y templado, y un verano muy cálido y seco. Por ello en las plantas de esta formación suele predominar el carácter xerófilo, puesto que la época seca es de mayor duración que la húmeda. El bosque es discontinuo y abundan los matorrales (pág. 262), que puede decirse que es lo más característico de la formación: las especies que forman éstos (acebuches (*fig. 647*), mirtos o arrayanes, etc.) conservan sus hojas siempre verdes.

Las *estepas* (pág. 264) son muy frecuentes, entremezclándose con los matorrales.

En esta región subtropical es donde más abundan los *desiertos* (Sahara Arabia, Atacama, Kalahari, etcétera).



Fig. 713.—La *Livistonia australis* o palmera-col es uno de los árboles característicos de la zona subtropical de Australia.

Formaciones de los climas templados.—Estas formaciones se presentan en latitudes más elevadas que las anteriores: aproximadamente hasta los círculos polares. Por lo tanto, estarán incluidas en ellas, Europa, Asia y América septentrionales, Sur de Argentina, Chile y Australia, además de algunas islas de Oceanía. El invierno es riguroso y prolongado y las lluvias suelen ser bastante abundantes durante todo el año.

Las *formaciones arbóreas* son, principalmente, de dos tipos: las constituidas por árboles tropófilos, tales como hayas (*fig. 689*), castaños (*fig. 688*), robles, abedules, etc., y las formadas por Coníferas, generalmente de hojas persistentes, como pinos (*fig. 687*), abetos, etc. Las primeras suelen dominar en las zonas más templadas, y las segundas en las zonas más frías. Con las primeras suele coexistir abundante vegetación herbácea necesitada de humedad (*fig. 688*), mientras que en la segunda apenas existe dicha vegetación (*fig. 687*). Ambos bosques se caracterizan por ser muy homogéneos, es decir, por estar formados por una o dos especies vegetales que cubren grandes extensiones, y porque sus árboles son de gran tamaño, mayor, desde luego, que el de la mayor parte de las formaciones subtropicales, si bien no llegan a alcanzar el de los tropicales.

Es frecuente que la vegetación de esta zona esté entrelazada por diversas plantas de tallos delgados y flexibles (*Smilax* (pág. 206), etc.) que pueden considerarse como las lianas de los países templados y que contribuyen a hacer impenetrables estas formaciones (*figura 714*).

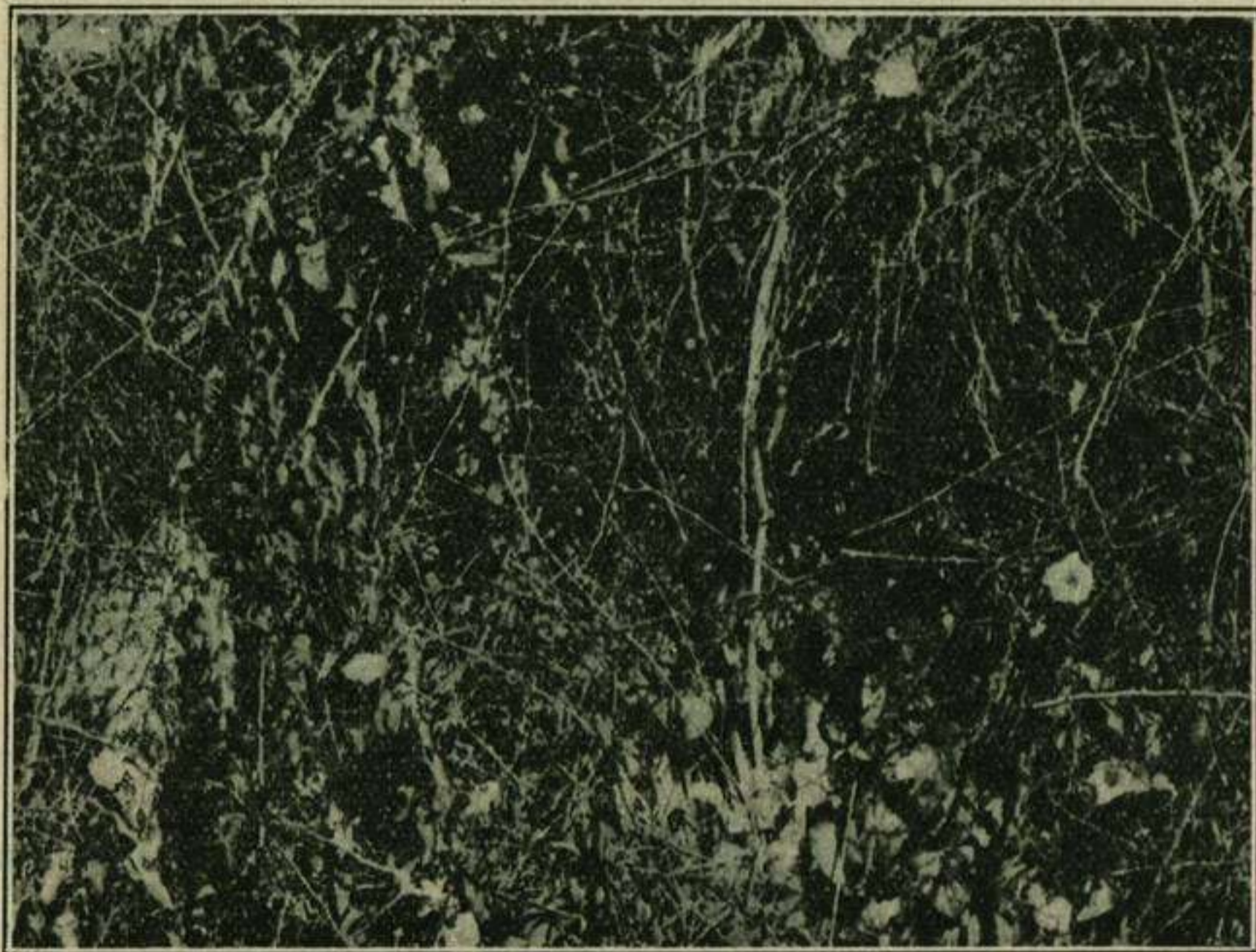


Fig. 714.—*Smilax áspera* y otras especies, que son las lianas de las formaciones arbóreas de los climas templados. (Fot. O. Cendrero).

Las *formaciones herbáceas* de esta zona son muy abundantes, estando representadas por las *praderas* y por las *estepas*: las primeras abundan donde la humedad es grande. Las segundas, donde es escasa (estepas rusas, etcétera). En ambas son frecuentes los *sotos* (*figs. 715 y 716*), que son estrechas zonas o masas de árboles y arbustos, que viven en los cursos de agua de estas regiones: podría decirse que son las selvas en galería (página 273) de las zonas templadas.

Algunos *desiertos* (Gobi, etc.) corresponden a esta región, en la cual se hallan también la mayor parte de los semidesiertos crasos (pág. 270).

Formaciones circumpolares o de los climas fríos.—Como indica su nombre, están limitadas por los círculos polares, es decir, reducidas a la parte Norte de Europa, Asia y América y a Groenlandia. En el Sur, a Antártida y algunas islas próximas (Shetland del Sur, etc.). Por el frío intenso y prolongado que reina en casi todas las zonas de estas regiones durante la

mayor parte del año, la vegetación es casi imposible en este largo invierno, por lo cual puede aplicárselas con propiedad el nombre de *desierto de hielo*

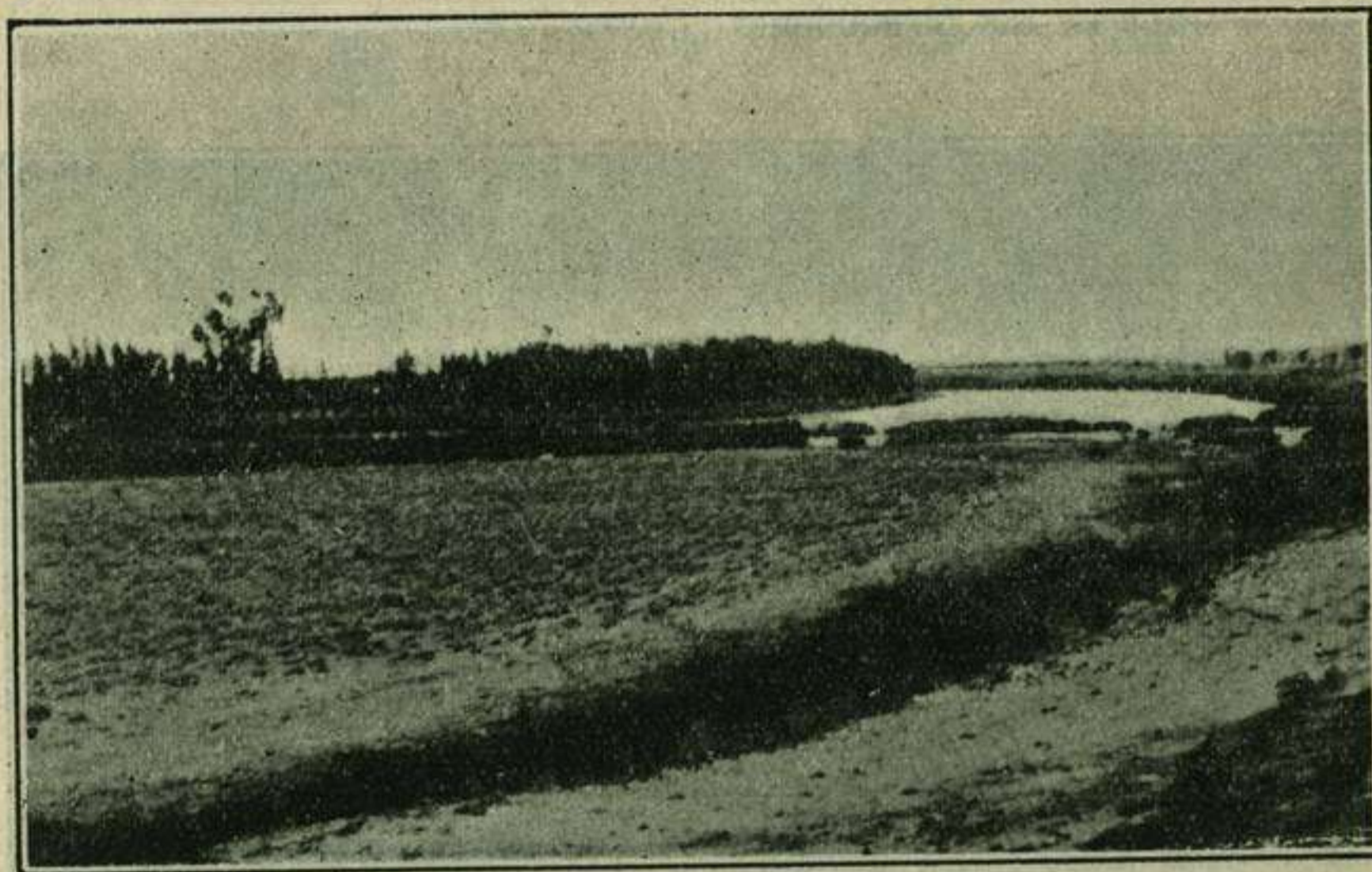


Fig. 715.—Soto en un meandro del río Arlanzón en la provincia de Burgos. (Fot. O. Cendrero).

que las dan algunos autores. Las plantas que en otras latitudes alcanzan

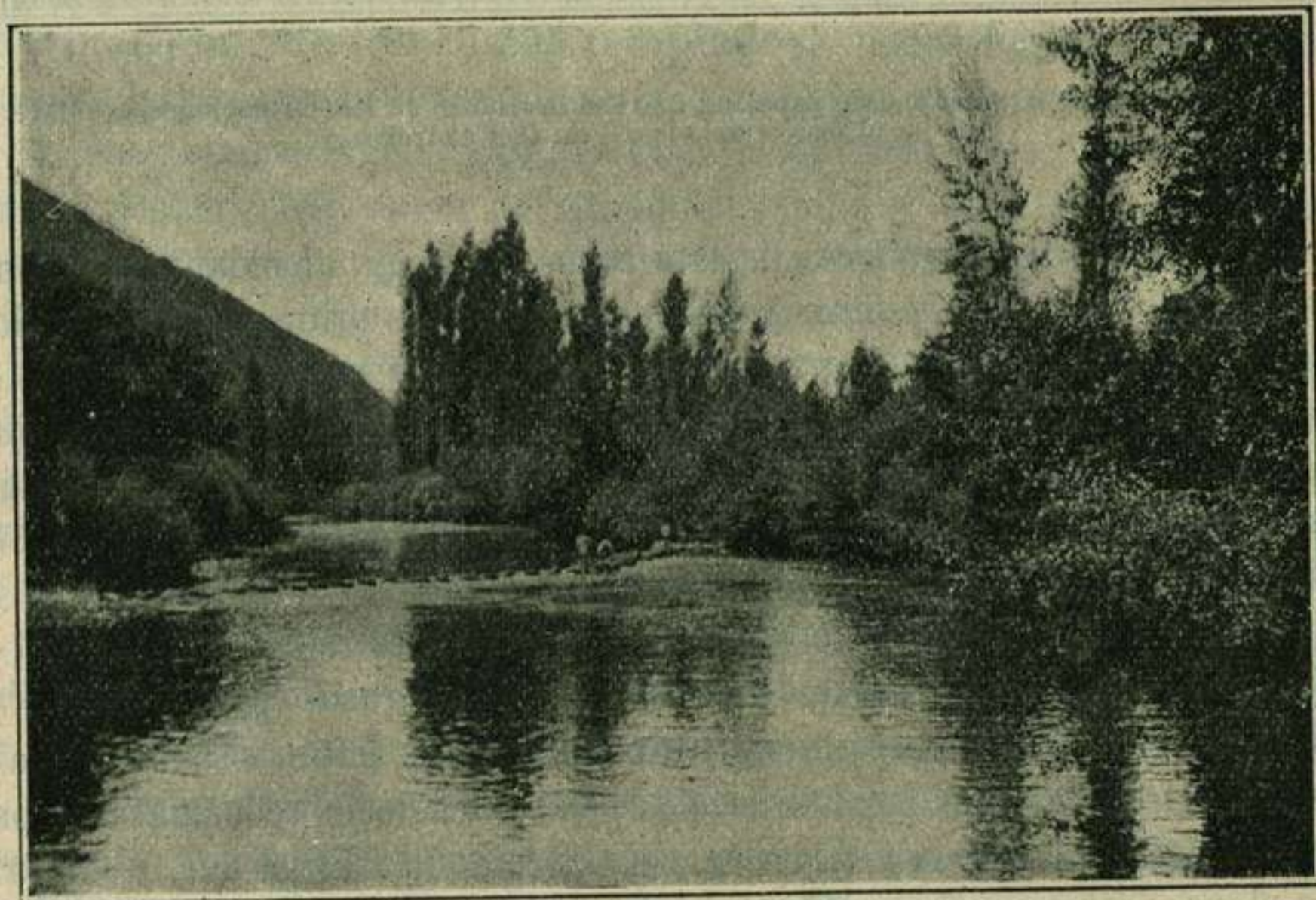


Fig. 716.—Soto en el río Asón (Santander). (Fot. O. Cendrero).

gran desarrollo, son aquí matas (*fig. 717*). En general toda la vegetación tiene aspecto xerófilo. El verano tiene escasa duración; pero como es muy



Fig. 717.—Pinos de ramas cortas y rastreras en la Laponia rusa. (Fot. Palmen).

luminoso, permite en la zona menos fría, el desarrollo de la vegetación herbácea que constituye la *tundra* (página 265 y *figura 698*).

Formaciones de las montañas elevadas.—Se llaman también *formaciones alpinas* o *vegetación alpina* y, en el límite superior, tiene grandes analogías con la vegetación circumpolar (vegetales achaparrados y de tipo xerófilo, etc.) Dicho límite superior está tanto más elevado cuanto más cálido es el clima. En él son frecuentes las asociaciones de vegetales formando almohadilla (*figura 718*) y la vegetación termina por musgos y líquenes que forman una especie de tundra.

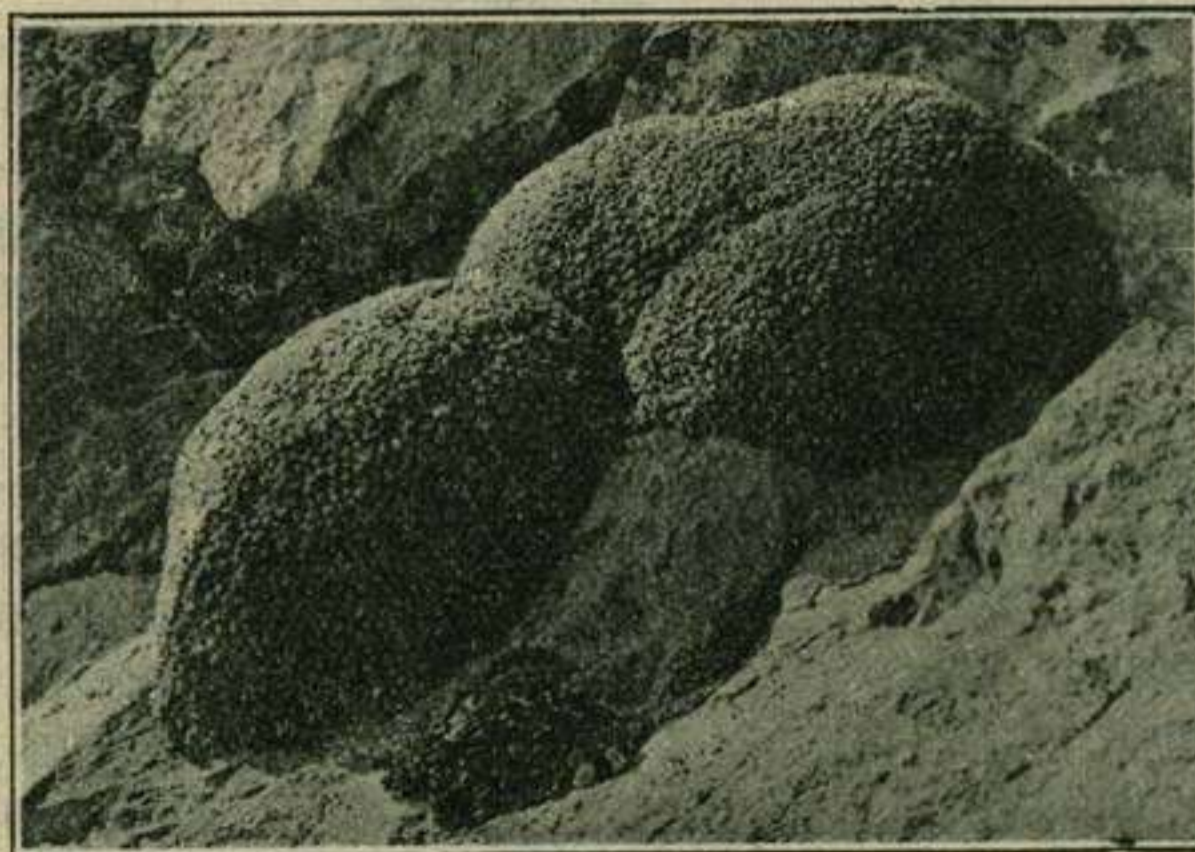


Fig. 718.—Asociación de *Androsace helvética* formando almohadilla a los 2.500 metros de altura. (Fot. H. Schenck Vbr.).

ÍNDICE ALFABÉTICO

En él no se incluyen los nombres de las Familias y de los Órdenes, y en general de todas aquellas palabras que es fácil encontrar en el índice de materias o valiéndose de dicho índice para buscar el capítulo donde se encuentran; por ejemplo, todas las formas de hojas se hallan en el capítulo respectivo. Los nombres científicos están escritos con letra *bastardilla*.

A

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Abacá, 212. | Albahaca, 245. |
| Abedul, 220. | Albaricoquero, 237. |
| Abeto, 193. | Alborto, 247. |
| <i>Ábies</i> , 193. | Albumen, 174, 183. |
| Absorción, 24, 119. | Albuminoides, 37. |
| <i>Acácia</i> , 231. | Albura, 103. |
| » del Japón, 233. | Alcachofa, 250. |
| Acebo, 223. | Alcaloides, 37. |
| Acebuche, 240. | Alcanforero, 235. |
| Acelga, 220. | Alcoholes, 35. |
| Ácidos, 36. | Alcornoque, 222. |
| Acónito, 236. | <i>Aldrovandia</i> , 118, 224. |
| Actinomicosis, 69. | Alerce, 191. |
| Achicoria, 252. | Alfalfa, 233. |
| Adormidera, 229. | Algas, 51, 54. |
| <i>Agáricus campestris</i> , 64, 68. | Algarrobo, 231. |
| <i>Agáve</i> , 210. | Algodoneros, 226. |
| Agraces, 223. | Alhelí, 229. |
| Aguacate, 235. | Aliaga, 233. |
| Aguijones, 97. | Aligustre, 241. |
| Ajenjo, 250. | Alimentos, 23, 114. |
| Ajo, 208. | Aliso, 220. |
| Ajonjolí, 246. | Almendro, 236. |
| | Almidón, 36, 130. |

Almortas, 232.
Aloë, 208.
 Alubia, 232.
Allium, 208.
 Amapola, 229.
 Amariposada, 159.
 Amento, 156.
 Amitosis, 28.
Ananássa, 212.
 Andrino, 236.
 Anatomía, 11.
 Angiospermas, 49, 195.
 Anís, 237.
 Antera, 160, 162.
 Anteridios, 56, 57, 65, 72, 143, 148.
 Anterozoides, 56 á 58, 72, 143, 148, 173.
 Antofitas, 49, 152.
 Anuales, 94.
 Añublo, 69.
 Aparatos, 83.
 Apio, 237.
 Apotecios, 71.
Araucária, 194.
 Árbol de la hierba, 224.
 » del pan, 218.
 » de la vaca, 219.
 Árboles, 97.
 Arbolillos, 97.
 Arbustos, 97.
 Árgoma, 233.
 Arilo, 195.
 Árnica, 250.
 Aro, 202.
 Arquegonios, 73, 143.
Árum, 202.
 Arrayán, 238.
 Arroz, 198.
 Asca, 64.
 Ascidas, 110.
 Asimilación, 25.
 » clorofílica, 26, 54, 126.
 Aspergilosis, 69.
 Avellano, 222.
 Azafrán, 212.
 Azulejo, 250.
 Azucena, 209.

B

Bacillus, 59.
 Bacterias, 59.
 Bálsamos, 35.
 Ballico, 199.
 Bambú, 202.
 Bananero, 212.
 Baobab, 95, 226.
 Basidio, 64.
 Batata, 242.
Begonia, 222.
 Beleño, 244.
 Berenjena, 242.
 Bergamota, 229.
 Berza, 229.
 Berro, 229.
 Bienales, 94.
 Boniato, 242.
 Borona, 198.
 Borraja, 242.
 Borrubiete, 247.
 Botánica, 11.
 Brácteas, 108.
 Brevas, 219.
 Briofitas, 51, 72.
 Brusco, 99, 206.
 Bulbos, 101.

C

Cabezuela, 156.
 Cabuya, 210.
 Cacahuet, 232.
 Cacao, 227.
 Cafeto, 249.
 Caimito, 247.
 Cajigo, 222.
 Cala, 103.
 Calabaza, 248.
 Cálamo, 95.
 Calcificación, 40.
 Cambium, 91, 102.
 Camelia, 228.
 Canela, 235.
 Caña, 95.
 » común, 202.
 » de azúcar, 199.
 Cáñamo, 218.

- Capa felógena, 91.
 Cardo corredor, 237.
 Cardos, 250.
 Carpelos, 154, 166
 Carrizo, 202.
 Catáfilas, 108.
 Catingas, 274.
 Caucho, 219, 225.
 Cebada, 198.
 Cebolla, 208.
 Cedros, 193.
 Celulosa, 20, 38.
 Centeno, 197.
 Centrosomas, 21.
 Cereales, 197.
Céreus, 99, 240.
 Cerezo, 237.
Ceróxylon, 205.
 Cicuta, 238.
 Cimas, 155.
 Ciprés, 194.
 Cirineos, 246.
 Ciruelas, 236.
 Cistolitos, 40.
 Citología, 11, 18.
 Citoplasma, 19.
 Cladodios, 99.
 Clasificaciones, 41.
 Claveles, 234.
 Clavos, 238.
 Clorofila, 22, 26, 38, 54, 125, 127.
 Coca, 234.
Cóccus, 59.
 Cocotero, 205.
 Cofia, 84.
 Cólechico, 206.
 Coliflor, 229.
 Colza, 229.
 Comino, 237.
 Conceptáculos, 74.
 Conejitos, 244.
 Coníferas, 191.
 Conjugación, 56.
 Corcho, 39, 222.
 Corimbo, 156.
 Cornezuelo, 70.
 Corregüela, 242.
 Cotiledones, 49, 109, 174.
 Crémor, 224.
 Criptógamas, 50.
 » celulares, 51, 53.
 » vasculares, 50, 141.
Crócus, 211.
 Cromatina, 21.
 Cromoplasmitos, 22.
 Cruciforme, 158.
 Culantrillo, 144.
 Curare, 242.
Cuscúta, 242.
 Cutina, 39.
Cycas, 190.
Cyperus, 196.
- CH**
- Chára*, 60.
 Chirimoyo, 235.
 Chirivita, 250.
 Chonta de Chile, 205.
 Chopo, 216.
 Chufa, 196.
- D**
- Dalia, 251.
 Dehiscencia, 162, 177.
 Desiertos, 265.
 Diadelfos, 161.
 Dialipétalas, 158.
 Diastasas, 38, 188.
 Diatomeas, 61.
 Dicotiledóneas, 49, 195, 216.
 Didínamos, 161.
 Digestión, 24, 117.
 Digital, 244.
 Dioico, 73, 155.
Dionæa, 14, 118, 224.
 División directa, 28.
 » indirecta, 28.
 Drago, 95, 206.
Drósera, 14, 118, 224.
 Duramen, 103.
- E**
- Ébano, 247.
 Ecuador térmico, 271.
Echinocactus, 94, 240.

Échium, 242.
 Elaterios, 149.
 Eléboros, 235.
 Elementos biogénicos, 32.
 Embriología, 11.
 Embrión, 173, 188.
 Encina, 222.
 Endrino, 236.
 Enebro, 194.
 Epifitas, 84.
Equisétum, 149.
 Escajo, 233.
 Escarola, 252.
 Esencias, 35.
 Espádice, 156.
 Esparto, 201.
 Espárragos, 206.
 Espata, 109.
 Especie, 44.
 Espiga, 156.
 Espinaca, 220.
 Espinas, 97, 109.
 Espinos, 236.
 Espliego, 245.
 Esporangio, 63, 73, 142, 147, 149.
 Esporas, 54, 55, 63, 73, 143.
 Esporocarpios, 147.
 Espuela de caballero, 236.
 Estambres, 153, 160.
 Estepa, 264.
 Estequiología, 11, 32.
 Estipe, 95.
 Estípulas, 109.
 Estomas, 78, 112, 124.
 Estomas acuíferos, 113, 125.
 Estramonio, 244.
 Estricnina, 242.
 Eucaliptos, 95, 238.
Euphórbia, 224.
 Exudación, 125.

F

Falsa acacia, 232.
 Familias, 45.
 Fanerógamas, 48, 49, 152.
 Fécula, 36.

Fecundación, 57, 171.
 Felodermo, 91.
 Fermentos, 38, 188.
 Fibras, 83.
 Ficocianina, 54, 58.
 Ficoeritrina, 54, 62.
 Ficofeína, 54, 61.
 Ficoxantina, 54, 61.
 Filodios, 110.
 Filogenia, 43.
 Fisiología, 11.
 Fitografía, 11.
 Fitología, 11.
 Flor de lis, 210, 211.
 Flor de San José, 245.
 Flores completas, 153.
 Flores incompletas, 153.
 Flosculosa, 159.
 Foliolos, 107, 142.
 Fototropismo, 137.
 Frambuesa, 230.
 Fresa, 230.
 Fresno, 241.
 Frijol, 232.
 Frondas, 141.
 Frutilla, 236.
 Frutos carnosos, 176.
 » monocárpicos, 178.
 » policárpicos, 179.
 » secos, 176.
 » sinantocárpicos, 181.
 » sincárpicos, 179.
Fucus, 57, 61.
 Función clorofílica, 26, 126.

G

Gametos, 55.
 Gamopétalas, 159.
 Gardenias, 249.
 Genciana, 246.
 Geotropismo, 84, 93, 136.
Geranium, 234.
 Gimnospermas, 49, 190.
 Girasol, 251.
 Glosología, 45.
 Glucosa, 36.

Lino de Nueva Zelanda, 208.
 Líquenes, 70.
Lólium, 199.
 Lombarda, 229.
 Lúpulo, 218.
Lycopodium, 151.

LL

Llantén, 245.

M

Macrospora, 147, 166.
 Macrosporangio, 147, 166.
 Madroñero, 247.
 Maduración, 174.
 Maguey, 210.
 Maíz, 198.
 Majuelo, 236.
 Malva, 225,
Mamillaria, 94, 240.
 Malvavisco, 226.
 Mandioca, 225.
 Mango, 233.
 Maní, 232.
 Matas, 97.
 Matorral, 262.
 Manzanilla, 251.
 Manzanillo, 225.
 Manzano, 236.
 Margarita, 251.
 Maruru, 237.
 Melocotonero, 237.
 Melón, 248,
 Membrana, 20, 38.
 Membrillero, 236.
 Micorrizas, 132.
 Microscopio, 16.
 Microsporangios, 147, 162.
 Microsporas, 147, 162, 163.
 Microtomos, 17.
 Miera, 194.
 Mijo, 198.
 Mildrew, 67.
 Mimbrera, 217.
Mimosa, 232.
 Mirto, 238.

Mitocondrias, 22.
 Mitosis, 28.
 Monadelfos, 161.
 Monocotiledóneas, 49, 196.
 Monoico, 73, 155.
 Moral, 218.
 Mostaza, 229.
Musa, 214.
 Muscíneas, 50, 72.
 Muérdago, 220.

N

Nabo, 229.
 Naranjos, 228.
 Narciso, 210.
 Nerviación, 104, 105, 113.
 Nenúfar, 237.
Nicotiana, 242.
 Niebla, 69.
 Nispero, 236.
 Nogal, 222.
 Nombres científicos, 46.
 Nomenclatura, 45.
 Núcleo, 21.
 Nuececilla, 166, 188.

O

Ólea, 240.
 Olivo, 240.
 » silvestre, 240.
 Olmo, 222.
 Ontogenia, 11, 43.
 Oogonios, 57, 58, 65.
 Oosfera, 57, 58, 73, 144, 167.
Óphrys, 215.
Órchis, 215.
 Órdenes, 45.
 Orégano, 245.
 Organografía, 11.
 Órganos, 83.
 » de Méjico, 99.
 Orozuz, 232.
 Orquídeas, 213.
 Ortigas, 218.
Oryza, 198.
 Ovario, 164, 173.

Oves, 222.
Óvulo, 164, 173.

P

Pacay, 231.
Pachycereus, 100.
Paleobotánica, 12.
Palmacristi, 224.
Palmeras, 204.
Palmito, 204.
Palo dulce, 232.
Pampa, 262.
Panoja, 157.
Papa, 242.
Papáver, 229.
Papilionácea, 159.
Papiro, 196.
Páramo, 264.
Parra, 223.
Pasas, 223.
Pasta de cerro, 85.
Pataca, 251.
Patata, 242.
Pecíolo, 104, 112.
Pehuen, 195.
Pelos, 78.
» absorbentes o radicales, 84,
85, 117, 119, 120.
Pensamiento, 224.
Peonía, 236.
Pepino, 248.
Peral, 236.
Perejil, 236.
Perennes, 94.
Periantio, 154.
Personada, 160.
Pétalos, 153.
Phálaris, 198.
Phaseólus, 232.
Phœnix, 204.
Pimienta, 217.
Pimiento, 242.
Pinabete, 193.
Pinos, 194.
Piña de América, 212.
Pistilos, 153, 164.

Pita, 210.
Placentación, 165.
Plantas barrilleras, 220.
Plantas carnívoras, 117.
Plasmitos, 22, 26.
Plasomas, 20.
Plastos, 22.
Plátano, 212.
» de sombra, 217.
Pluma de Santa Teresa, 240.
Polen, 160, 162, 163.
Polinias, 171, 214.
Polvos insecticidas, 251.
Pópulus, 216.
Poroto, 232.
Pradera, 262.
Primula, 245.
Principios inmediatos, 33.
Propágulos, 74.
Protalo, 143, 166, 172.
Protonema, 58, 74.
Protoplasma, 19, 34.
Pteridofitas, 50, 141.
Ptêris, 144.
Puccinia, 67.
Pulque, 210.

Q

Quercus, 222.
Quinoa, 220.
Quinos, 249.
Quitameriendas, 206.

R

Rábano, 229.
Rabia, 69.
Racimo, 156.
Raíces adventicias, 87.
» fibrosas, 88.
» normales, 87.
Ramas, 94.
Ramio, 218.
Ranúnculus, 235.
Razas, 44.
Regaliz, 232.
Remolacha, 220.

Repollo, 229.
 Reproducción, 27.
 » asexual, 54, 63.
 » sexual, 55, 65.
 Reservas nutritivas, 116.
 Resinas, 35.
 Respiración, 25, 133.
Rhizóbium leguminosarum, 132.
 Ricino, 224.
 Rizocárpicos, 94.
 Rizomas, 100.
 Roble, 222.
 Romero, 244.
Rosa, 236.
 Rosácea, 159.
 Roya, 67.
 Rubia, 348.
 Rusco, 99, 206.
Ruscus, 99, 206.

S

Sabana, 262.
 Sabina, 193.
 Sacarosa, 36.
Saccharomyces, 68.
Saccharum officinarum, 199.
Sagittaria, 108, 206.
 Salguera, 217.
Sáliz, 217.
 Sandía, 248.
 Santonina, 250.
Sargásum, 62.
 Sauces, 217.
 Savia, 120.
Scrophularia, 244.
Sécale, 197.
 Selva en galería, 273.
 Selvas, 271.
 Semen-contra, 250.
 Semidesiertos crasos, 265.
 Semillas epigeas, 186.
 » hipogeas, 187.
 Sensitiva, 232.
 Sépalos, 153.
Sequoia, 95, 194.
 Sésamo, 246.

Setas, 68.
 Silificación, 40.
 Simbiosis, 70, 132.
 Sinecia, 258.
 Singenésicos, 161.
Soja, 232.
Solanum, 242.
 Sorgo, 200.
 Soros, 142.
 Sotos, 277.
Sphagnum, 75.
Spirillum, 59.
 Suberina, 39.
 Sueño de las plantas, 138.
 Sufruticosos, 94.
 Sustancias colorantes, 38.
 Sustancias hidrocarbonadas, 36.

T

Tabaco, 242.
 Tablero, 214.
 Talo, 51, 53.
 Talofitas, 51, 53.
 Tallos carnosos o crasos, 98.
 Tamarindo, 231.
 Taninos, 36.
 Taxonomía, 40.
Taxus, 196.
 Te, 228.
 Teca, 64.
 Tejidos, 31, 76.
 Tejo, 194.
 Termotropismo, 139.
 Tetradínamos, 161.
 Tilo, 227.
Trillándsia, 85.
 Tipos, 45, 48.
 Titos, 232.
 Tizón, 67.
 Tojo, 233.
 Tomate, 242.
 Tomillo, 245.
 Tornasol, 225.
 Trébol, 233.
 Trigo, 197.
 Trípoli, 61.

Triticum, 197.
 Trufas, 70.
 Tubérculos, 100.
 Tulipán, 208.
 Tundra, 265.
 Tuya, 194.

U

Úlmus, 217.
 Umbela, 157.
Urtica, 218.
Ustilágo, 67.
Utriculária, 118, 246.

V

Vaina, 104.
 Vainilla, 215.
Vallisnéria, 213.
 Variedades, 44.
 Vasos, 50, 79, 120, 122.
 Verbena, 245.
 Vermut, 250.
 Vernación, 111.

Vibrio, 59.
Victória régia, 237.
 Vid, 223.
 Violeta, 224.
Viscum, 220.
Vitis, 223.

X

Xantofila, 38.
 Xerófilos, 79, 116, 124.

Y

Yaro, 202.
 Ytavo, 209.
Yucca, 209.
 Yute, 327.

Z

Zanahoria, 237.
 Zarcillos, 98, 109.
 Zarzamora, 236.
 Zarzaparrilla; 196, 206.
Zéa Máys, 198.
 Zimasas, 38.
 Zoosporas, 15, 55, 65.

ÍNDICE DE MATERIAS

- Dedicatoria, 5.—Prólogo a la 1.^a edición, 6.—Prólogo a la 3.^a edición, 7.
Algunas indicaciones sobre la pronunciación de las palabras latinas, 9.
PRELIMINARES, 11.—Analogías y diferencias entre vegetales y animales, 12.—Importancia de la Botánica, 15.
MICROSCOPIO Y PREPARACIONES MICROSCÓPICAS, 16.
CONSTITUCIÓN ORGÁNICA DE LOS VEGETALES, 18.—ESTRUCTURA DE LA CÉLULA VEGETAL, 18.—Dimensiones y forma de la célula, 18.—Estructura de la célula, 19.
FISIOLOGÍA DE LA CÉLULA, 23.—Funciones de nutrición, 23.—Funciones de reproducción, 27.—Funciones de relación, 30.—División del trabajo fisiológico, 31.
CONSTITUCIÓN QUÍMICA DE LOS VEGETALES, 32.—ESTEQUIOLOGÍA, 32.—Elementos biogénicos de los vegetales, 32.—Principios inmediatos, 33.—Protoplasma, 34.—Membrana, 38.
TAXONOMÍA Y GLOSOLOGÍA VEGETALES, 41.—Taxonomía, 41.—Glosología, 45.
TIPOS EN QUE SE DIVIDE EL REINO VEGETAL, 48.

CRIPTÓGAMAS CELULARES

- TIPO TALOFITAS, 53.—CLASE ALGAS, 54.—Subclase Cianofíceas, 58.—Subclase Clorofíceas, 60.—Subclase Feofíceas, 61.—Subclase Rodofíceas, 62.
CLASE HONGOS, 63.—Subclase Mixomicetos, 66.—Subclase Oomicetos, 66.—Subclase Ustilagíneos, 67.—Subclase Uredíneos, 67.—Subclase Basidiomicetos, 67.—Subclase Ascomicetos, 68.
APÉNDICE: LÍQUENES, 70.
TIPO MUSCÍNEAS (*Briofitas*), 72.—Clase Hepáticas, 74.—Clase Musgos, 74.

PLANTAS VASCULARES

MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA DE LOS ÓRGANOS DE NUTRICIÓN, 76.—TEJIDOS, 76.—Meristemos, 76.—Parenquimas, 77.—Tejidos tegumentarios, 78.—Tejido conductor, 79.—Tejido secretor, 81.—Tejidos de sostén, 82.—Aparatos y órganos, 83.

RAÍZ, 84.—Caracteres generales, 84.—Crecimiento de la raíz en longitud, 86.—Ramificación de las raíces, 86.—Clasificación de las raíces, 86.—Anatomía de la raíz, 88.

TALLO, 93.—Caracteres generales, 93.—Yemas, 93.—Crecimiento en longitud y ramificación del tallo, 93.—Clasificación de los tallos, 94.—Anatomía del tallo, 101.

HOJA, 103.—Caracteres generales, 103.—Clasificación de las hojas, 104.—Modificaciones de las hojas, 107.—Filotaxia, 110.—Prefoliación, 111.—Duración de las hojas, 111.—Anatomía de la hoja, 112.

FISIOLOGÍA DE LOS ÓRGANOS DE NUTRICIÓN, 114.—Alimentos, 115.—Digestión, 117.—Absorción, 119.—Circulación, 120.—Transpiración, clorovaporización y exudación, 122.—Asimilación, 126.—Asimilación clorofilica, 126.—Asimilación protoplásmica, 131.—Respiración, 133.—Calor vegetal, 134.—Secreción, desasimilación y excreción, 134.—Crecimiento, 135.—Movimientos, 136.

TIPO CRIPTÓGAMAS VASCULARES.—(*Pteridofitas*), 141.—DIVISIÓN Y REPRODUCCIÓN, 141.—Clase Filicíneas, 142.—Clase Hidropteríneas, 147.—Clase Equisetíneas, 149.—Clase Licopodíneas, 151.

TIPO FANERÓGAMAS.—(*Antofitas*), 152.—ÓRGANOS DE REPRODUCCIÓN, 152.—Flor: generalidades, 152.—Inflorescencias, 155.—Cáliz, 157.—Corola, 158.—Androceo, 160.—Gineceo, 163.—Diagramas y fórmulas florales, 168.

FUNCIONES DE LOS ÓRGANOS DE REPRODUCCIÓN, 168.—Floración, 168.—Polinización, 169.—Fecundación, 171.—Formación del fruto, 173.—Transformación del óvulo en semilla, 173.—Transformación del ovario en fruto; 175.

FRUTO, 176.—Pericarpio, 176.—Clasificación de los frutos, 178.—Semilla, 182.—Diseminación de los frutos y semillas, 183.

GERMINACIÓN, 185.—Condiciones intrínsecas, 185.—Condiciones extrínsecas, 186.—Desarrollo del embrión, 186.

TIPO FANERÓGAMAS, 190.—DIVISIÓN Y PRINCIPALES FAMILIAS, 190.—SUBTIPO GIMNOSPERMAS, 190.—Cicadáceas, 190.—Abietáceas, 191.—Cupresáceas, 194.—Taxáceas, 194.

SUBTIPO ANGIOSPERMAS, 195.—Clase *Monocotiledóneas*, 196.

Subclase Apétalas: Lemnáceas, 196.—Ciperáceas, 196.—Gramináceas, 196.—Aráceas, 202.

Subclase Superovarieas: Palmáceas, 204.—Alismáceas, 206.—Colchicáceas, 206.—Esmiláceas, 206.—Liliáceas, 206.

Subclase Inferovarieas: Amarilidáceas, 210.—Iridáceas, 211.—Bromeliáceas, 212.—Musáceas, 212.—Hidrocaridáceas, 213.—Orquidáceas, 213.

Clase Dicotiledóneas, 216.

Subclase Apétalas Superovarieas: Salicáceas, 216.—Platanáceas y Piperáceas, 217.—Ulmáceas, 217.—Urticáceas, 218.—Cannabináceas, 218.—Moráceas, 218.—Arto-carpáceas, 218.—Quenopodiáceas, 219.

Subclase Apétalas Inferovarieas: Lorantáceas, 220.—Betuláceas, 220.—Cupulíferas, 220.—Yuglandáceas, 222.—Begoniáceas, 222.

Subclase Dialipétalas Superovarieas: Ampelidáceas, 223.—Iliáceas, 224.—Violáceas, 224.—Nepentáceas y Droseráceas, 224.—Euforbiáceas, 224.—Malváceas, 225.—Esterculiáceas, 227.—Tiliáceas, 227.—Ternstremiáceas, 228.—Auranciáceas, 228.—Crucíferas, 229.—Papaveráceas, 229.—Papayáceas, 230.—Rutáceas, 230.—Mimosáceas, 231.—Cesalpináceas, 231.—Papilionáceas, 231.—Terebintáceas, 233.—Lináceas, 233.—Geraniáceas, 234.—Cariofiláceas, 234.—Lauráceas, 235.—Anonáceas, 235.—Ranunculáceas, 235.—Rosáceas, 236.—Pomáceas, 236.—Amigdaláceas, 236.—Ninfeáceas, 237.

Subclase Dialipétalas Inferovarieas: Umbelíferas, 237.—Araliáceas y Grosulariáceas, 238.—Mirtáceas, 238.—Granatáceas y Saxifragáceas, 238.—Cactáceas, 238.

Subclase Gamopétalas Superovarieas: Oleáceas, 240.—Fraxináceas, 241.—Loganiáceas, 242.—Convolvuláceas, 242.—Cuscutáceas, 242.—Borragináceas, 242.—Solanáceas, 242.—Escrofulariáceas, 244.—Labiadas, 244.—Verbenáceas y Plantagináceas, 245.—Primuláceas y Gencianáceas, 245.—Sesamáceas, Orobancáceas y Utriculariáceas, 246.—Ericáceas, 246.—Ebenáceas y Sapotáceas, 247.

Subclase Gamopétalas Inferovarieas: Cucurbitáceas, 247.—Rubiáceas, 248.—Compuestas, 249.

FITOGEOGRAFÍA

Centro de origen y área de dispersión, 253.—Factores que limitan la dispersión, 253.—Factores geológicos, 254.—Factores geográficos, 254.—Factores climáticos, 255.—Factores edáficos, 256.—Regiones botánicas o formaciones vegetales, 258.—Formaciones de los climas tropicales, 270.—Formaciones de los climas subtropicales, 274.—Formaciones de los climas templados, 276.—Formaciones circumpolares o de los climas más fríos, 277.—Formaciones de las montañas elevadas, 279.

Índice alfabético, 280.

Índice de materias, 289.

HISTOGENEALIA

211. *...*
 212. *...*
 213. *...*
 214. *...*
 215. *...*
 216. *...*
 217. *...*
 218. *...*
 219. *...*
 220. *...*
 221. *...*
 222. *...*
 223. *...*
 224. *...*
 225. *...*
 226. *...*
 227. *...*
 228. *...*
 229. *...*
 230. *...*
 231. *...*
 232. *...*
 233. *...*
 234. *...*
 235. *...*
 236. *...*
 237. *...*
 238. *...*
 239. *...*
 240. *...*
 241. *...*
 242. *...*
 243. *...*
 244. *...*
 245. *...*
 246. *...*
 247. *...*
 248. *...*
 249. *...*
 250. *...*
 251. *...*
 252. *...*
 253. *...*
 254. *...*
 255. *...*
 256. *...*
 257. *...*
 258. *...*
 259. *...*
 260. *...*
 261. *...*
 262. *...*
 263. *...*
 264. *...*
 265. *...*
 266. *...*
 267. *...*
 268. *...*
 269. *...*
 270. *...*
 271. *...*
 272. *...*
 273. *...*
 274. *...*
 275. *...*
 276. *...*
 277. *...*
 278. *...*
 279. *...*
 280. *...*
 281. *...*
 282. *...*
 283. *...*
 284. *...*
 285. *...*
 286. *...*
 287. *...*
 288. *...*
 289. *...*
 290. *...*
 291. *...*
 292. *...*
 293. *...*
 294. *...*
 295. *...*
 296. *...*
 297. *...*
 298. *...*
 299. *...*
 300. *...*

Obras didácticas del mismo autor

- Elementos de Anatomía y Fisiología, octava edición, con 256 figuras intercaladas en el texto, precio..... 12 ptas
- Elementos de Higiene, octava edición, con 126 figuras intercaladas en el texto, precio..... 6 »
- Nociones de Anatomía, Fisiología e Higiene, novena edición, con 260 figuras: obra propia para los alumnos de Escuelas Normales, Seminarios, etc., precio..... 9 »
- Geología, sexta edición, (segunda tirada) con 356 págs.; 576 figs. intercaladas en el texto, precio, rústica, 6,50 pesetas: encuadernada..... 7,50 »
- Botánica, sexta edición, (segunda tirada) con 718 figuras intercaladas en el texto, precio, rústica 6,50 ptas.: enc. 7,50 »
- Zoología, sexta edición, (segunda tirada) con 865 figuras intercaladas en el texto, precio, rústica 6,50 ptas.: enc. 7,50 »
- Estas tres últimas obras constituyen un completo *Curso elemental de Historia Natural*, ilustrado con 2.159 figuras.
- Nociones de Historia Natural, sexta edición, con 1.217 figuras intercaladas en el texto, obra propia para las Escuelas Normales, Seminarios, etc., precio..... 15 »
- Lecciones de Anatomía, Fisiología e Higiene, tercera edición, acomodadas al Cuestionario oficial; 254 figuras; precio..... 16 »
- Lecciones de Historia Natural, tercera edición, acomodadas al Cuestionario oficial; 501 figuras; precio..... 14 »
- Biología (con la colaboración del Doctor E. Rioja, Catedrático de Historia Natural de la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio), 454 páginas; 687 figuras; precio..... 30 »

- Elementos de Biología general y especial** (con la colaboración del Dr. E. Rioja). Libro más extenso que el anterior y que por contener también la Botánica y la Zoología descriptivas, interesa a todos los que tengan que estudiar la Biología completa; 665 páginas; 1.368 figuras; precio..... 32 ptas.
- Elementos de Geología** (con la colaboración del Profesor Dr. Fernández Navarro, Autor del Cuestionario oficial de dicha asignatura); 624 páginas; 487 figuras; precio..... 32 »
- Prácticas de Mineralogía y Geología** (con la colaboración del Profesor J. Royo Gómez, encargado de los cursos prácticos de Mineralogía y Geología del Museo Nacional de Ciencias Naturales), 298 páginas; 418 figuras; 60 sólidos cristalográficos desarrollados; precio..... 15 »
- Clave mineralógica** (con la colaboración del Dr. J. Royo); 80 páginas; 20 figuras; 12 sólidos desarrollados; precio..... 3 »
- Prácticas elementales de Biología** (con la colaboración del Profesor Dr. E. Rioja); 182 págs.; 236 figs.; precio 12 »
- Prácticas elementales de Anatomía y Fisiología** (con la colaboración del Profesor Dr. E. Rioja); 128 figuras; precio..... 8 »

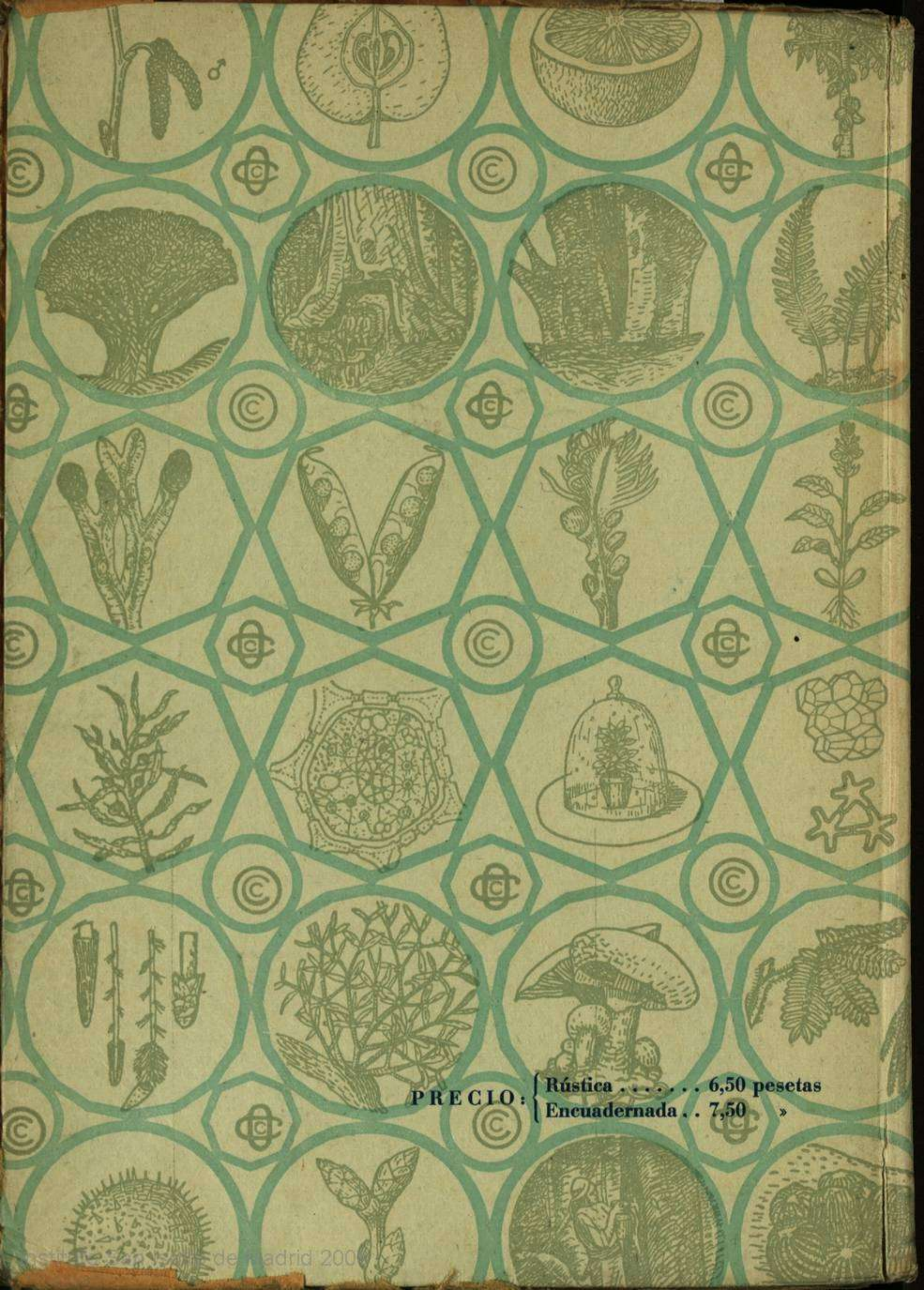
Estos precios no pueden ser aumentados en ninguna librería, y el comprador debe reclamar contra todo aumento.

De venta en las principales librerías de España y de América.

EN PREPARACIÓN

Rudimentos de Anatomía, Fisiología e Higiene, para uso de los alumnos de las Escuelas Primarias.

Rudimentos de Historia Natural, para íd., íd.



PRECIO: { Rústica 6,50 pesetas
 Encuadernada . . 7,50 »

Druckers Bericht über die
Veränderung der
Verhältnisse der
Verhältnisse der
Verhältnisse der

1870

1871

1872

1873

1874